

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



*Tesis presentada en opción al grado académico de Maister
en Ingeniería Industrial.*

Título: Contribución al mejoramiento del proceso de gestión de inventario en la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales No. 1 de Villa Clara a partir del análisis de riesgo.

Autora: Ing. Anisleidy Valle García

Tutor: Dr.C Aramis Alfonso Llanes

**Santa Clara
2017**

Pensamiento

“Vivimos en una época de extraordinario dinamismo. Todo cambia, todo pasa, todo evoluciona y se transforma. En esta situación de inquietud y movimiento nadie puede estarse quieto, si quiere permanecer al día”.

José Luís Abellán

Dedicatoria

A la luz de mi vida: mi hija
A la memoria de mis seres queridos Gladys y Frank
A mi familia y mis amigos de siempre

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos a:

Mi madre, por ser el sol y brindarme su apoyo incondicional

Mi familia, principalmente, a mi papá, mis hermanos y mi abuela, por su amor, dedicación y apoyo en todo momento

Mi esposo Michel que sin su ayuda no hubiese podido hacer realidad este sueño

Mi tutor Aramis por su atención, dedicación y apoyo constante

Mi negro Povea, por hacerme reír, cuidarme y ser luz siempre en mi camino

Valle, por su apoyo, confianza y consejos

Mis amistades Laury, Laura, Betty, Reinier, Tony, Dunia

A todas las personas que me ayudaron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

A todos muchas gracias.

Resumen

RESUMEN

La selección de las acciones encaminadas a mitigar los riesgos existentes en los diferentes procesos desarrollados en las empresas ha sido un tema de estudio que ha tomado mucho auge en la actualidad. En este sentido, la presente Tesis muestra un procedimiento que permite definir acciones de mejora en el proceso de gestión de inventarios en la Unidad Empresarial de Base (UEB) de Abastecimiento Técnico Material (ATM), perteneciente al Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales (ECOAI) No 1 de Villa Clara, en función de la combinación de los elementos característicos del análisis de riesgo.

La tesis contiene, además, una revisión bibliográfica que aborda las generalidades sobre la gestión de inventarios y el análisis de riesgo, así como las técnicas más utilizadas para estos fines. Finalmente, la aplicación práctica de la propuesta, en el proceso de gestión de inventario de la entidad objeto de estudio práctico de la investigación, permitió definir las acciones preventivas a aplicar para mitigar el riesgo asociado a cada modo de fallo, el responsable de su realización y la frecuencia de la ejecución de las mismas. Todo ello ofrece solución al problema de la investigación.

Abstract

ABSTRACT

The selection of actions to mitigate the risks involved in the different processes developed in companies has been a subject of study that overdosed boom today. In this sense, this thesis shows a procedure to define actions to improve the process of inventory management in UEB Abastecimiento Técnico Material (ATM) belonging to Empresa Constructora de Obras de Arquitecturas e Industriales (ECOAI) No 1 of Villa Clara, depending on the combination of the characteristic elements of risk analysis.

The thesis also contains a literature review that addresses the overview of inventory management and risk analysis as well as the techniques used for these purposes. Finally, the practical implementation of the proposal, in the process of inventory management of the entity being practical research study allowed to define preventive actions to be applied to mitigate the risk associated with each failure mode, the responsibility for its implementation and the frequency of execution thereof. All this provides solution to the problem of research.

Índice

ÍNDICE	Pág.
Introducción	1
Capítulo I. Marco Teórico-Referencial de la investigación	5
1.1. Generalidades sobre inventarios.....	5
1.1.1 Modelos de inventario.....	9
1.2. Generalidades sobre el Análisis de riesgo.....	12
1.2.1. Análisis de riesgo y definiciones matemáticas.....	15
1.2.2. Técnicas para la identificación y/o evaluación de riesgos.....	17
1.2.3. Tratamiento, revisión y seguimiento del riesgo	21
1.3. El análisis de riesgos en empresas constructoras.....	22
1.4. El análisis de riesgo en la gestión de inventario.....	24
1.5. Conclusiones parciales.....	25
Capítulo II. Procedimiento para la determinación de propuestas de mejoras en la gestión de inventario basado en el análisis de riesgo	26
2.1. Caracterización del procedimiento general para la toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventario.....	26
2.2. Diseño del procedimiento general para la toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventario.....	28
2.2.1. Fase 1: Inicio o preparación.....	29
2.2.2. Fase 2. Realizar el desglose de los procesos objeto de estudio.....	29
2.2.3. Fase 3. Realizar el análisis de riesgo.....	32
2.2.4. Fase 4. Evaluación de riesgos.....	36
2.2.5. Fase 5. Determinación de acciones de mejora.....	37
2.3. Conclusiones parciales.....	42
Capítulo III. Aplicación del procedimiento para la definición de acciones de mejora en la gestión de inventario basado en el análisis de riesgo	43
3.1. Caracterización de la empresa objeto de estudio.....	43
3.2. Caracterización de la UEB de Abastecimiento técnico material (ATM)	46
3.3. Aplicación práctica del procedimiento seleccionado.....	48
3.4. Conclusiones parciales.....	53
Conclusiones generales	54
Recomendaciones	55
Bibliografía	
Anexos	

Introducción

INTRODUCCIÓN

El proceso de Perfeccionamiento Empresarial tiene como premisa que las organizaciones que lo apliquen avancen inexorablemente en el desarrollo económico y social de la nación maximizando los beneficios al alcance de su realidad. La adaptación a un entorno cada vez más competitivo e incierto, con presencia de competidores y capital extranjero en el mercado nacional, con incertidumbre en los suministros y en los clientes; necesitada de un incremento de la efectividad de las empresas, con el objetivo de demostrar que la empresa estatal socialista puede ser tan o más competitiva que sus similares del área capitalista.

Estas razones por si mismas manifiestan la necesidad de satisfacer los requerimientos de los clientes, con un máximo aprovechamiento de las capacidades disponibles y con el mayor ahorro de recursos e inversión capital posible. Para alcanzar estos objetivos, es imprescindible la aplicación de las nuevas formas de gestionar una empresa que poco a poco se abren paso en el entorno mundial, tales como el enfoque en sistemas, la gestión por procesos, la gestión de riesgos y la integración de los flujos entre proveedores y clientes a través de la cadena de suministros (Ortega Sierra , 2011).

La gestión de inventario ha sido un elemento clave en el mejoramiento de la productividad en los negocios en todo el mundo, el manejo contable permitirá a la organización mantener el control oportunamente, así como también conocer al final del período un estado confiable de la situación económica de la entidad. Hoy más que nunca, juega un papel primordial en las contribuciones que pueden hacer los sistemas y modelos de inventario a la mejora del desempeño de las organizaciones productoras de bienes y servicios, la aplicación correcta de estos sistemas y modelos resultan valiosas herramientas en manos de la gerencia empresarial (Vidal, 2005; Acero Giraldo y Pardo Restrepo, 2010; Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011; Elsayed y Wahba, 2016).

La gestión de los mismos es uno de los temas más complejos en Logística, uno de sus principales problemas es su administración, puesto que siempre hay demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos agotados de lo que si se vende y esto es debido a la falta de información precisa y oportuna sobre la demanda en el punto de consumo (Vidal, 2005; Muckstadat y Sapra, 2010; Pérez Vergara et al.,2012; Balcik et al.,2016). La buena gestión de los inventarios es la herramienta para el incremento de las ventas, al hacerse un trabajo efectivo el material será suficiente para poder trabajar y de esta manera la satisfacción del cliente se incrementará, y se logrará así fidelidad y un ejercicio constante de negocios (Acero Giraldo y Pardo Restrepo, 2010; Fichtiger et al.,2015).

A partir del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba en Mayo del 2011 se ponen en vigor los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. En el lineamiento 312 se expone que se debe ejercer un efectivo control sobre la gestión de compras y la rotación de inventarios en toda la red comercial, tanto mayorista como minorista, con vistas a minimizar la inmovilización de recursos y las pérdidas (PCC, 2011).

La planificación de la economía en Cuba prevé el equilibrio indispensable entre las disponibilidades de los principales recursos y las necesidades, a tono con las metas para cada plazo. El control, para prevenir y fiscalizar el cumplimiento de los objetivos trazados, tiene un papel decisivo, tanto el interno como el externo; en especial el de tipo preventivo, posibilitando detectar desviaciones y delitos, así como efectuar oportunamente los reajustes necesarios y la adopción de las medidas pertinentes (PCC, 2016).

El análisis de riesgo ha sido una materia analizada y utilizada en innumerables situaciones, todo ello debido a la importancia que ha ido adquiriendo la necesidad de tener identificados los riesgos que en las diferentes funciones empresariales pudieran interferir en el logro de los resultados deseados (Wiengarten, Humphreys y Gimenez ,2015; Giannakis y Papadopoulos 2015; Chan Magaña, Gameros Cámara y Balam Mena, 2015). La ISO 31000:2015 refiere que la práctica de su administración es un factor de éxito de la integración en cadenas de suministro, para evaluar la importancia relativa de los riesgos seleccionados, para identificar sus causas y efectos potenciales, y probar las correlaciones potenciales entre los riesgos identificados.

Hu (2016) plantea que el establecimiento de un sistema de gestión de riesgos en la empresa, supone una serie de ventajas adicionales para la empresa, favorece la identificación de amenazas, obstáculos y oportunidades, impulsa la proactividad, mejora las labores de administración de la empresa, potencia la confianza de los grupos de interés y fomenta la capacidad de transformación de la empresa.

Existen riesgos asociados a la gestión de los inventarios, los cuales se tratarán en la presente investigación para la cual se ha elegido como objeto de estudio la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales (ECOAI) No. 1 de Villa Clara, perteneciente al Grupo Empresarial de la Construcción (GECONS), permitiéndole mejorar su desempeño en el cumplimiento de los objetivos de trabajo y su gestión empresarial. La misma constituye una empresa de primer nivel en el país, y trabaja en la búsqueda constante de medidas a fin de optimizar sus procesos, sin descuidar la calidad de sus obras, y a la vez adaptarse a los cambios en los pedidos de los clientes, atendiendo los plazos de entrega de las mismas. La actividad fundamental de la empresa está dirigida a construir, adecuar y reconstruir obras de

arquitectura e industriales, con calidad competitiva y rapidez, además producir y comercializar estructuras, accesorios metálicos, medios y herramientas para la construcción.

En el sector de la construcción, las empresas han ganado conciencia en cuanto a la importancia de la gestión de suministros para el desarrollo de los procesos productivos y de servicio al cliente. A pesar de esto, en la organización objeto de estudio se evidencian dificultades en cuanto a los altos niveles de inventario (no asociado al aumento de la actividad constructiva, ya que la misma se mantiene estable) debido a la baja rotación de los mismos. Entre otras causas identificadas, destaca la desviación existente en la planificación de la demanda porque no existe sincronización entre las necesidades del constructor, la gestión de la compra, la transportación, la gestión de inventario y de almacenamiento de los recursos materiales. Se evidencian dificultades para la gestión de los recursos que se han solicitado comprar ya que no se conoce con facilidad si se tienen ofertas y la falta de previsión en cuanto a la ocurrencia de sucesos (nivel de ejecución de prefacturas, desabastecimiento de los proveedores asignados, accionar de competidores con mayor poder negociador), así como la magnitud de sus consecuencias que conspira con el desarrollo eficiente de la gestión logística de almacenes. No siempre se entregan los materiales que requieren las obras en el tiempo, con la calidad, cantidad y costo previstos en los presupuestos. Todo lo anterior introduce un determinado nivel de riesgo en la consecución de la eficiencia del sistema empresarial basado en la no existencia de un despliegue adecuado de los objetivos estratégicos hasta el nivel operativo según requiere la resolución 60 de control interno.

Todo lo antes expuesto constituye la **situación problemática** de la investigación, de la cual se identifica el **problema científico** siguiente: ¿cómo tributar al mejoramiento del proceso de gestión de inventarios en la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales (ECOAI) No. 1 de Villa Clara?

La presente investigación tiene como **objetivo general**: definir las acciones de mejora del proceso de gestión de inventarios en la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales (ECOAI) No. 1 de Villa Clara, a partir de la aplicación de la metodología del análisis de riesgo.

De la misma se derivan los **objetivos específicos** siguientes:

1. Seleccionar el procedimiento a emplear para definir las acciones de mejora al proceso de gestión de inventarios, a partir del estudio de los elementos principales sobre esta función y el análisis de riesgo, tratados en el marco teórico-referencial de la investigación.
2. Implementar el procedimiento seleccionado para definir las acciones de mejora del proceso de gestión de inventarios en la empresa objeto de estudio.

En correspondencia a lo antes planteado se define la **hipótesis de investigación** siguiente:

A partir de la combinación de elementos del análisis de riesgos se podrán definir los modos de fallo que pueden afectar el desempeño del proceso de gestión de inventarios, cuantificar el nivel de riesgo que podría provocar cada uno de ellos y definir las acciones de mejora encaminadas a mantener dichos riesgos dentro de los niveles permisibles.

El **valor social** de la investigación radica en su contribución al cubrimiento de los compromisos sociales de la empresa (aseguramiento a centros educacionales, instituciones asistenciales de salud, y la sociedad en su conjunto).

El **aporte práctico** radica en la factibilidad y pertinencia demostrada de poder implementar el procedimiento propuesto, contribuyendo a disminuir los niveles de inventario, aumentar la rotación de los mismos y elevar la gestión empresarial en función de lograr un despliegue adecuado de los objetivos estratégicos hasta el nivel operativo en la empresa objeto de estudio práctico.

El **valor económico** consiste en el aporte de la investigación al aumento de la liquidez empresarial, la disminución de los costos de inventario ocioso, y además proporcionar las herramientas de gestión que agilice el proceso de toma de decisiones.

El trabajo se encuentra estructurado de la forma siguiente: un primer capítulo donde se construye el marco teórico y referencial de la investigación para llegar a una conceptualización de las definiciones, elementos y tendencias principales del campo objeto de estudio, un segundo capítulo que se basa en la búsqueda de la solución del problema científico planteado en la investigación, y un tercer capítulo dedicado a mostrar la comprobación empírica de la hipótesis general de la investigación; además, se incluyen un grupo de conclusiones y recomendaciones que resaltan los principales resultados obtenidos en la investigación, así como aquellos aspectos que el autor considera deben ser extendidos como parte de la continuidad científica de la investigación. Finalmente se expone un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar, destacar y facilitar la comprensión de los aspectos de mayor complejidad tratados en el cuerpo del documento.

Capítulo 1

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo fundamental realizar una revisión bibliográfica de los aspectos relacionados con la gestión de los inventarios y el análisis de riesgos, para así crear una base que sustente teóricamente el desarrollo de la investigación y facilitar una mejor comprensión de los temas que se tratarán. Para cumplir con este objetivo se elaboró el hilo conductor que se muestra en la figura 1.1.

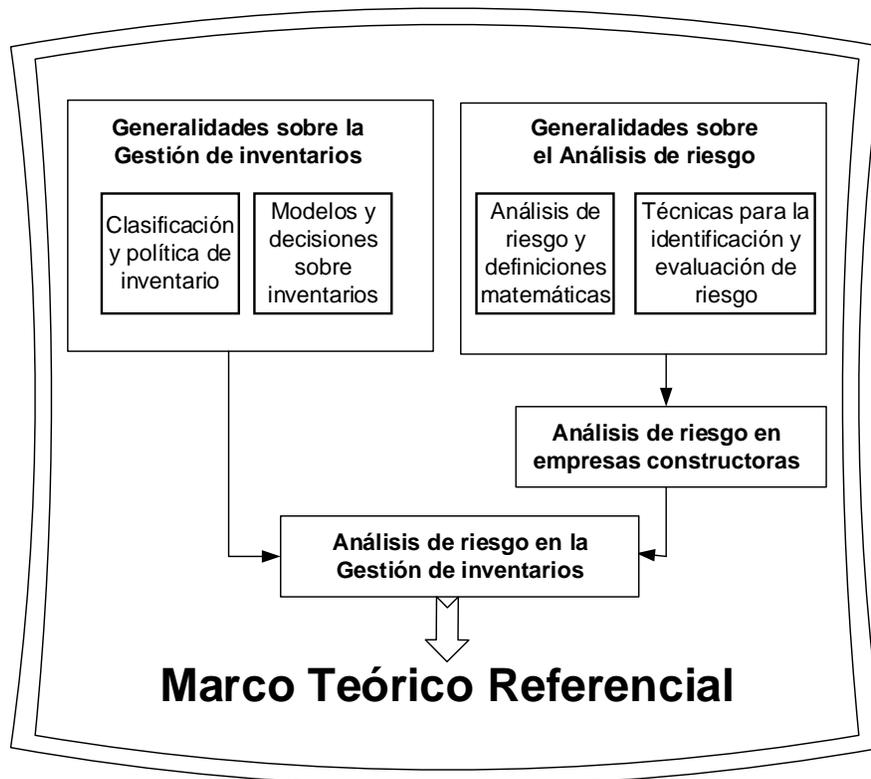


Figura 1.1. Hilo conductor del Marco Teórico Referencial.

1.1. Generalidades sobre inventarios

Acerca del término inventario existen diferentes conceptos y definiciones, los cuales se muestran en el anexo 1, donde se evidencia el uso de palabras y expresiones en común como son: artículos, bienes, materias primas, productos en proceso, productos terminados, componentes o suministros, todos relacionados con la gestión de almacenes y la cadena de suministros.

Los inventarios permiten y facilitan la producción entre dos unidades o dos etapas que están ubicadas secuencialmente, por lo tanto, el inventario cumple una función de capacitor entre ambas unidades, permitiendo, por un lado, absorber las distintas capacidades y formas de

producción, y por otro, las variaciones que experimenta cada unidad dentro del proceso de producción (Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011).

Estos están presentes en cualquier empresa y existen para permitirles cumplir con los requerimientos de los clientes, también usualmente para suavizar el flujo de bienes en el proceso de producción, especialmente hacia los centros de trabajo dependientes, pero la razón principal de su existencia es la protección contra la incertidumbre de los proveedores, hay otras razones que también justifican la existencia de inventarios, como son hacer frente a la demanda de productos finales, evitar interrupciones en el proceso productivo así como su propia naturaleza, nivelar el flujo de producción, obtener ventajas económicas, falta de acoplamiento entre la producción y el consumo, y el ahorro y la especulación, también pueden reducir los costos y mejorar el servicio al cliente (Dominguez Machuca et al., 1995; Ballou, 2004; Acero Giraldo y Pardo Restrepo, 2010; Rushton et al., 2010; Balcik et al., (2016); Chen, Yücel y Zhu, 2017).

Como se puede apreciar el mantenimiento de inventarios tiene numerosas ventajas, no obstante tiene aspectos negativos como son: absorben capital que podría estar disponible para mejor uso de otra manera, como mejorar la productividad o la competitividad y además, no contribuyen con ningún valor directo a los productos de la empresa, aunque almacenan valor (Dominguez Machuca et al., 1995; Ballou, 2004).

La gestión de inventarios es la técnica que permite mantener una existencia de productos a un nivel adecuado, según sean las necesidades de las unidades productivas que están relacionadas, y en consecuencia de las estrategias de producción, además es el proceso de administración del inventario, de manera que se logre reducir al máximo su cuantía, sin afectar el servicio al cliente, mediante una adecuada planeación y control del mismo. El enfoque tradicional, en lo que respecta a la gestión de inventarios, se basa en los conceptos de punto de pedido y cantidad a pedir, como base para tomar las decisiones de: ¿qué pedir?, ¿cuánto pedir?, ¿cuándo pedir? y ¿cómo pedir?, estas cuestiones constituyen variables de decisión que se pueden controlar, puesto que la demanda no (Sipper y Bulfin, 1998; Vidal, 2005; Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011; Toro Benítez y Bastidas Guzmán, 2011; Castellanos Echeverría, 2012).

La política de inventario se refiere normalmente a la cantidad que se debe mantener, define también los procedimientos y controles relacionados con su administración, así como la revisión y disciplina utilizada para ordenarlos y controlarlos (Sipper y Bulfin, 1998). Existen dos tipos de políticas de revisión de inventarios: política de revisión periódica y política de revisión continua (Castellanos Echeverría, 2012).

Los inventarios están presentes en el aprovisionamiento, la producción y la distribución y cumplen al menos cinco funciones de la empresa (Acero Giraldo y Pardo Restrepo, 2010; Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011; Granda León y Rodríguez Gaybor, 2013).

- Permiten utilizar economía de escala
- Equilibran la oferta y la demanda
- Permiten la especialización en la producción
- Permiten protegerse de la inseguridad de la demanda y del ciclo de abastecimiento
- Actúan como colchón en los diferentes niveles de la cadena logística

Los inventarios se mantienen y son importantes por dos razones principales: por razones de economía y de seguridad. Económicamente, existirán ahorros al fabricar o comprar en cantidades superiores, tanto en el trámite de pedidos, procesamiento y manejo, así como ahorros por volumen. Por otro lado, los inventarios de seguridad proveen fluctuaciones en la demanda o entrega, protegiendo a la empresa de elevados costos por faltantes, los mismos impactan la inversión en capital de trabajo, afectan la fidelidad de los clientes e influyen, positiva o negativamente, en los costos operativos. Por todo esto, la importancia de su buena administración es ampliamente reconocida y valorada (Granda León y Rodríguez Gaybor, 2013).

Conjuntamente con el manejo de inventarios existen problemas frecuentes asociados a este, según (Acero Giraldo y Pardo Restrepo, 2010), son los siguientes:

- Falta de registros: es necesario que las empresas cuenten con información suficiente que le permita mantener un nivel de inventario óptimo.
- Exceso de inventario: los empresarios muchas veces consideran que con los altos niveles de inventarios se aseguran las ventas y no se dan cuenta que se va disminuyendo paulatinamente la liquidez de la empresa.
- Insuficiencia de inventario: cuando la empresa no cuenta con los productos necesarios y suficientes para atender a sus clientes. Esto afecta fuertemente los resultados de las empresas, pues se pierden ventas y lo más importante, la fidelidad de los clientes.
- Baja calidad de la materia prima dada su caducidad: al hablar de productos perecederos es mejor no comprar grandes volúmenes de estos pues esto permite tener productos de excelente calidad siempre.
- Robo: cuando no se tiene una buena gestión del inventario se presentan más fácilmente robos por parte de los clientes y de los mismos empleados, generando un incremento en los costos.

- Desorden: si no se cuenta con un sistema ordenado para almacenar la mercancía el lugar donde se ubique el inventario será muy desordenado y esto provoca grandes pérdidas (mermas).
- Políticas de control: este aspecto es muy simple y de gran beneficio para controlar el inventario, un simple candado puede ser la diferencia entre utilidades o pérdidas.

Los problemas anteriormente mencionados son algunos de los que se identifican en las diferentes empresas, los cuales una vez detectados deben solucionarse a través del riguroso análisis de los diferentes métodos para el control de inventarios.

Los inventarios tienen diversas clasificaciones en dependencia de diferentes aspectos, las cuales se muestran a continuación en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Clasificaciones de los inventarios

Clasificación de inventarios por su forma	Inventario de materia prima (MP)
	Inventario de producto en proceso (PP)
	Inventario de producto terminado (PT)
Clasificación de inventarios por su función	Inventario de seguridad o de reversa
	Inventario de desacoplamiento
	Inventario en tránsito
	Inventario de ciclo
Clasificación de sistemas de inventarios en función de la demanda	Inventario de previsión o estacional
	Sistemas de demanda independiente
	Sistemas de demanda dependiente

Fuente: Elaboración propia a partir de Sipper y Bulfin, 1998; Ballou, 2004; Vidal, 2005; Espinoza, 2007; Acero Giraldo y Pardo Restrepo, 2010; Rushton et al., 2010; Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011; Mendoza Castillo y Zavaleta Henríquez, 2013; Dobson, Pinker y Yildiz, 2016.

Para determinar la política de inventarios es importante tener en consideración los costos en que se incurren en este proceso. La mayoría de los autores (Machuca et al., 1995; Sipper y Bulfin, 1998; Ballou, 2004; Martín-Andino, 2006; Espinoza, 2007; Beyer et al., 2010; Muckstadat y Sapra, 2010; Rushton et al., 2010; Uribe Cadavid, 2012; Mendoza Castillo y Zavaleta Henríquez, 2013) coinciden en que se deben tener en cuenta tres clases fundamentales de costos, dígame: de adquisición o compra, de manejar o mantener inventarios y de ruptura o por falta de existencias o faltantes; también están los costos de lanzamiento, de ordenar y por último se incurre en el costo de operación del sistema.

El costo de mantener inventarios puede ser considerado en cuatro clases (Machuca et al., 1995; Sipper y Bulfin, 1998; Ballou, 2004; Martín-Andino, 2006; Espinoza, 2007; Marrero

Delgado y Rodríguez Miranda, 2011): costos de espacio, costos de capital, costos de servicio y costos de riesgo.

1.1.1. Modelos de gestión de inventario

La aplicación de un sistema de gestión de inventario es una de las alternativas más influyentes en el esfuerzo por reducir los costos y mejorar la eficiencia económica, ya que mejora los niveles de servicio al cliente e incrementa la liquidez y permite a las organizaciones estar prevenidas frente a las fluctuaciones de la demanda manteniendo un óptimo nivel de seguridad, logrando mantener los inventarios necesarios del producto. Diversos métodos de gestión de los inventarios se aplican para desarrollar un sistema de gestión del mismo que se adecue con el comportamiento de los datos, estos modelos para la administración del inventario se agrupan en dos categorías principales, según sean sistemas determinísticos y los sistemas probabilísticos (Espinoza, 2007; Pérez Vergara *et al.*, 2012).

- Los sistemas determinísticos: tienen muchas restricciones y se basa en el modelo de Wilson de lote económico de compra: EOQ, se basa en la demanda conocida y no tiene variaciones en el tiempo.
- Los sistemas probabilísticos: consideran las fluctuaciones aleatorias en las demandas, en las entregas del proveedor, y otros factores incontrolables. Estos sistemas se clasifican a su vez según el tipo de demanda ya sean dependientes o independientes.

Las decisiones en inventarios son tomadas en función de cómo se espera que sea la demanda futura, la cual da origen a distintos modelos.

Tabla 1.2. Modelos de inventario según la demanda

	Estática	Dinámica
Probabilísticos	Se utilizan cuando la demanda es aleatoria y tiene una distribución de probabilidades, pero es igual para todos los períodos.	Se utilizan cuando la demanda es probabilística con una distribución de probabilidades, y es variable en cada período.
Determinísticos	Se utilizan cuando la demanda es conocida y constante para todos los períodos.	Se utilizan cuando la demanda es conocida y constante, pero varía para cada período.

Fuente: Elaboración propia a partir de Espinoza, 2007; Beyer *et al.*, 2010; Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011; Uribe Cadavid, 2012; Dobson, Pinker y Yildiz, 2016.

Con relación a las decisiones que se deben tomar sobre la gestión de los inventarios, se pueden clasificar en base a lo siguiente (Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011).

- Políticas de inventarios, para las cuales se definen diferentes modelos de análisis.

- Dimensionamiento de las cantidades a ordenar, las cuales están en función de las políticas definidas.
- Sistemas de control a implementar.

A continuación se exponen una serie de modelos para la gestión de inventarios según los autores (Sipper y Bulfin, 1998; Vidal, 2005; Espinoza, 2007; Muckstadat y Sapra, 2010; Rushton et al., 2010; Marrero Delgado y Rodríguez Miranda, 2011; Castellanos Echeverría, 2012; Uribe Cadavid, 2012; Dobson, Pinker y Yildiz, 2016).

Modelo básico de cantidad económica de la orden (Modelo EOQ: Economic Order Quantity)

El Modelo básico de lote económico de pedido (EOQ), también conocido como Modelo de Wilson en honor a su creador, es el modelo fundamental de los modelos de inventarios y tiene el mérito de haber servido de base a casi la totalidad de los modelos de administración de inventario existentes. Aunque su aplicación práctica tiene limitaciones, derivadas del conjunto de supuestos que requiere, bajo ciertas consideraciones puede y de hecho es aplicado. Entre los mencionados supuestos, los más importantes son:

- Solo se considera el costo de preparación del pedido y el costo de inventario.
- La demanda de productos es constante.
- El plazo de entrega también es constante e inmediato.
- Los pedidos se solicitan cada intervalo constante de tiempo.
- No existirá ruptura de stock.

Modelo de revisión continua

Se conoce también como sistema de punto de pedido, sistema de cantidad fija o sistema Q. En el mismo, a partir de determinada cantidad de inventario se le va haciendo entrega de los productos a los clientes internos o externos, hasta llegar a un momento en que queda almacenada cierta cantidad (punto de reorden), en el cual se emite un pedido que será siempre por la misma cantidad, aunque el tiempo entre un pedido y otro pasa a ser variable, siendo esta última la característica principal de este sistema: cantidad fija y frecuencia variable.

Este sistema es conveniente utilizarlo cuando se trata de productos o materiales fáciles de contabilizar; de costo elevado que requieren un estricto control, la variedad de surtidos no es muy grande y preferentemente cuando hay cercanía con el proveedor o cliente.

Generalmente son cuatro las situaciones que pueden presentarse con el Sistema de revisión continua, estas son:

- Considerar la demanda y el plazo de entrega constantes.
- Considerar el plazo de entrega aleatorio y la demanda constante.

- Considerar la demanda aleatoria y el plazo de entrega constante.
- Considerar aleatorios tanto la demanda como el plazo de entrega.

Modelo de revisión periódica

Conocido también como sistema de frecuencia fija o sistema “P”, se caracteriza porque en el mismo la frecuencia de suministro se mantiene fija, mientras que la cantidad solicitada en cada pedido, constituye una magnitud variable. Su aplicación se recomienda, en presencia de productos muy difíciles de contabilizar, de costo reducido que no requieren de un estricto control, cuando en una misma solicitud se incluyen varios productos y además si el proveedor se encuentra en un lugar relativamente alejado. En este modelo son válidas las mismas consideraciones analizadas en el Sistema de revisión continua respecto a las situaciones que pueden presentarse.

Modelo de descuento por cantidades

Constituye una variante del Modelo de revisión continua muy generalizado en la práctica de la función de compras, pues en el mismo el proveedor aplica una estrategia de marketing consistente en que, en la medida que se adquiere una cantidad superior, el precio por unidad se reduce. En consecuencia, este sistema se aplica, cuando el precio de los productos o insumos, varía en dependencia de las cantidades que serán adquiridas por los clientes. La compra de cantidades grandes, al tiempo que reduce el precio por unidad, requiere de menos preparaciones para obtener el pedido, lo que también constituye un ahorro, pero en cambio, implica que se mantenga inventarios de productos y materiales, en cantidades superiores a las necesarias y en ocasiones, durante un tiempo relativamente largo. Esto hace, que no siempre resulte más económico adquirir grandes cantidades, fundamentalmente cuando se trata de insumos costosos, con un alto costo de inventario. Son dos las situaciones que se pueden presentar en el Modelo de descuento por cantidades, las cuales son fijadas en las condiciones que ofrece el proveedor, las cuales son descuento incremental y descuento en todas las unidades.

Cantidad económica a producir (EPQ)

Esta extensión del modelo EOQ relaja la suposición de una tasa de reabastecimiento infinita. En su lugar se tiene una tasa finita, que es lo normal para artículos fabricados, en donde el lote se entrega a través del tiempo de acuerdo con la tasa de producción. También se permite que ocurran faltantes y se cumplan las órdenes atrasadas, suponiendo que existe un nivel mínimo de atraso que la administración está dispuesta a tolerar. Los faltantes ocurren en los sistemas de producción debido a falta de material, falta de capacidad o ambas.

Heurístico Silver- Meal

Se usa para determinar un plan de producción o abastecimiento casi óptimo. Se basa en el hecho de que el objetivo es minimizar el costo promedio por periodo. Suponiendo que nos encontramos al inicio del periodo 1 y debemos determinar cuántos periodos de demanda se deben satisfacer con el abastecimiento del periodo 1.

Sistema de Clasificación ABC de los inventarios

La filosofía del sistema ABC radica en que muchas veces cuesta más el control que lo propio controlado, por esta razón sugiere clasificar según la importancia y consumo.

A: requieren mayor control por su costo de adquisición y por el costo de tenerlo en inventario, por su aporte directo a las utilidades y por ser material importante dentro del trabajo fundamental.

B: Los que no son tan necesarios como los “A”, por costos, por utilidad y por el control que se ejerce sobre ellos. Para la realización de pedidos debe calcularse la cantidad óptima de pedido.

C: Artículos que requieren poca inversión por ser de poca importancia en la elaboración del producto final, requiriendo revisión sencilla sobre las existencias, pero que serán suficientes para lo requerido finalmente. Puede mantenerse una cantidad considerable en bodega, se procura no sobrepasar ni estar por debajo de los que debe mantener de existencia.

1.2. Generalidades sobre el análisis de riesgo

Las organizaciones, no importa cuál sea su actividad y tamaño, afrontan una serie de riesgos que pueden afectar a la consecución de sus objetivos. Todas las actividades de una organización están sometidas de forma permanente a una serie de amenazas, lo cual las hace vulnerables, comprometiendo su estabilidad. Accidentes o riesgos operacionales, enfermedades, incendios, pérdidas de beneficios, catástrofes naturales, etc., son una muestra de este panorama, sin olvidar las amenazas propias del negocio (Chapman y Ward, 2003; Martín Romeral y Torres Gallego, 2008; Torres Enciso y Casares Martí, 2011; Molpeceres, 2012; Brennan, 2013; Leveson, 2014; Dávila Aragón *et al.*, 2015).

Acerca del término riesgo existen diferentes conceptos y definiciones las cuales se muestran en el anexo 2. En estos estudios se observa la existencia de consenso en utilizar las expresiones fallas, accidentes, sucesos, daños, protección, prevención o costo por dichos daños, relacionados todos con la salud y seguridad de los trabajadores inmiscuidos en las diferentes operaciones, así como del medio ambiente.

Cuando se aborda el tema referente al riesgo es necesario referirse a la gestión de riesgo, donde (Torres Enciso y Casares Martí, 2011) plantean que hablar sobre este tema ya no se limita al enfoque financiero tradicional o de cobertura. La gerencia de riesgos en realidad posee

una visión holística de la compañía que contempla aspectos muy variados como la pérdida de control, la seguridad, así como diversas estrategias para prevenir, reducir o transferir el riesgo. Según, Molpeceres (2012) es el proceso planificado, concertado, participativo e integral de reducción de las condiciones de riesgo de desastres de una comunidad, una región o un país. Implica la complementariedad de capacidades y recursos locales, regionales y nacionales y está íntimamente ligada a la búsqueda del desarrollo sostenible. Es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales para implementar políticas y estrategias con el fin de reducir el impacto de amenazas naturales y desastres ambientales y tecnológicos; mientras que de una forma más reducida (Casares, 2013) plantea que son las actividades coordinadas para dirigir y controlar una empresa en relación con el riesgo e incluye, por norma general, la evaluación, el tratamiento, la aceptación y la comunicación de los riesgos.

La gerencia de riesgos en un entorno global se está perfilando como una estrategia financiera y empresarial que proporciona una importante ventaja competitiva a las empresas que disponen de ella, así como un importante incremento de valor en el mercado. Toda empresa debería establecer esquemas eficientes y efectivos de administración, gestión y control de todos los riesgos a los que se encuentran expuestas en el desarrollo de su negocio, conforme su objeto social, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que sobre esta materia establezcan otras normas especiales y/o particulares, ya que la administración integral de riesgos es parte de la estrategia institucional y del proceso de toma de decisiones (Mcneil et al., 2005; Martínez Enciso y Casares Martí, 2011; Casares, 2013).

La norma que aborda el tema referente al riesgo y por consiguiente su gestión es la ISO: 31000 (2015), la cual está estructurada en tres elementos clave para una efectiva gestión de los mismos: los principios para su gestión, la estructura de soporte y el proceso de gestión, los cuales se muestran en la figura 1.2. Los principios buscan establecer el enfoque cultural e ideológico con que se deben gestionar los riesgos en toda organización. La estructura del sistema de gestión, denominada también marco de trabajo, establece y define los componentes necesarios para realizar una buena gestión de los riesgos e indica que el proceso debe iniciarse en la alta dirección de la empresa, mostrando su compromiso y emitiendo directrices para el proceso de gerencia de riesgos (política de riesgos). Este proceso se considera el pilar más importante al ser el que realmente permite gestionar los riesgos cuando estos se materializan en el contexto de la empresa, debe estar precedido y apoyado en los dos primeros si se quiere que el conjunto de la gerencia de riesgos sea eficaz para el logro de los objetivos de la empresa.

Esta norma en general habla sobre la evaluación de riesgos y tiene como finalidad que las organizaciones comprendan las amenazas que podrían afectar el logro de los objetivos y la adecuación y eficacia de los controles ya existentes, proporcionando una base para el tratamiento de los riesgos y la selección de las mejores decisiones a través de las buenas prácticas que ofrece.

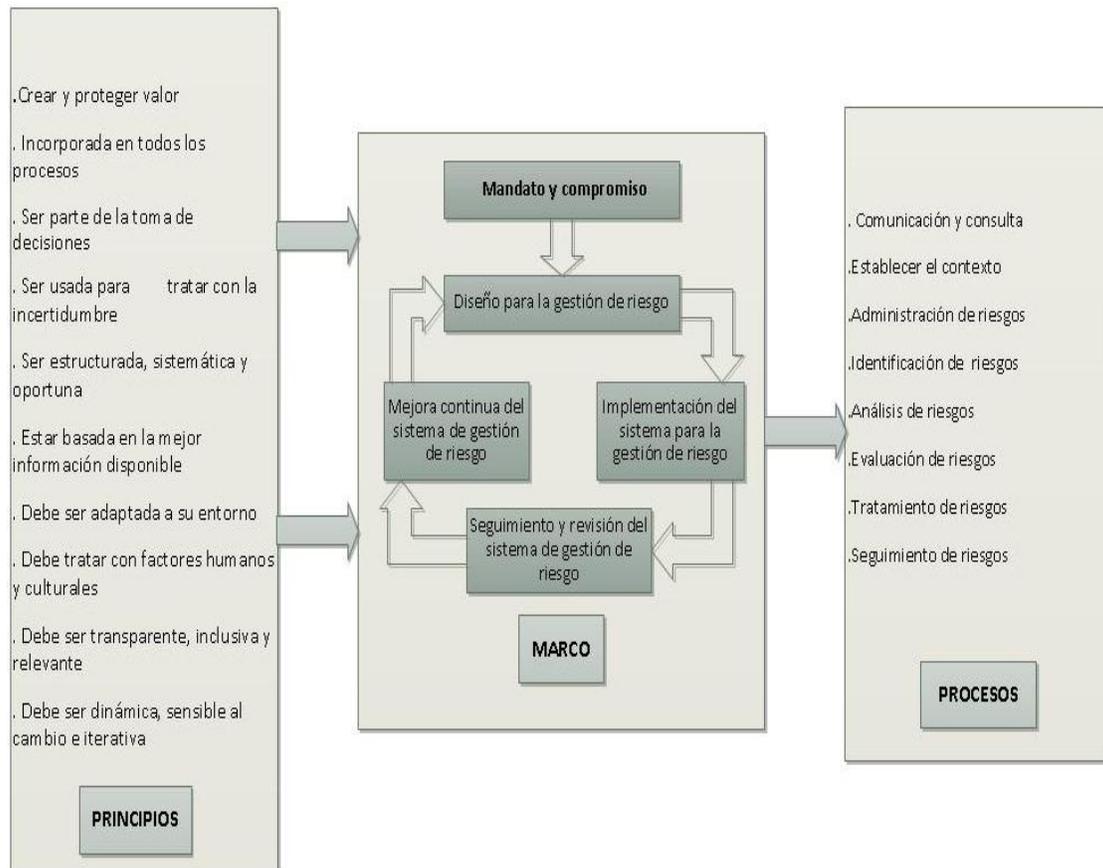


Figura 1.2. Relación entre el proceso, los principios y el marco de la gestión de riesgos.

Fuente: ISO 31000, 2015.

La norma contiene las respuestas a las preguntas siguientes:

- ¿Qué puede suceder y por qué?
- ¿Cuáles son las consecuencias?
- ¿Cuál es la probabilidad de que ocurran en el futuro?
- ¿Hay factores que mitigan las consecuencias del riesgo o que reducen su probabilidad?

La evaluación de riesgos no es una actividad independiente y debería integrarse con los otros componentes en el proceso de gestión, afirma la ISO 31000 (2015), esta norma puede ayudar a la organización en los enfoques siguientes:

- Conceptos de evaluación de riesgos.

- Proceso de evaluación de riesgos.
- Selección de las técnicas de evaluación de riesgos.

En dicha norma también se tratan las ventajas de gestionar de forma correcta el riesgo, las cuales son:

- Aumentar la probabilidad de lograr los objetivos.
- Fomentar la gestión proactiva.
- Ser conscientes de la necesidad de identificar y tratar los riesgos en toda la organización.
- Mejorar la identificación de las oportunidades y amenazas.
- Cumplir con las exigencias legales y reglamentarias y las normas internacionales.
- Mejorar la confianza de los interesados y la confianza.
- Establecer una base confiable para la toma de decisiones y la planificación.
- Mejorar los controles.
- Asignar y utilizar eficazmente los recursos para el tratamiento del riesgo.
- Mejorar la eficacia operacional y la eficiencia.
- Mejorar la salud y seguridad, así como la protección del medio ambiente.
- Mejorar la prevención de pérdidas y gestión de incidentes.
- Minimizar las pérdidas.
- Mejorar el aprendizaje de la organización.
- Mejorar la resistencia de la organización.

1.2.1. Análisis de riesgo y definiciones matemáticas

El análisis de los riesgos es el proceso de identificación de los efectos potenciales en el funcionamiento empresarial, consiste en un proceso sistemático para estimar la probabilidad de ocurrencia y la magnitud del impacto de cada fallo identificado en los activos y recursos de la organización (Martín Romeral y Torres Gallego, 2008; Sondalini, 2009; Rodríguez Díaz, 2014).

La ISO 31000 (2015) además de otros autores como (Mcneil et al., 2005; Altez Villanueva, 2009; Martínez Enciso y Casares Martí, 2011; Moreno Martínez et al., 2012; Narvaéz Rosero, 2014), plantean que el análisis del riesgo se puede realizar con diferentes grados de detalle, dependiendo del riesgo, de la finalidad del análisis y de la información, de los datos y recursos disponibles. El análisis puede ser cualitativo (alto, medio, bajo), semicuantitativo o cuantitativo (valor en riesgo, flujos de caja en riesgo, distribuciones de pérdidas, backtesting, análisis de sensibilidad, etc.) o una combinación de los tres casos, dependiendo de las circunstancias, con el objetivo de determinar la probabilidad e impacto (tangibles e intangibles) de los posibles eventos. Dependiendo de los casos se puede necesitar más de un valor numérico o descriptor

para especificar las consecuencias y su probabilidad, para diferentes momentos, lugares, grupos o situaciones.

El análisis del riesgo proporciona elementos de entrada para la evaluación y para tomar decisiones acerca de si es necesario tratar los riesgos, así como sobre las estrategias y los métodos de tratamiento del riesgo más apropiados (Rodríguez Díaz, 2014).

La definición matemática de riesgo lo define como la esperanza matemática de la pérdida. Si se considera un suceso con una probabilidad de ocurrencia y un daño o consecuencia, el riesgo vendrá definido por el producto de esta probabilidad por el efecto o magnitud del daño. Es el resultado de la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de un peligro definido (problema, fallo, accidente, catástrofe natural, fraude, error humano, etc.) y de la severidad o magnitud de las consecuencias de este hecho indeseable en caso de que ocurra. El concepto de riesgo tiene dos elementos, la probabilidad y las consecuencias en caso de que suceda; en las expresiones 1.1 y 1.2 se muestra como se calcula el mismo (Sondalini, 2009; Borboa Santamaría, 2010; Brennan, 2013; Liu; Liu; Liu, 2013; Rodríguez Díaz, 2014; Saporì et al., 2014).

$$\text{Riesgo} = P \times C \quad (1.1)$$

Donde:

P: Probabilidad de ocurrencia; siendo $0 \leq P \leq 1$

C: Consecuencia o daño

Una definición equivalente se puede obtener al sustituir la probabilidad de ocurrencia por la frecuencia con que ocurre un fallo y las consecuencias que podrían traer consigo por la severidad de los daños:

$$\text{Riesgo} = F \times S \quad (1.2)$$

Donde:

F: Frecuencia de ocurrencia

S: Severidad

Estos efectos se pueden medir en distintas unidades: en términos económicos, en pérdida de vidas humanas, en daños personales, etc. Obviamente, para reducir el riesgo se puede actuar sobre las dos variables, o sea, reducir la probabilidad de ocurrencia o la magnitud esperable del daño, o actuar simultáneamente sobre las dos. Disminuir la probabilidad es prevención y disminuir la gravedad de los efectos es protección, una vez que las probabilidades y los modos de fallo se han determinado, los mecanismos de deterioro pertinentes y la probabilidad de cada consecuencia deben ser determinados. La falta de contención solo puede ser el primer evento en una serie de eventos que llevan a una consecuencia específica (Brennan, 2013; Rodríguez

Díaz, 2014; Saporì et al., 2014; Wiengarten, Humphreys y Gimenez ,2015; Giannakis y Papadopoulos 2015; Chan Magaña, Gameros Cámara y Balam Mena, 2015)

1.2.2. Técnicas para la identificación y/o evaluación de riesgos

La identificación de los riesgos a los que está sometida una empresa es la base de la gerencia de riesgos. El primer paso del análisis debe consistir siempre en la identificación y conocimiento detallado de las posibles fuentes, orígenes o causas de los fallos, así como los sujetos que pudieran verse afectados por los mismos, sus consecuencias potenciales, las áreas de impactos, etc. No todos los acontecimientos que suceden en una empresa son susceptibles de interpretarse como un riesgo, ni todos llegan a materializarse.

El objetivo de esta etapa consiste en generar una lista exhaustiva de riesgos denominada “decálogo de riesgos”, basada en aquellos sucesos que podrían crear, mejorar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos. En el anexo 3 se muestra una relación de las técnicas potenciales y sus categorías, donde se observa la existencia de más de treinta métodos de evaluación, ordenados por su nombre y clasificados por su aplicabilidad (FA: Fuertemente aplicables, NA: No se aplica, A: Aplicable) en cada una de las diferentes fases de identificación, análisis y evaluación de los riesgos; esta evaluación va a permitir establecer las estrategias oportunas que favorezcan la reducción de la frecuencia y la intensidad del impacto del riesgo. Entre dichas estrategias también se puede decidir “no hacer nada”, y si bien es una estrategia improbable, en algunas circunstancias tiene sentido no tratar el riesgo de ninguna otra manera que manteniendo los controles existentes. En otras ocasiones, puede llevar a la decisión de realizar un análisis en mayor profundidad (ISO 31000, 2015; Narvaéz Rosero, 2014; Wiengarten, Humphreys y Gimenez ,2015; Giannakis y Papadopoulos 2015; Chan Magaña, Gameros Cámara y Balam Mena, 2015; Hu, 2016).

Existen diferentes métodos y herramientas que contribuyen a una mejor gestión en la etapa de identificación de riesgos, gracias a los cuales se puede obtener un sistema de información organizado a partir del cual se procesan los riesgos encontrados. A continuación se detallan las características generales de un grupo de técnicas utilizadas para realizar la evaluación de los riesgos (Mcdermott et al., 2009; Becerra Salamanca y Caicedo 2010; Ospino Ibarra, 2012; Rodríguez Díaz, 2014; Espinosa Fuentes, 2014; Wiengarten, Humphreys y Gimenez ,2015; Giannakis y Papadopoulos 2015; Chan Magaña, Gameros Cámara y Balam Mena, 2015; Hu, 2016).

Análisis de modos de fallos y sus efectos (FMEA) / Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (FMEAC)

El FMEA, es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo del producto que permite, de una forma sistemática, asegurar que han sido tenidos en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles, es decir, permite identificar las variables significativas del proceso/producto para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce, evitando que productos defectuosos o inadecuados lleguen al cliente, es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo. Se pueden distinguir dos tipos de FMEA, el de diseño, que va dirigido al producto, y el de proceso, que está orientado al proceso de fabricación, es decir, a los medios de producción que se utilizan.

Cuándo la criticidad es considerada en un FMEA, el nombre es cambiado a Análisis de Modos de Falla, Efectos y Criticidad FMECA y una sección adicional es añadida en el procedimiento y en el formato tabular del FMEA. Aunque hoy en día la distinción entre ambos términos ha sido empañada y a menudo son usados intercambiamente.

FMECA es una técnica que facilita la identificación de posibles problemas en el diseño o proceso mediante el examen de los efectos de los fallos del nivel inferior. Las acciones recomendadas o las disposiciones de compensación son para reducir la probabilidad de que ocurra el problema, y mitigar el riesgo, si de hecho se produce. Para que un FMECA sea efectivo debe ser realizado por personal que está íntimamente relacionado con el diseño y operación del sistema además de una efectiva facilitación.

Análisis de peligros y operabilidad (HAZOP)

Denominado también "Hazard and Operability Análisis" o HAZOP es una técnica de seguridad orientada a identificar circunstancias de peligro y de accidente, siendo la operación (la garantía de funcionamiento) un aspecto secundario, es un método absolutamente sistemático, porque se controlan todas y cada una de las variables de proceso, en todos y cada uno de los equipos de la planta. Su aplicación se fundamenta en la identificación de todos los parámetros del proceso (presión, temperatura, nivel, caudal, etc.) y sus condiciones de trabajo habituales, analizando de manera sistemática las desviaciones posibles. Para cada situación peligrosa

identificada se propondrán las medidas correctoras oportunas en el sentido de evitar las desviaciones detectadas.

Este método requiere documentación completa y un conocimiento exhaustivo de la planta, de los productos utilizados y de las condiciones de proceso. Está especialmente adaptado a plantas relativamente complejas en las que otros métodos serían totalmente anárquicos.

Análisis mediante árbol de fallas (FTA)

La técnica del Árbol de Fallas es una de las más usadas para estimar la frecuencia de ocurrencia de eventos no deseados en sistemas con varios componentes. Es una técnica en la cual muchos eventos que interactúan para producir otros eventos pueden ser relacionados mediante el uso de simples relaciones lógicas; estas relaciones permiten la construcción de una estructura lógica que permite modelar los modos de falla de un sistema. Se recomienda su utilización en instalaciones complejas en las que concurren muchos aparatos, instrumentos, equipo de control y alarma y sistemas de seguridad. Incluso es aplicable para valorar la incidencia del fallo humano en la probabilidad del suceso capital.

Análisis de riesgo (PHA)

El análisis de riesgo (también conocido como evaluación de riesgo o PHA por sus siglas en inglés: Process Hazards Analysis) es el estudio de las causas de las posibles amenazas, y los daños y consecuencias que estas puedan producir. Este tipo de análisis es ampliamente utilizado como herramienta de gestión en estudios financieros y de seguridad para identificar riesgos (métodos cualitativos) y otras para evaluar riesgos (generalmente de naturaleza cuantitativa). El primer paso del análisis es identificar los activos a proteger o evaluar. La evaluación de riesgos involucra comparar el nivel de riesgo detectado durante el proceso de análisis con criterios de riesgo establecidos previamente. La función de la evaluación consiste en ayudar a alcanzar un nivel razonable de consenso en torno a los objetivos en cuestión, y asegurar un nivel mínimo que permita desarrollar indicadores operacionales a partir de los cuales medir y evaluar.

Análisis mediante árboles de sucesos o eventos

Mediante el ETA (Event Tree Análisis) se pretende estructurar la secuencia de eventos básicos que desencadena un tipo de accidente concreto, estableciendo también las probabilidades de ocurrencia, si el conocimiento de los sucesos básicos lo permite. Desde un punto de vista abstracto, es similar al análisis de árboles de fallos, sin embargo, los sucesos básicos en este caso no son fallos de los sistemas sino alternativas de las diferentes situaciones que pueden darse. Por su especificidad y grado de desarrollo, son aplicables a las mismas instalaciones y bajo las mismas condiciones que los árboles de fallos.

Análisis de causas y consecuencias

Permite un análisis cuantitativo de los eventos de fallo en sistemas complejos, partiendo de sucesos capitales y factores condicionantes, con lo que al final se obtiene un árbol de causas/consecuencias. Es una combinación de árboles de fallos y árboles de sucesos por lo que también se utilizan símbolos lógicos y asignación de probabilidades a cada uno. Los resultados obtenidos son muy detallados y permiten, como en el caso de los árboles de fallos y de sucesos, cuantificar la utilidad de las medidas correctoras propuestas.

Índices de riesgo

Son procedimientos de aplicación relativamente simple a instalaciones complejas, en las que se evalúan una serie más o menos detallada de parámetros y se cuantifican unos valores que permiten una evaluación del nivel de riesgo de la instalación analizada. Existe un buen número de ellos, cada uno con sus especificidades. Son métodos de aplicación simple y económica ya que con la cumplimentación razonada de una lista de comprobación, se obtienen de forma más o menos inmediata unos valores orientativos del riesgo intrínseco de la actividad e incluso pueden determinarse los factores que más contribuyen a incrementar este riesgo. Sin embargo, su grado de descripción de la instalación es limitado, por lo que los resultados obtenidos son genéricos y pueden pasar por alto multitud de factores, agravantes o no.

Listas de Verificación (Checklists)

Consiste en contrastar la realidad de la planta con una lista muy detallada de cuestiones relativas a los más diversos ámbitos, tales como condiciones de proceso, seguridad o estado de las instalaciones o servicios. Es un procedimiento fácil y controlado. Está especialmente adaptado para garantizar el cumplimiento de normas o reglamentos técnicos y permite la reproducibilidad del análisis de forma periódica, permitiendo estudiar las desviaciones que se producen en el tiempo.

Análisis "¿Qué pasa si...?"

El objetivo fundamental de este método es la detección y análisis de las desviaciones sobre los procesos y condiciones previstos, intentando evitar aquellos eventos que puedan resultar no deseables. Básicamente consiste en responder cualitativamente a una batería de preguntas del tipo "¿Qué pasa si...?". Resulta un sistema muy creativo y de simple aplicación (y por lo tanto, económico). Sin embargo, aun realizándose de modo estructurado puede pasar por alto algunos peligros menos evidentes pero no por ello menos graves.

Análisis histórico de accidentes

Su objetivo primordial es detectar los peligros presentes en una instalación por comparación con otras similares que hayan tenido accidentes registrados en el pasado. Analizando esos

antecedentes es posible conocer las fuentes de peligro, estimar el alcance posible de los daños e incluso, si la información es suficiente, estimar la frecuencia de ocurrencia. Es una metodología simple y económica, ya que no compromete muchos recursos materiales o humanos. Su gran ventaja es que detecta peligros absolutamente reales, que ya en el pasado se han puesto de manifiesto. Sin embargo, las informaciones recogidas son limitadas dado que sólo se registran los accidentes que acaban en eventos de relativa importancia y se obvian incidentes, potencialmente más peligrosos que los anteriores, pero que por circunstancias fortuitas favorables no desencadenan un gran accidente.

Análisis preliminar de peligros

Este método es similar al análisis histórico de accidentes, aunque no se basa en el estudio de siniestros previos sino en la búsqueda bibliográfica de peligros que puedan hallarse presentes en una nueva instalación a partir de la lista de productos químicos presentes. Este es un procedimiento de análisis simple y económico, aunque no sistemático; es estrictamente cualitativo y depende en exceso de los conocimientos previos de los ejecutantes. Resulta idóneo para instalaciones en fase de anteproyecto o ingeniería básica, cuando aún no se han desarrollado planos detallados de la instalación.

Análisis de las funciones

El objetivo de esta técnica es analizar los peligros y los puntos críticos de control (HCCAP), es un sistema sistemático, proactivo y preventivo para asegurar la calidad del producto, fiabilidad y seguridad del procesos midiendo y supervisando las características específicas que requieren ser definidos dentro de ciertos límites.

Evaluaciones de controles

Esta técnica realiza un análisis de las capas de protección (LOPA). Es un método de análisis de riesgo semicuantitativo para determinar y valorar el riesgo de forma intuitiva, que señala qué capas de protección son susceptibles de ser mejoradas y en qué grado.

1.2.3. Tratamiento, revisión y seguimiento del riesgo

El tratamiento del riesgo implica la selección y la implementación de una o varias opciones para modificar los riesgos, opciones que aparecen desarrollando el siguiente proceso cíclico: evaluar un tratamiento del riesgo; decidir si los niveles de riesgo residual son tolerables; si no son tolerables, generar un nuevo tratamiento del riesgo; evaluar la eficacia de este tratamiento. Una vez evaluados los riesgos relevantes, la dirección determina cómo responder a ellos (Sondalini, 2009; Veitía Rodríguez *et al.*, 2010; Martínez Enciso y Casares Martí, 2011; Wiengarten, Humphreys y Gimenez ,2015; Giannakis y Papadopoulos 2015; Chan Magaña, Gameros Cámara y Balam Mena, 2015; Hu, 2016).

La ISO 31000 amplía el abanico de posibilidades en un intento de abarcar tanto medidas de control como medidas o estrategias de financiación en cuanto a la respuesta ante los riesgos como estrategia de tratamiento:

- Evitar el riesgo decidiendo no iniciar o continuar con la actividad que causa el riesgo.
- Aceptar o aumentar el riesgo a fin de perseguir una oportunidad.
- Eliminar la fuente del riesgo.
- Modificar la probabilidad.
- Cambiando las consecuencias.
- Compartir el riesgo con otras partes (incluyendo los contratos y la financiación del riesgo).
- Retener el riesgo en base a una decisión informada.

Un buen tratamiento del riesgo implica la implementación de una o varias estrategias combinadas, de forma que la selección de las mismas debe implicar que la empresa va a obtener una reducción de los costes, un incremento de valor global, así como otro tipo de ventajas teniendo en cuenta los requisitos legales, reglamentarios y de responsabilidad social.

El seguimiento y la revisión son una innovación de la norma ISO 31000, al referirse a cómo el proceso de tratamiento del riesgo debería someterse a una verificación o una vigilancia regular y abarcar todos los aspectos del proceso de gestión del riesgo. Este proceso de seguimiento y revisión sobre los planes de tratamiento del riesgo proporciona una medida del funcionamiento de los mismos, cuyos resultados, registrados en informes internos y externos, se pueden incorporar en la gestión del funcionamiento global de la organización, en su medición y en las actividades externas e internas. Todos estos procesos de gestión del riesgo deben registrarse para proporcionar la base para la mejora de los métodos y de las herramientas, así como del proceso en su conjunto (Martínez Enciso y Casares Martí, 2011; Casares, 2013; Liu, Liu y Liu, 2013).

1.3. El análisis de riesgos en empresas constructoras

El sector de la construcción es complejo y presenta una serie de particularidades e incertidumbres específicas que condicionan la existencia, estructura y funcionamiento de las empresas que operan en este mercado. Por otra parte existe una gran preocupación por mejorar y armonizar la información encaminada a realizar una mejor gestión empresarial; incluyendo por su puesto, a las empresas constructoras. La construcción es una actividad con un uso más intenso del factor trabajo, que se manifiesta en una productividad aparente relativamente baja de este factor; en particular, es más baja que la obtenida en la industria (Pellicer Armiñana, 2003; Begoña Martínez et al., 2012; Hola, 2014; Narvaéz Rosero, 2014).

Los accidentes son uno de los mayores problemas en la construcción, ya que la seguridad en algunos casos se percibe como un costo extra. En los años recientes alrededor del mundo la seguridad en la construcción se ha convertido en un asunto de gran preocupación por parte de los gobiernos y las propias empresas. Hoy en día, dichas empresas requieren de un mejor manejo de los riesgos e incertidumbres que afectan sus obras. Las incompatibilidades en los planos, la falta de contractibilidad, el uso de tecnologías nuevas, la falta de seguridad en obra y la falta de comunicación y coordinación son algunas causales de riesgo que amenazan el logro de los objetivos de todo proyecto (Altez Villanueva, 2009; Gurcanli et al., 2015).

Las empresas constructoras deben identificar los riesgos que asumen, para prevenirlos o distribuirlos entre distintos agentes, diluyendo el impacto estimado cuando este sea excesivo para la viabilidad de la empresa. Ello implica un control del riesgo configurado que ayude a la gestión eficiente del mismo, bajo el principio de riesgo conocido, asumido, controlado y gestionado. El nivel de riesgo que se deriva en una obra es posiblemente el más difícil de cuantificar en detalle. El aumento imprudente de las cargas de uso, el fallo de un material resistente por falta de mantenimiento en el sistema original de protección de dicho material, son algunos de los casos de riesgo que se pueden identificar en el sector de la construcción (Armiñana, 2003).

A continuación se enumeran otros peligros que según (Gurcanli et al., 2015) pueden evidenciarse en este sector al realizar algún trabajo u obra:

1. Hundimiento
2. Caer en una excavación
3. Ser golpeado por algún objeto colgante
4. Derrumbe de estructuras u otras edificaciones aledañas
5. Accidentes con equipos de trabajo (se han registrado varios con la concreteira)
6. Golpeado por un vehículo
7. Contacto con las líneas del subsuelo
8. Caer de gran altura
9. Riesgos del manejo manual de instrumentos
10. Contacto con la electricidad

Para tener éxito, la organización debe estar comprometida a tratar la gestión de riesgos de forma proactiva y consistente durante todo el transcurso del proyecto. Un riesgo puede tener una o más causas y, si se produce, uno o más impactos (Ospino Ibarra, 2012).

La gestión de riesgos en la construcción (GRC) es una herramienta como complemento de la gestión del proyecto para controlar los riesgos potenciales e incertidumbres del mismo,

mediante el uso de técnicas y metodologías. Es por ello que las técnicas usadas en la gestión de riesgos en general pueden aplicarse perfectamente en el sector de la construcción (Altez Villanueva, 2009).

1.4. El análisis de riesgo en la gestión de inventario

La ISO 31000 (2015) establece y define que dentro de los componentes necesarios para realizar una buena gestión de los riesgos resalta, el compromiso por parte de la alta dirección de la empresa, quien emite directrices para llevar a cabo este proceso. Entre las ventajas que proporciona la gestión de riesgos prevalece la probabilidad de lograr objetivos, mejorar la identificación de oportunidades y amenazas y controlar la eficiencia del sistema empresarial. Es fundamental para la dirección de la empresa objeto de estudio minimizar los niveles de inventario para evitar la inmovilización de recursos que afecta la liquidez empresarial de ahí la importancia de la aplicación de procedimientos que integren ambos conceptos.

Teniendo en cuenta las características de la organización objeto de estudio, se requiere que el procedimiento seleccionado para mejorar su gestión integre la solución a varios problemas (riesgos) o que al menos se resuelvan los más importantes. Este procedimiento de gestión de riesgos para mejorar el proceso de gestión de inventario debe caracterizarse por el aporte de una herramienta de trabajo operativa que sustente el proceso de toma de decisiones.

El análisis de riesgo es un proceso que debería aplicarse en todos los sectores y empresas, no obstante, cuando a términos de gestión de inventario se refiere, en la literatura no se aborda ampliamente el tema y lo hallado está asociado al análisis en las partidas financieras en la organización; no siendo así el caso de la gestión de compra (Juha y Pentti, 2008; Kumru y Kumru, 2013), la gestión del mantenimiento (Rodríguez Díaz, 2014; Hameed, Khan, y Ahmed, 2015; Kiran et al., 2015; Dickerson y Ackerman, 2016), y gestión de la producción (Shah et al., 2013; Hoyos, Morales y Akhavan-Tabatabaei, 2014; Haimelin et al., 2016). Montenegro Alfonso (2014), en su tesis de maestría aborda temas relacionados con la gestión de riesgo en la logística pero no profundiza en la relevancia y pertinencia de gestionar los riesgos en el proceso de gestión de inventario. El procedimiento desarrollado por la autora conjuga de manera armónica con los procesos relevantes y claves que se desarrollan en la logística de almacenes.

Sin embargo, las organizaciones están conscientes de que asociado a la gestión de inventarios están arraigados una serie de riesgos; por ejemplo: cuando se almacena un producto determinado, este se ve expuesto a diferentes condiciones ambientales, como son catástrofes naturales y accidentes; además, puede ocurrir mala manipulación, deterioro y mermas, pérdidas, desarrollo de nuevas tecnologías, cambios en gustos de los consumidores y

deficiencias en la transportación, estos son algunos mencionados en la literatura (Ortega Sierra, 2011).

La propuesta presentada por Rodríguez Díaz (2014) se considera de alta valía al abarcar los elementos, que según la nueva norma ISO: 31000 (2015), deben tener en cuenta en todo estudio que se realice sobre el riesgo; se encuentra encaminada al trabajo con la implementación de la Resolución 60/2011; y, además, el autor realiza un estudio pormenorizado de las diferentes técnicas existentes para realizar estudios de este tipo, y deja abierta, a las condiciones específicas de cada entidad, el empleo de una u otra herramienta. Lo demás se justifica por el empleo de esta propuesta en la definición de acciones de mejora para un proceso (servicios exteriores) de un hotel de la cayería norte de Ciego de Ávila, realizado por Betancourt Montero (2016).

1.5. Conclusiones parciales

1. En la actualidad un grupo importante de autores coinciden en que el análisis de riesgos es fundamental para garantizar una práctica apropiada de los procesos de una organización; sin embargo, son escasos los precedentes, en la literatura científica consultada, sobre la aplicación del método de gestión de riesgos al proceso de gestión de inventarios, por lo cual, el problema de investigación formulado para la presente tesis se considera de gran actualidad y pertinencia.
2. Los procedimientos de evaluación de riesgos existentes en la literatura proporcionan una base sólida para la toma de decisiones dentro de un amplio rango de usos para la optimización de las tareas desarrolladas en diversos procesos. La propuesta de Rodríguez Díaz (2014), perfeccionada por Betancourt Montero (2016), se considera acertada como punto de partida para la evaluación de los riesgos del proceso de gestión de inventario en la entidad objeto de estudio de la investigación.
3. Las empresas constructoras deben asumir el principio de identificar el riesgo, asumirlo, controlarlo y gestionarlo en todos los procesos que se manifiesten, para eso deben adoptar una actitud proactiva. Es por ello que debe fomentarse el empleo de técnicas para la gestión de riesgo, encaminadas a identificar las limitaciones que se encuentran frenando el desempeño adecuado de los procesos de gestión y a definir acciones para dichas limitaciones.

Capítulo 2

CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN LA GESTIÓN DE INVENTARIO BASADO EN EL ANÁLISIS DE RIESGO

En el presente capítulo, para tributar a la solución del problema científico de esta investigación y como respuesta a lo expuesto en las conclusiones parciales derivadas de la construcción del marco teórico y referencial de la investigación, se expone un procedimiento general, con sus procedimientos específicos asociados, para asistir el proceso de toma de decisiones vinculado a la selección de acciones de mejora en correspondencia con los modos de fallos identificados.

2.1. Características del procedimiento general para la toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventario

El procedimiento propuesto sirve de soporte al proceso de toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora teniendo en cuenta el análisis de riesgo, este incorpora, de manera creativa y pertinente, elementos novedosos del análisis de riesgo. El carácter autóctono del procedimiento, así como, el resto de las cualidades de este, se definen, en gran medida, por el objetivo, el conjunto de principios básicos, las premisas y demás características que lo sustentan.

Objetivo del procedimiento

El objetivo general del procedimiento lo constituye: apoyar y asistir el proceso de toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventario que se llevará a cabo en la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales No.1 de Villa Clara, considerando el riesgo existente en la misma.

Principios que sustentan el procedimiento

El procedimiento general para asistir el proceso de definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventario, se sustenta en los principios siguientes:

Mejoramiento continuo: el procedimiento general contempla en sus objetivos la mejora en la gestión de inventario a partir de la selección e implementación de las acciones preventivas más efectivas a aplicar para mitigar los riesgos en el almacén central de la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales No.1.

Flexibilidad: posibilidad que tiene de aplicarse a empresas y organizaciones con características similares y de adaptarse con racionalidad a los cambios internos de la organización, así como, a las amenazas y oportunidades provenientes de un entorno dinámico y complejo.

Parsimonia: el diseño y estructuración, consistencia lógica y flexibilidad de las fases y etapas del procedimiento permite abordar un proceso que resulta complejo por su naturaleza debido a la interacción de factores diversos, de una forma sencilla, comprensible y práctica.

Consistencia lógica: en el diseño, estructuración y secuencia de los pasos, en correspondencia con la lógica de ejecución de este tipo de estudio.

Pertinencia: posibilidad que tiene el procedimiento de ser aplicado en las condiciones actuales de las empresas cubanas, contribuyendo al logro y consecución de los objetivos del mantenimiento en la organización.

Generalidad: posibilidad de su extensión como herramienta e instrumento metodológico para ejecutar estos estudios en objetos similares.

Integrador: permite la identificación de peligros y riesgos, la evaluación de éstos últimos y el programa de control de riesgos de manera integral, garantizando la participación del personal de varias áreas de la empresa, todo ello dentro de un proceso de mejoramiento continuo.

Premisas de construcción

El diseño y conformación del procedimiento se realizó sobre las premisas siguientes:

1. Participación de la alta dirección como fuente de ideas y de impulso al proyecto.
2. El nivel de compromiso de los trabajadores involucrados en la toma de decisiones.
3. La disponibilidad de especialistas, ya sean internos o externos, con los conocimientos necesarios para efectuar la toma de decisiones.
4. Existencia de la información necesaria para el análisis y procesamiento necesario en cada paso del procedimiento.

Entradas del procedimiento

Como entradas el procedimiento tiene:

- Resultados de las inspecciones realizadas.
- Opiniones de los miembros del grupo de expertos sobre la probabilidad de ocurrencia de los fallos, así como las consecuencias de los mismos.
- Los costos de las acciones de mantenimiento.

Salidas del procedimiento

Las salidas principales del procedimiento son:

- Matriz de riesgos.
- Acciones preventivas a aplicar a cada modo de fallo del proceso de gestión de inventario.
- Periodo de evaluación de cada acción preventiva propuesta.
- Programación de las acciones de mejora propuestas.

2.2. Diseño del procedimiento general para la toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventario

La concepción del procedimiento ha seguido un proceso lógico en su elaboración, a partir de la revisión y análisis de las fuentes consultadas (García González-Quijano, 2004; Madrigal, 2004; Muñoz, 2013; Rodríguez Díaz, 2014; ISO 31000, 2015; Betancourt Montero, 2016) así como el uso de analogías y la consulta con especialistas en el tema objeto de estudio. El diseño de las fases y etapas obedecen a la lógica general utilizada en la solución de problemas decisionales (García González-Quijano, 2004; Von Verse, 2012; Muñoz, 2013).

En la figura 2.1, se muestra el procedimiento general propuesto para la toma de decisiones vinculada a la definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventario. Seguidamente se describen sus fases y etapas.



Figura 2.1. Procedimiento general para la definición de acciones de mejora en el proceso de gestión de inventarios basado en el análisis de riesgos.

2.2.1. Fase 1: Inicio o preparación

En esta fase se crean fundamentalmente las condiciones básicas para desarrollar la aplicación de las diferentes etapas del procedimiento. Una de las acciones principales lo constituye la conformación del grupo de expertos el cual estará conformado por especialistas de la empresa que posean conocimientos generales sobre el tema.

En este espacio, inicialmente, se determina la cantidad necesaria de expertos y se realiza la selección de acuerdo a las competencias necesarias para ejecutar las tareas que le serán asignadas. El grupo debe quedar integrado por personas que posean experiencia y conocimientos profundos en temas vinculados a la gestión de inventario y análisis de riesgo (teóricamente y en la entidad bajo estudio). Posteriormente se determinan las necesidades de formación y se realizan las actividades formativas de ser necesarias; por último, se define el modo de actuación. Para la determinación y selección de los expertos se emplea el procedimiento presentado por (Hurtado de Mendoza Fernández, 2003).

2.2.2. Fase 2. Realizar el desglose de los procesos objeto de estudio

En esta fase se realiza el desglose de los procesos objeto de estudio, lo cual facilita la identificación de las funciones, los mecanismos de degradación y los fallos en los procesos. Teniendo en cuenta el análisis de la literatura científica consultada, se observa la existencia de técnicas tales como: análisis de modos de fallo y sus efectos (FMEA), análisis mediante árbol de fallas (FTA), análisis mediante árboles de sucesos o eventos, análisis de causas y consecuencias, entre otras, que pueden facilitar la realización de ese desglose.

La técnica seleccionada debe ser justificable y adecuada para la situación; brindar resultados útiles; y ser registrable, verificable y uniforme. En este sentido, la autora propone que esta fase se desarrolle a través de la llamada “Hoja de trabajo del FMEA” (ver tabla 2.1) debido a la amplia utilización que, según la literatura consultada, posee esta técnica para estos fines en diferentes procesos de toma de decisiones. De manera general este levantamiento debe comprender los elementos que se detallan a continuación.

1. Desglose funcional

En este apartado el primer paso es definir una jerarquía para los procesos bajo análisis. El siguiente paso será definir las funciones de cada uno de los elementos dentro de la jerarquía establecida. El objetivo operacional de la función también debería ser definido (redundancia, ambiente, material utilizado, etc.). Cada función se describe con un verbo, un complemento, una operación estándar y un nivel de funcionamiento definido por el operador de la función. Si un elemento o componente tiene más de una función, se le podrían asignar subfunciones, las cuales pueden cubrir aspectos como:

Tabla 2.1. Hoja de Trabajo del FMEA

HOJA DE TRABAJO DEL FMEA	ELEMENTO:		#	Realizado por:	FECHA			HOJA
	COMPONENTE:		REF	Revisado por:	FECHA			DE
FUNCIÓN	FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DE LOS FALLOS	S	O	D	NPR	

- Integridad medioambiental
- Integridad estructural/seguridad
- Control/contenido/confort
- Protección
- Apariencia
- Economía/eficiencia

2. Modos de fallo

Una vez que se ha establecido la jerarquía técnica y que las funciones de cada sistema, subsistema y componente han sido definidas, se deben identificar los modos de fallo. Un fallo funcional significa que un elemento o sistema no satisface o no funciona de acuerdo con la especificación, o simplemente no se obtiene lo que se espera de él; es cualquier estado donde una función definida no puede desarrollar su rendimiento estándar esperado. Una misma función podría tener uno o varios modos de fallo. Si la jerarquía técnica y las funciones han sido bien elegidas resultará sencillo listar los fallos funcionales.

3. Causas del fallo funcional

Una causa de fallo es una razón potencial de un modo de fallo. La causa potencial de fallo se define como indicio de una debilidad del diseño o proceso cuya consecuencia es el modo de fallo. En el análisis, para cada modo de fallo, se deben listar todas las posibles causas de fallo. La lista de causas o riesgos de fallo puede estar asociada a modos de fallo que se han observado en las instalaciones en el pasado o a modos de fallo que no han sido nunca observados en el área estudiada. La identificación de riesgos involucra la consideración rigurosa de todas las situaciones en las que potencialmente exista la posibilidad de un fallo, seguida por un análisis detallado de la combinación de secuencias de eventos que pueden transformar este potencial en un verdadero accidente funcional. Las causas o riesgos relacionados deben ser lo más concisos y completos posibles, de modo que las acciones correctoras y/o preventivas puedan ser orientadas hacia las causas pertinentes. Se debe tener en cuenta que los fallos más importantes son a menudo aquellos para los que no está preparada una organización. La lista de causas o riesgos de fallo deberá incluir todas las causas o riesgos probables para identificar los modos de fallo, incluyendo aspectos como desgaste o deterioro, impacto de los factores humanos, diseño, etc. Los factores humanos son muy importantes ya que la falta de preparación o incluso el desconocimiento son una fuente muy importante de fallos. La identificación efectiva de riesgos depende en gran medida del grado de conocimiento y experiencia que tenga el grupo evaluador, y el uso de métodos sistemáticos hacen que ese conocimiento y esa experiencia sean adecuadamente aplicadas.

En el epígrafe 1.3.2 fueron expuestas un grupo de técnicas que pueden ser utilizadas para realizar la identificación de los riesgos.

4. Efectos del fallo

Suponiendo que el fallo potencial ha ocurrido, en este aspecto se describirán los efectos del mismo. Para cada modo de fallo se deben determinar los efectos que este fallo produciría en el proceso. La descripción de estos efectos debe incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de las fallas. Concretamente, al describir los efectos de una falla, debe hacerse constar lo siguiente:

- La evidencia que se ha producido un fallo.
- La manera en que la falla supone una amenaza para la seguridad o el medio ambiente.
- Las maneras en que afecta a la producción o a las operaciones.
- Los daños físicos causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

Los efectos corresponden a los síntomas, generalmente hacen referencia al rendimiento o prestaciones del sistema. Cuando se analiza una parte o componente se tendrá también en cuenta la repercusión en todo el sistema, lo que ofrecerá una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirá el más grave, para esto los efectos de las fallas deben describirse como si no estuviera haciendo nada para impedirlos. Para la obtención de los efectos se utiliza frecuentemente el "Diagrama Causa-Consecuencia".

2.2.3. Fase 3. Realizar el análisis de riesgo

Para el desarrollo de esta fase se puede hacer uso de métodos cualitativos, cuantitativos o la combinación de ellos. En la literatura se destaca entre estas metodologías: el brainstorming, los cuestionarios y entrevistas estructuradas, la evaluación por grupos multidisciplinares, técnica Delphi, análisis de probabilidad, análisis de consecuencias o simulación computacional. Sin embargo, en la presente investigación, siendo consecuente con la técnica empleada en la fase 2, se propone el procedimiento específico que se muestra en la figura 2.2. Las etapas que conforman este procedimiento se detallan a continuación.

Etapas 1. Identificación del contexto

Esta etapa consiste en la identificación y definición del entorno donde funciona el proceso como primera etapa del análisis de riesgo, dígame el ambiente político, social, económico, legal y organizativo dentro del cual se lleva a cabo la actividad, el proceso, la decisión, etc.,

dando a conocer algunos de los parámetros básicos dentro de los cuales deben administrarse los riesgos de la entidad.

El propósito y alcance de una evaluación de riesgos lo deben determinar aquellos que utilizarán la información resultante para tomar decisiones informadas. El propósito debe ser conciso y evitar afirmaciones complejas; se debe redactar de modo que cada miembro del equipo pueda remitirse a él a fin de mantener el enfoque y evitar alejarse de la meta proyectada.

Para esto se parte de los resultados obtenidos por el grupo de experto en el área. Se realizan además entrevista al personal de la entidad que pueda ofrecer información detallada al respecto, lo cual reviste singular importancia para el resto del proceso.

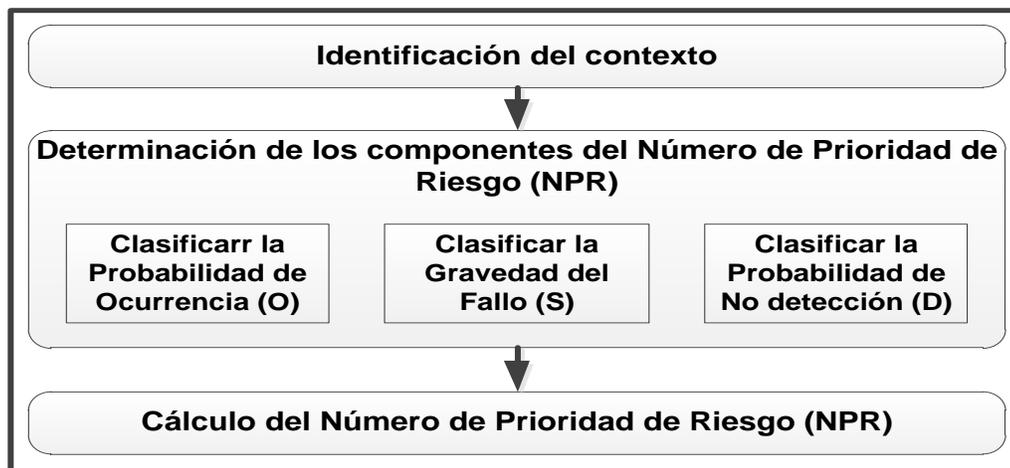


Figura 2.2. Procedimiento específico para la determinación del NPR. Fuente: Betancourt Montero, 2016.

Etapas 2. Determinación de los componentes del Número de Prioridad de Riesgo (NPR)

A partir de los riesgos identificados en la fase 2, en esta etapa se realiza un análisis minucioso de los mismos. A continuación, se describen los pasos para realizar este análisis.

Paso 1. Clasificación de la Probabilidad de Ocurrencia (O)

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. El índice de ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se dispongan de datos históricos de fiabilidad o se hayan modelado y previsto éstos. En esta columna se pondrá un valor de probabilidad de ocurrencia de la causa específica. Tal y como se acaba de decir, este índice de frecuencia está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de

ocurrencia en una escala del 1 al 10, la misma se puede clasificar en alta, media, y baja, como se describe en la tabla 2.2.

Cuando se asigna la clasificación por ocurrencia deben ser consideradas dos probabilidades:

- La probabilidad de que se produzca la causa potencial de fallo. Para esto deben evaluarse todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa de fallo en el elemento designado.
- La probabilidad de que, una vez ocurrida la causa de fallo, ésta provoque el efecto nocivo (modo) indicado. Para este cálculo debe suponerse que la causa del fallo y de modo de fallo son detectados antes de que el fallo se haga efectivo.

Tabla 2.2. Cuadro de clasificación de la probabilidad de ocurrencia

Criterio	Contenido	Valor
Alta		
Media		
Baja		

Paso 2. Clasificación de la Gravedad del Fallo (S)

La gravedad del fallo está basada únicamente en los efectos del fallo. El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias y tiene como objetivo principal evaluar el impacto de los modos de fallo. Este proceso considera primero las implicaciones ambientales y de seguridad de cada modo de fallo evidente. Un modo de fallo tiene consecuencia para la seguridad si causa una pérdida de función u otros daños que pudiera lesionar o matar a alguien, y ambiental si condujera a la infracción de cualquiera normativa o reglamento ambiental conocido. El valor del índice crece en función de los elementos siguientes:

- La degradación de las prestaciones.
- La rapidez de aparición de la avería.
- El costo de la reparación.

El índice de gravedad o también llamado de severidad es independiente de la frecuencia y de la detección. Para utilizar unos criterios comunes en la empresa ha de utilizarse una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo (ver tabla 2.3), de forma que se objetivice la asignación de valores de “S”.

Como la clasificación de la consecuencia está basada únicamente en el efecto del fallo, todas las causas potenciales del fallo para un efecto particular de fallo, recibirán la misma clasificación de gravedad.

Tabla 2.3. Cuadro de clasificación de la gravedad o severidad de fallo

Criterio	Contenido	Valor
A _ Ínfima.		
B _ Escasa.		
C _ Baja.		
D _ Moderada.		
E _ Elevada.		
F _ Muy elevada.		

Paso 3. Clasificación de la Probabilidad de no Detección (D)

Este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue a ocurrir. Se define la "no-detección", para que el índice de prioridad crezca de forma análoga al resto de índices a medida que aumenta el riesgo. Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa, y se puede clasificar en alta, media, y baja, como se describe en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Cuadro de clasificación de la probabilidad de no detección

Criterio	Contenido	Valor
Alta		
Media		
Baja		

Es necesario no confundir control y detección, pues una operación de control puede ser eficaz al 100%, pero la detección puede resultar nula si finalmente el fallo llega a ocurrir. Para mejorar este índice será necesario mejorar el sistema de control de detección, aunque por regla general aumentar los controles signifique un aumento del costo, que es el último medio al que se debe recurrir para mejorar la calidad. Algunos cambios en el diseño también pueden favorecer la probabilidad de detección.

Etapa 3. Cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR)

El Número de Prioridad del Riesgo (NPR) es una herramienta muy interesante para determinar las acciones prioritarias dentro de un conjunto. Una vez establecidos los modos de fallo y los escenarios, el NPR puede ser evaluado fácilmente, siendo este el producto de la probabilidad de ocurrencia (O), la gravedad (S), y la probabilidad de no detección (D) (ver expresión 2.1), y debe ser calculado para todas las causas de fallo. El NPR también es denominado IPR (Índice de Prioridad de Riesgo).

$$\text{NPR} = S * O * D \quad (2.1)$$

El valor resultante del cálculo del NPR permitirá priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones preventivas, resultando críticas aquellas con mayores puntuaciones resultantes. Para ello será necesario definir el límite de aceptación del mismo, lo cual es decidido por el grupo de expertos encargado de desarrollar el estudio de riesgo.

2.2.4. Fase 4. Evaluación de riesgos

A partir de los valores del Número de Prioridad del Riesgo obtenidos en la etapa anterior se puede catalogar el riesgo en función del rango donde se encuentre este indicador. El riesgo puede ser catalogado según las categorías siguientes: muy alto riesgo, alto riesgo o no deseable, riesgo aceptable, y riesgo marginal.

En la caracterización de cada nivel de riesgo se trabaja de conjunto con personal experimentado, que posee conocimientos sobre la influencia de los fallos en el desempeño operacional del sistema. Para realizar la valoración del riesgo una de las técnicas más empleada en la literatura la constituye la Matriz de Riesgo. Esta se puede utilizar como herramienta de apoyo a la decisión cuando se analiza el riesgo asociado a los diferentes modos de fallo.

En la Matriz de Riesgo la Probabilidad de ocurrencia (O) se dibuja en el eje de las ordenadas y la Gravedad del Fallo (S) en el eje de las abscisas. Si se divide el diagrama de riesgo en una red mayada, se obtiene una Matriz de Riesgos con niveles de frecuencias de fallos, en el eje de ordenadas y niveles de consecuencias, en el eje de abscisas, como se muestra en la figura 2.3.

Prob/Consec	A	B	C	D	E	F
Alta						
Media						
Baja						

Figura 2.3. Matriz de Riesgo resultante del trabajo con expertos.

Sobre la matriz se debe definir el perfil de riesgo que se está dispuesto a aceptar para lo cual se trazará una línea que marcará dicho límite de aceptación. Es común realizar la división de la matriz por colores para su fácil manejo, como se describe a continuación, a través del criterio de los expertos en el área analizada:

- El color rojo (zona H) corresponde a los fallos que tienen consecuencias inadmisibles ya sea por la severidad de las mismas o por la probabilidad de ocurrencia, o sea, zona de muy alto riesgo. Por lo tanto, no se permite la ocurrencia de un fallo cuyo riesgo quede en esta zona y debe de eliminarse o disminuir su frecuencia de aparición. Esta zona constituye la zona de mayor prioridad de actuación.
- El color naranja constituye la (zona S) donde están los fallos con un riesgo indeseable y solamente tolerable si no se puede realizar ninguna acción para reducir el riesgo o si el costo de lograrlo es desproporcional a lo que se logre reducir.
- El color amarillo (zona M) representa los fallos con riesgos aceptables debido a que la relación riesgo-costos en esta zona es óptima.
- La zona de color verde (zona L) se corresponde con los fallos de riesgos marginales, donde se está dispuesto a aceptar mayores riesgos dado que, por lo general, estos fallos son imperceptibles.

2.2.5. Fase 5. Determinación de acciones de mejora

Un plan de mejoras es un documento donde se lista un grupo de tareas que debe realizar el personal con un nivel de conocimientos específico en un proceso o activo determinado y con una frecuencia explícita. Para la generación de la planificación de las mejoras se utilizarán los datos obtenidos del análisis FMEA. Con esta información se pueden elaborar los solucionarios de fallos, además, con los valores obtenidos del cálculo del Índice de Prioridad del Riesgo (NPR) de cada componente, se pueden (de ser necesario) reformular las acciones preventivas que se realizan a estos procesos. En esta fase se definen las especificaciones pertinentes para el desarrollo de la planificación de las acciones de mejora necesarias en cada proceso, en aras de eliminar el riesgo equivalente a cada modo de fallo o disminuirlo hasta niveles permisibles.

Etapas 1. Determinación de la acción de mejora a aplicar al componente asociado al modo de fallo correspondiente

A partir de los resultados obtenidos en la Matriz de Riesgo se podrá proponer la acción de mejora que se debe aplicar al componente asociado al modo de fallo correspondiente. En la figura 2.4 se presenta el algoritmo propuesto para desarrollar este proceso de toma de decisiones. Las acciones de mejora propuestas deben tener como objetivo descubrir el

desarrollo de los fallos lo antes posible con el fin de maximizar el tiempo de respuesta antes de que ocurra el fallo.

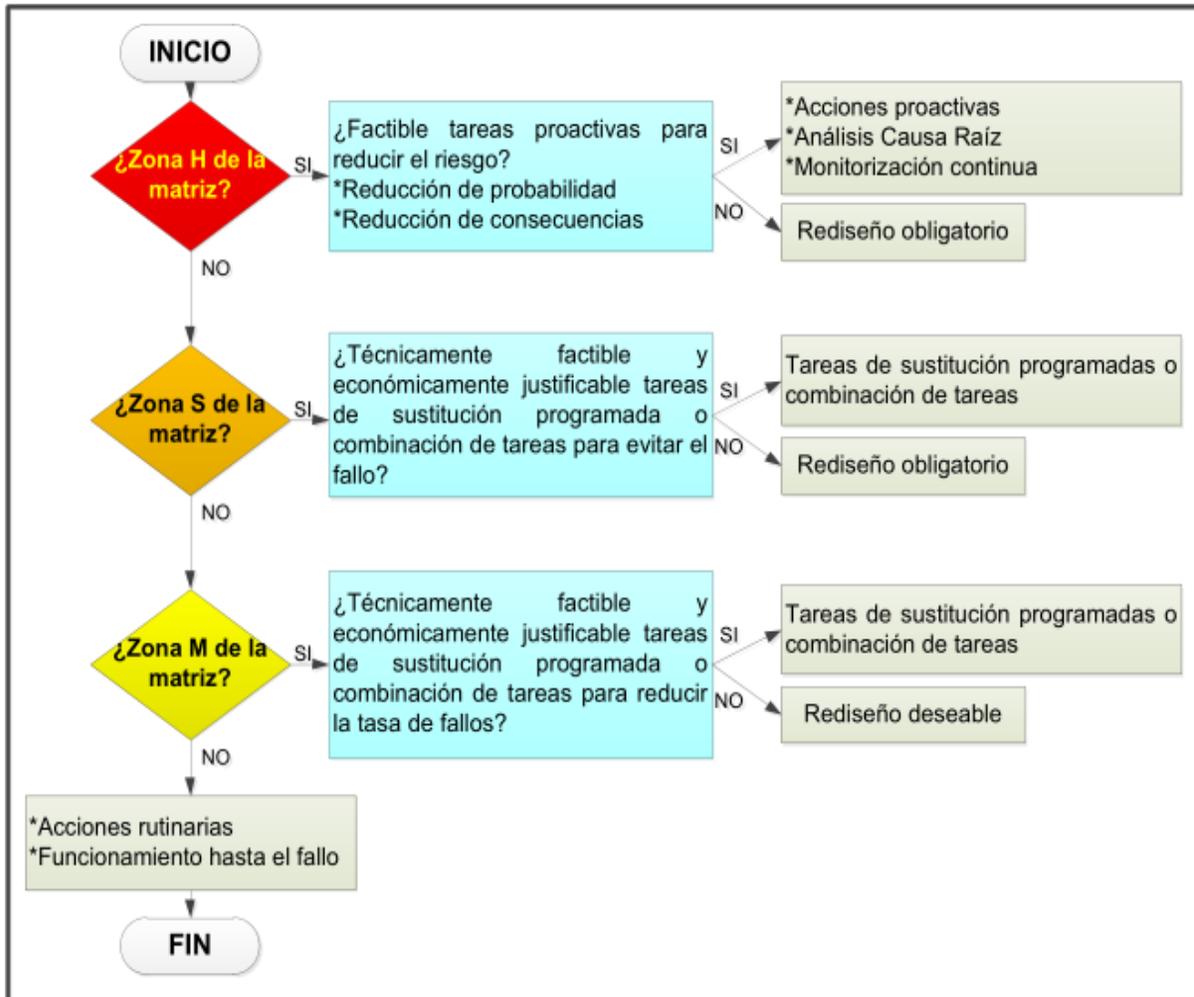


Figura 2.4. Diagrama de decisión para seleccionar acciones de mejora para mitigar riesgos. Fuente: Betancourt Montero (2016).

Para la presentación de los resultados de la aplicación del procedimiento se propone emplear un modelo como el que se muestra en la figura 2.5. En este modelo se especifica la acción de mejora a aplicar para cada modo de fallo, en correspondencia con el nivel de riesgo asociado, los responsables de desarrollar cada acción, la frecuencia con que debe desarrollarse; así como, se presentará el valor estimado del nuevo Número de Prioridad de Riesgo que se debe alcanzar luego de aplicada esta acción, analizando si este se encuentra dentro del límite permisible establecido. Esta estimación del NPR mejorado se obtiene según lo especificado en la etapa 4, evaluando cómo influye, en cada uno de los índices que lo componen, la acción de mejora propuesta para el modo de fallo analizado.

Figura 2.5. Modelo para presentar los resultados del Análisis de riesgo

		Evaluación														Acción de mejora	A realizarse por	Intervalo inicial	NPR mejorado			
		Inicial				Seguimiento				Fecha de evaluación												
		Actual				Anterior				Probabilidad		Consecuencia							Evaluación del riesgo			
		No.	Modo de Fallo	A	M	B	A	B	C	D	E	F	L	M	S				H	S	O	D

Etapa 2. Realizar la programación de las mejoras

El objetivo fundamental de esta etapa radica en realizar la programación de las acciones de mejora seleccionadas. Para llevar a cabo esta programación se agrupan conocimientos y experiencia suficientes para realizar un análisis efectivo sin gastar demasiados recursos ni realizar reuniones innecesarias. La programación de las mejoras es una etapa cardinal en el procedimiento general ya que en ella se definen elementos cruciales para el adecuado desempeño del proceso. A continuación, se profundiza en los elementos a considerar en esta etapa.

- Se deben describir las tareas de rutina de forma clara y consistente, para que no quede ninguna duda acerca de lo que debe ser hecho. El grado de detalle requerido estará en dependencia de la experiencia y las habilidades generales de las personas involucradas en su realización.
- Se identificarán las acciones de cambios a realizar respecto a la manera de realizar cada proceso actualmente.
- Se incorporarán los cambios en las tareas de rutina y en procedimientos operativos en el grupo de tareas apropiado.
- Se especificará quién debe realizar cada tarea; así como, las herramientas y métodos prescritos.

Se debe asegurar que las tareas se hagan y que cualquier falla potencial que se encuentre sea rectificadas antes que se vuelva una falla funcional; además, que las fallas funcionales ocultas sean rectificadas antes que una falla múltiple tenga posibilidades de ocurrir. Esto significa que toda persona que pudiera descubrir una falla potencial o funcional debe tener acceso irrestricto a un procedimiento que sea simple, confiable y directo para reportarlos de inmediato a quien los deba reparar.

Una vez que los procedimientos de mejora hayan sido completamente especificados, deben ser agrupados de manera que puedan ser programados y organizados sin demasiada dificultad, y se puedan planificar los recursos (humanos y materiales) de manera prolija y implican un rediseño, esto implica realizar cambios en alguna de las dos áreas siguientes:

- Un cambio en la configuración física de un activo o un sistema.
- Un cambio en las capacidades de una persona, generalmente por capacitación.

Una vez que se decida realizar estos cambios, deben ser implementados tan rápido y responsablemente como sea posible. Los puntos fundamentales en cada una de estas áreas se detallan a continuación:

Cambios en la configuración física:

- *Justificación adecuada.* Estos cambios deben de justificarse en términos de consecuencia. Las modificaciones introducidas para atacar fallas simples o múltiples que tienen consecuencias sobre la seguridad o el medio ambiente deben reducir los riesgos (frecuencia y/o severidad) de las consecuencias a un nivel que sea tolerable.
- *Diseñadas correctamente.* Como regla, no debe intentarse realizar el rediseño del activo durante el proceso, pero se deberá consultar con las personas que realizó el análisis para desarrollar una especificación correctamente enfocada.
- *Implantación adecuada.* Deben seguirse ciertos pasos que aseguren que las modificaciones se están llevando a cabo de la forma en que se proyectaron, en términos de tiempo, costo y calidad, y que todos los diagramas, manuales y listados de componentes han sido correctamente actualizados.

Cambios en las capacidades de las personas

Estos cambios revelan frecuentemente ciertos modos de falla causados por deslices u omisiones de parte de los operarios (errores humanos basados en las capacidades). Esto se vuelve visible inmediatamente a cualquier operario o persona que participa directamente del proceso, haciendo que modifique apropiadamente su comportamiento tan pronto como aprenda de qué es lo que está haciendo mal.

De cualquiera forma, también se necesita asegurar que la gente que no participó directamente del proceso adquiera las capacidades pertinentes. En la mayoría de los casos, la forma más eficiente de hacer esto es revisando o extendiendo los programas de capacitación existentes, o directamente desarrollando programas nuevos, de conjunto con el área de Capital Humano de la empresa.

Etapas 3. Definir los intervalos de intervención

En esta etapa se van a precisar los intervalos de intervención, o sea, la frecuencia con la cual se debe realizar cada tarea propuesta. Para ello se debe realizar un estudio de la estadística histórica de fallos y el trabajo con los expertos en aras de decidir los intervalos más idóneos a compacta. Al finalizar un análisis de riesgo, por lo general una parte de los modos de falla cada acción planteada, de manera que se garantice un funcionamiento adecuado y lo más efectivo posible. Para el procesamiento de los resultados de los intervalos, se pueden utilizar métodos estadísticos o software como el Bestfil, el Ensayed, el RMES, el Raptor, el Blocksim, y el Relex.

Etapa 4. Cálculo del Número de Prioridad de Riesgo Mejorado (NPRM)

El NPR se apoya en el llamado método GOD (SOD según definiciones), el cual separa las diferentes acciones a realizar según su gravedad (severidad), ocurrencia y posibilidad de detección. Una vez llevadas a la práctica las acciones preventivas propuestas para cada modo de fallo, se debe revisar el FMEA, simplemente valorar nuevamente la gravedad, la ocurrencia y la detección. Esto debe ofrecer un valor de NPR más bajo y dentro de unos patrones de seguridad, dígame, un valor por debajo de 60.

Una vez definidas y planificadas las acciones de mejora encaminadas a mitigar cada uno de los riesgos que se encuentran fuera de sus rangos de aceptación, pasado un tiempo moderado, que se definirá según las características y necesidades de la entidad, se debe monitorear y dar seguimiento a la efectividad real de la implementación de este plan de acciones, en aras de realizar las correcciones necesarias para mantener un ciclo de mejora continua.

2.3. Conclusiones parciales

1. La metodología propuesta para la toma de decisiones vinculada a la a la definición de acciones de mejora en la gestión de inventario, permite llevar a cabo los procesos complejos que estos incluyen de forma relativamente sencilla (parsimonia), siendo transparente, inclusiva y relevante.
2. El procedimiento propuesto para el análisis de riesgo constituye una novedad en este campo, al permitir el análisis de los riesgos del sistema de gestión de inventario y establecer estrategias para una mejor mitigación de los fallos a través del cálculo del NPR.

Capítulo 3

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA DEFINICIÓN DE ACCIONES DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE INVENTARIO BASADO EN EL ANÁLISIS DE RIESGO

A partir de la lógica específica con que fue enfocada la solución al problema científico, caracterizado y fundamentado en la introducción de esta Tesis, se decidió orientar la comprobación práctica hacia el análisis detallado de la definición de acciones de mejora en la gestión de inventario basado en elementos del análisis de riesgo.

Los resultados obtenidos del análisis, permiten aplicar métodos para el tratamiento de los riesgos divididos según el nivel de criticidad que tengan los mismos, ofreciendo solución a aquellos problemas que existen en este momento y los que pudieran ocurrir en un futuro, permite mejorar la calidad, fiabilidad y seguridad del proceso, aumentar la satisfacción del cliente, identificar y eliminar de forma temprana problemas potenciales y minimizar costes asociados; además constituye una metodología abarcadora que permite analizar en este caso los tres subprocesos que intervienen en la gestión de inventarios.

3.1. Caracterización de la empresa objeto de estudio

La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales No.1 Villa Clara (ECOAI-1), ubicada en carretera a Planta Mecánica km 2 ½, Santa Clara, Villa Clara, fue inaugurada oficialmente el 12 de diciembre de 1994 producto de la fusión de tres empresas ECOA-13, la ECOA-14 y la ECOI-5, mediante la resolución # 236 de 1994 de conformidad con el decreto ley No. 67 del 19 de abril de 1983 de la Administración Central del Estado, y renovación de licencias de 31 de mayo del 2002 y modificada el 25 de septiembre del 2002 del Ministerio de la Construcción que la amparan como constructora y contratista. Es una empresa, perteneciente al Grupo Empresarial de la Construcción de Villa Clara (GECONS), con una destacada presencia en todos los sectores de la economía, fundamentalmente en la Educación, Salud, Turismo, Deporte, Defensa y Vivienda, desarrollando una labor profesional, confiable y sistemática que le proporciona a sus clientes calidad y garantía en el mejoramiento continuo de su eficiencia.

Siendo una empresa con un alto compromiso con la población y demás sectores de la sociedad tiene como misión: construir, adecuar y reconstruir obras de arquitectura e industriales, con calidad competitiva y rapidez, a partir de un capital humano de experiencia, especializado y comprometido con los valores de la organización, contribuyendo a su mejor eficiencia. Mientras que la visión se define como: somos una empresa de excelencia en la construcción, reconstrucción y adecuación de obras de arquitectura e industriales, con alto

reconocimiento social, y un capital humano altamente comprometido, que asegura la eficiencia en la gestión empresarial.

El objeto social aprobado por la resolución No. 659/ 2013 del Ministerio de Economía y Planificación y por la resolución No. 9/ 2014 del director general de la ECOAI 1 de Villa Clara es: brindar servicios de construcción civil y montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones; de demolición, desmontaje, remodelación, restauración, reconstrucción y rehabilitación de edificaciones, instalaciones y otros objetivos existentes y de reparación y mantenimiento constructivo, además producir y comercializar estructuras, accesorios metálicos, medios y herramientas para la construcción.

La empresa cuenta con la certificación de la calidad ISO 9001:2001, otorgada por la Oficina Nacional de Normalización, y además, desde el 25 de diciembre del 2004, fue autorizada a implementar el sistema de perfeccionamiento empresarial, elementos que constituyen retos para ser cada día más eficientes en el cumplimiento de las tareas. La misma está integrada por las áreas administrativas siguientes:

- Dirección General.
- Dirección de Contabilidad y Finanzas.
- Dirección de Recursos Humanos.
- Dirección Adjunta
- Dirección Técnica.
- Dirección de Operaciones.
- Dirección de Mecanización.
- Dirección de Energía.

En la figura 3.1 se puede apreciar el organigrama de la entidad donde se reflejan las diferentes direcciones y Unidades Empresariales de Base (UEB) encargadas de lograr un correcto funcionamiento para cumplir con el objeto social que tiene la misma.

La empresa cuenta con 34 proveedores de los cuales resaltan como principales, la Comercializadora Escambray, ACINOX, DIVEP, la Planta de hormigón y la Industria de Materiales de la Construcción, y cuenta con numerosos clientes, los cuales son el Ministerio de Salud Pública (MINSAP), Ministerio de Educación (MINED), Ministerio del Transporte (MITRANS), la Inmobiliaria del turismo: ALMEST, la Constructora militar en Varadero: SHERRIT y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

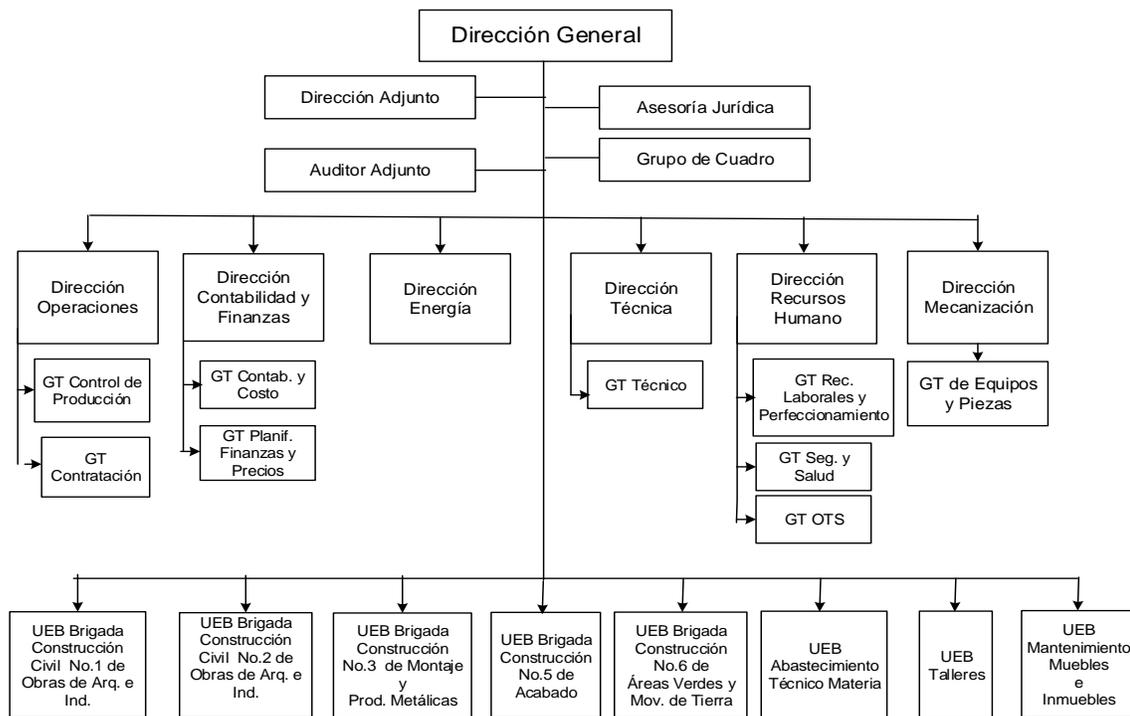


Figura 3.1. Organigrama de la ECOAI-1.

Fuente: Procedimiento de Gestión de la Calidad de la ECOAI-1.

En la tabla 3.1 se muestra la plantilla total de la empresa, evidenciándose un total de 1119 trabajadores.

Tabla 3.1. Plantilla de la ECOAI

Categoría	F	M	Total
Operarios	12	760	772
Servicios	14	69	83
Técnicos	107	85	192
Administrativos	1	0	1
Dirigentes	13	58	71
Total	147	972	1119

3.2. Caracterización de la UEB de Abastecimiento técnico material (ATM)

La Unidad Empresarial de Base (UEB) de Abastecimiento Técnico Material (ATM) es la encargada de gestionar y almacenar todos los productos, materiales y materias primas necesarias para cada obra constructiva, actividades sumamente importantes que tributan al cumplimiento del objeto social así como la misión de la empresa, con el objetivo de satisfacer a sus clientes internos; para ello cuenta con tres dirigentes, 16 técnicos, ocho empleados de servicio y siete obreros, para un total de 34 trabajadores.

La Dirección de operaciones es responsable de resumir y presentar a la Dirección de abastecimiento las demandas presentadas para cada obra anualmente. Para ello elaborará un documento con las demandas generales y un resumen con las demandas de recursos de balance territorial.

A partir de esto se planifica mensualmente la demanda según las solicitudes presentadas por la dirección técnica de cada UEB previamente revisadas contra las cartas límites (anexo 4) elaboradas para cada caso con la aprobación del técnico a pie de obra, el J' técnico y el director de la UEB.

La Dirección de abastecimiento revisa por medio del software AXON, que es el encargado de controlar lo que se tiene versus lo que se consume a través de las cartas límites, el respaldo de los recursos demandados, de resultar positivo se comprueban las cifras de los recursos demandados contra las existencias en el almacén mediante el software RODAS, que es el que controla las cantidades específicas de cada producto disponible que se encuentra en el almacén, de no existir el recurso entonces se aprueba en demanda como vía negativa. Este proceso se realiza para cada renglón, conformándose de esta forma las demandas del mes, las cuales son devueltas a la Dirección de operaciones.

La Dirección de abastecimiento una vez aprobada y presentadas las demandas, elabora los planes de compras por especialidades estableciéndose las prioridades y cantidades para cada caso según corresponda. Para llevar a cabo las compras se realiza el procedimiento de selección de proveedores, aunque en algunos casos los materiales solo se encuentran disponibles por parte de un único proveedor imposibilitando el uso de dicho procedimiento. Sin embargo, por la situación económica presente en el país, los productos y materias primas necesarios para la construcción no están disponibles cada vez que se solicitan, por lo que debido a la gran demanda constructiva que tiene la entidad, la misma efectúa compras de materias primas que mantienen almacenadas a largo plazo para ser utilizadas en el futuro, lo que incrementa tanto el nivel de inventario como los costos asociados y posibles riesgos.

En ocasiones, debido a la falta de previsión de sucesos, son cancelados determinados proyectos y los materiales que ya estaban comprados y destinados a esa obra se convierten en inventarios ociosos, lo que tributa también un costo; en este caso los productos se venden a materias primas o al Ministerio del comercio.

El proceso de transportación se ve afectado porque la UEB no cuenta con una base de transporte propia, cada brigada es responsable de la transportación de los productos que solicita.

Para el proceso de almacenamiento de los materiales, la UEB cuenta con un almacén central donde se ubican los productos y materias primas, los cuales se agrupan de la siguiente forma.

- Inventarios de materias primas y materiales
- Útiles, herramientas, material de oficina y medios de protección.
- Inventarios en consignación: esta es una cuenta que se clasifica por obras, ya que cuando se realiza una inversión, el inversionista pone una parte del recurso y la ECOAI lo completa, por lo que esos materiales se separan del resto especificando en la tarjeta de estiba el nombre de la obra para la cual están destinados.

Desde inicios del presente año, por orientaciones del órgano superior, la cuenta de inventarios ociosos desapareció, esta se contempla dentro de los inventarios de materias primas y materiales, no obstante el personal de almacén tiene constancia de la existencia de estos y cuáles son. Actualmente existen 655 renglones de inventarios de útiles y herramientas, 33 renglones de inventarios por consignación y 3842 renglones de materiales y materias primas, de los cuales 101 representan el inventario ocioso. En total el valor de los inventarios en almacén asciende a 1 919 898.28 pesos.

Como medios de almacenamiento se utilizan estantes, paletas y paletas cajas, y como medios unitarizadores, montacargas frontal contrabalaceado y transpaletas.

Por órdenes del Organismo superior, la UEB utiliza el software RODAS para registrar la entrada, disponibilidad y salida de los materiales, lo que conlleva a que los inventarios roten mediante el sistema LIFO (último que llega, primero que sale), ya que el mismo ofrece como disponible la última mercancía que se registró en el almacén, no obstante como política interna de la empresa, en la práctica los empleados del almacén son los encargados de que los inventarios roten de acuerdo al sistema FIFO (primero que entra, primero que sale) para así evitar el deterioro de los productos o que en algunos casos expire el tiempo de uso, lo que facilita también la no acumulación de inventarios ociosos.

3.3. Aplicación práctica del procedimiento seleccionado

Como ya fue expresado anteriormente, a continuación se presentan los principales resultados de la aplicación del procedimiento general y el procedimiento específico elaborado para facilitar el procedimiento de toma de decisiones para el análisis de riesgo, partiendo de que este personal debe tener experiencia y conocimiento sobre el tema que se está investigando. Para alcanzar el objetivo de esta etapa es necesario utilizar técnicas de trabajo en grupos, siendo la tormenta de ideas o Brainstorming una de las más usadas, participando en él un grupo de expertos. Las actividades planificadas fueron: entrevistas, revisión de documentos de la entidad y reuniones del equipo.

La combinación de la gestión de riesgos al proceso de gestión de inventario en esta organización ofrece como solución a las premisas existentes, una herramienta científicamente fundamentada para dejar de hacer las cosas empíricamente, evitar que en determinadas ocasiones se acumulen productos ociosos o de lento movimiento en el almacén, mientras que otras veces no se encuentren los productos que demanden los clientes, provocando un bajo nivel de servicio a los mismos y elevados costos por concepto de mantener un producto determinado por largo tiempo sin ser vendido.

3.3.1. Fase 1: Inicio o preparación

Luego de plantearle y explicarle a la dirección las características y requisitos que deben cumplir los integrantes del equipo de trabajo, se realizó la determinación y selección de los expertos mediante el procedimiento presentado por (Hurtado Mendoza, 2003). El equipo de trabajo quedó conformado por los siete especialistas que se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Grupo de expertos involucrados en el estudio

No	Cargo que ocupa
1	Director UEB de ATM
2	Especialista principal UEB de ATM
3	Secretaria comité de prevención y control de riesgo
4	Jefa del grupo económico
5	Jefa de brigada de almacén
6	Balancista distribuidora 1
7	Balancista distribuidora 2

3.3.2. Fase 2. Realizar el desglose de los procesos

Para la selección de los procesos se tuvo en cuenta la información que propició la UEB, así como el plan de prevención de riesgos resultante del levantamiento de la ley 60 del 2011. Determinándose la necesidad de analizar tres procesos que influyen en la gestión del inventario, ya que expresan el sentido de ser de la UEB, los cuales son: gestión de compra, transporte y almacenamiento. En el anexo 5 se muestra el resultado obtenido en la hoja de trabajo del FMEA después de haber realizado el desglose de los procesos.

3.3.3. Fase 3. Realizar el análisis de riesgo

En este epígrafe se desarrolla la aplicación del análisis de riesgo en los procesos objeto de estudio, siguiendo el procedimiento expuesto anteriormente.

Etapa 1. Identificación del contexto

La entidad objeto de estudio posee un régimen de trabajo de 44 horas semanales, ocho horas diarias durante cinco días a la semana y sábados alternos. Los trabajadores tienen el mínimo de condiciones garantizadas: merienda, ropa, calzado de trabajo y medios de protección individual para aquellos que lo necesiten, no cuentan con el almuerzo pues se les efectúa el pago del viático.

Etapa 2. Determinación de los componentes del análisis de riesgos

A partir de los riesgos identificados en la fase 2, se realiza un análisis minucioso de los mismos. A continuación se muestran los resultados obtenidos en los pasos de esta etapa.

Paso 1. Clasificación de la Probabilidad de Ocurrencia (O)

Los resultados obtenidos a través de la definición de los diferentes criterios y valor de probabilidad, muestran la evaluación hecha, en este caso, por el grupo de expertos previamente seleccionados (ver tabla 3.3)

Tabla 3.3. Cuadro de clasificación de la probabilidad de ocurrencia (O)

Criterio	Descripción de la frecuencia	Valor O
A_Alta	El suceso ocurre en un período comprendido entre tres y cinco meses.	8 – 10
M_Media	El fallo tiene un período de ocurrencia de cinco a nueve meses.	5 – 7
B_Baja	El fallo ocurre en un período de nueve meses a un año.	1 – 4

Paso 2. Clasificación de la Gravedad o Severidad del Fallo (S)

Las descripciones de los diferentes criterios definidos por el grupo de expertos, donde se deja evidenciada la consecuencia de riesgo asociada a cada fallo, su criterio y valor de probabilidad, se puede observar en la tabla 3.4, que se muestra a continuación.

Paso 3. Clasificación de la Probabilidad de No Detección (D)

Al igual que en el paso 1 y 2, a continuación se muestran, en la tabla 3.5, los resultados obtenidos por el grupo de expertos de las descripciones de los diferentes criterios y su valor de probabilidad.

Etapas 3. Cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR)

El resultado obtenido después de haber realizado el cálculo del NPR para todos los modos de fallo por el grupo de especialistas se puede observar, junto con el desglose de los procesos, en el anexo 5. En la figura 3.2 se muestra la proporción de modos de fallo catalogados en cada nivel de riesgo.

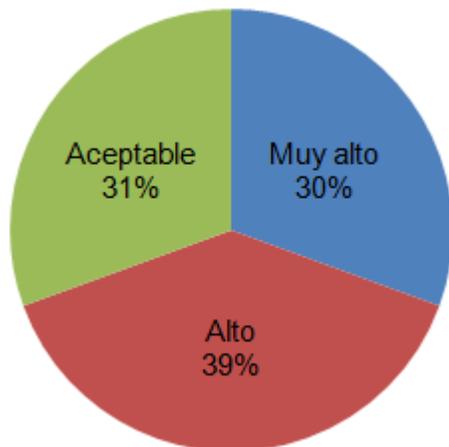


Figura 3.2. Análisis del total de riesgos evaluados a través del NPR.

3.3.4. Fases 4 y 5. Evaluación de riesgos y determinación del tipo de acción

Una vez establecidos los modos de fallo y los escenarios, el riesgo se puede evaluar fácilmente. A partir de los valores del NPR obtenidos en la etapa anterior se puede catalogar el riesgo en función del rango donde se encuentre este indicador, según se muestra en la tabla 3.6.

Para realizar la valoración del riesgo una de las técnicas más empleada en la literatura la constituye la matriz de riesgo. El anexo 6 muestra el resultado obtenido después de haber utilizado la figura 2.3 y 2.4 respectivamente del capítulo II, este refleja la zona asociada a cada probabilidad y consecuencia de la matriz de riesgo obtenida a partir de los resultados

Tabla 3.4. Cuadro de clasificación de la gravedad o severidad de fallo (S)

Criterio	Consecuencias	Valor S
A _ Ínfima	No tiene consecuencia para el producto o el proceso.	1
B _ Escasa	Requiere tratamiento mínimo, la pérdida financiera es leve y puede llevarse contra el presupuesto, además puede afectar el proceso así como provocar alguna contaminación medioambiental, pero dentro de los límites permisibles.	2 – 3
C _ Baja	Requiere tratamiento menor, la pérdida financiera es moderada y es necesaria una autorización fuera del presupuesto, además puede provocar alguna contaminación medioambiental, pero dentro de los límites y daño menor al proceso.	4 – 5
D _ Moderada	Requiere tratamiento, la pérdida financiera es alta, además puede provocar alguna contaminación medioambiental, pero dentro de los límites permisibles y daño relativamente alto al proceso.	6 – 7
E _ Elevada	Requiere tratamiento intenso, la pérdida es grave y afecta la utilidad y puede ocasionar una contaminación medioambiental fuera de las especificaciones permisibles, además daño mayor al proceso.	8 – 9
F _ Muy elevada	Requiere tratamiento mayor, la pérdida financiera es catastrófica y pone en peligro a la entidad	10

Tabla 3.5. Cuadro de clasificación de la Probabilidad de no detección (D)

Criterio	Contenido	Valor D
A_Alta	El fallo es muy difícil de detectar por los controles existentes.	8 – 10
M_Media	El fallo con relativa frecuencia es difícil de detectar por los controles existentes.	5 – 7
B_Baja	El fallo aunque es obvio y de fácil detección, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería detectado posteriormente.	1 – 4

alcanzados en los apartados anteriores. Además, para lograr una mejor visualización, a través de relaciones lógicas de la valoración de los riesgos y ver su interacción para producir otros eventos, en el anexo 7 se muestran los arboles de fallas diseñados para cada subproceso analizado.

Etapa 3. Definir los intervalos de intervención

Para determinar la frecuencia con la cual se debe realizar cada tarea y lograr la mayor eficiencia de estas intervenciones se adopta el criterio de los expertos, aunque sería significativo el respaldo que se lograría al diseñar e instalar un sistema de gestión de la información que permita contar con la estadística de ocurrencia de cada fallo (suceso).

Tabla 3.6. Niveles de riesgo del fallo

Nivel de riesgo	Ranking del NPR
Muy alto riesgo: el fallo provoca riesgos a la operación segura del sistema y/o incumplimiento de requisitos legales.	Más de 150
Alto riesgo o no deseable: alto riesgo de que el fallo provoque la insatisfacción del cliente. El sistema se torna inoperable. El fallo no involucra riesgos a la seguridad operacional o incumplimientos de requisitos legales.	60 a 150
Riesgo aceptable: el fallo provoca apenas pequeños trastornos al cliente. Se notarán probablemente leves variaciones en el desempeño del sistema.	40 a 60
Riesgo marginal: el fallo no tendrá efecto real en el sistema; probablemente no se nota el fallo.	1 a 40

Fuente: trabajo del grupo de expertos.

Etapa 4. Cálculo del Número de Prioridad de Riesgo Mejorado (NPRM)

En el anexo 6 se muestra el NPRM, calculado a partir de la estimación realizada por los expertos de la influencia que debe tener cada acción de mejora propuesta en cada uno de los índices que conforman el NPR. Para analizar si el número de prioridad de riesgo mejoró o no, una vez aplicada la alternativa propuesta en el procedimiento, se comparan los resultados del NPRM con el NPR. Se puede apreciar un mejoramiento en la totalidad de los NPR de los fallos para los cuales se dictaron acciones preventivas (de mejora), algunos en menor cuantía, pero en todos los casos se estima que el nivel de riesgo salte a niveles aceptables.

3.4. Conclusiones parciales

1. La aplicación del procedimiento general al caso de estudio práctico demostró su capacidad de asistir un proceso decisional en el contexto abordado por la investigación.
2. La puesta en práctica del procedimiento permitió determinar las acciones más efectivas a aplicar a cada modo de fallo en los casos donde el nivel de riesgo existente se encontraba fuera del rango permitido.

Conclusiones

CONCLUSIONES GENERALES

Como resultado de la presente investigación se pudo arribar a las conclusiones generales siguientes:

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico referencial de la investigación confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre la gestión de inventarios así como el análisis de los riesgos; además, propició el hallazgo de diversas técnicas para desarrollar la metodología del análisis de riesgos, destacándose el AMFE como una de las más completas y utilizadas; sin embargo, quedó evidenciada la carencia de información en la literatura sobre la gestión de riesgos en el proceso de gestión de inventarios.
2. El análisis de la situación problemática que fundamenta la presente investigación, motivó la necesidad de aplicar un procedimiento general para la toma de decisiones respecto a la selección de las tareas de mejora en la gestión de inventarios de la UEB de ATM perteneciente a la ECOAI #1, que considere los elementos referentes al análisis de riesgo.
3. La efectividad del procedimiento aplicado quedó demostrada a través de su aplicación en la empresa objeto de análisis. Ello se evidencia en la definición del nivel de criticidad de los modos de fallo de los subprocesos a partir de la matriz de riesgo, la determinación de la acción de mejora a aplicar a cada uno de ellos en aras de disminuir los niveles de riesgos de fallo en los subprocesos analizados, al lograr un mejoramiento del Nivel de Prioridad del Riesgo, ofreciendo así solución al problema de la investigación.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

Con el fin de motivar la realización de trabajos futuros, que enriquezcan el resultado de la presente investigación, se plantean las recomendaciones siguientes:

1. Proponer a la dirección realizar una valoración de las propuestas de mejora presentadas, en aras de decidir su posible aplicación en la empresa.
2. Realizar investigaciones encaminadas a desarrollar las acciones preventivas planteadas en la presente tesis, poniendo especial énfasis en aquellas donde el NPR inicial se encuentra fuera de los niveles aceptables.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

1. Acero Giraldo, C. y Pardo Restrepo, A. (2010). Estrategia para la Gestión de Inventarios de una Empresa Comercializadora y Distribuidora de Productos Olásticos de Empaque: caso Distribuidora Surtir S.A.S. Trabajo de pregrado con aplicación profesional, Escuela de Ingeniería de Antioquia.
2. Altez Villanueva, L. F. (2009). Asegurando el Valor en Proyectos de Construcción: Un estudio de Técnicas y Herramientas de Gestión de Riesgos en la Etapa de Construcción Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Perú.
3. Balcik, B. (2016). A literature review on inventory management in humanitarian supply chains. *Surveys in Operations Research and Management Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sorms.2016.10.002>. Consultado: febrero, 20, 2017.
4. Ballou, R. H. (2004). Logística Administración de la cadena de suministro, Pearson, Educación.
5. Becerra Salamanca, F. y Caicedo, I. (2010). Hazop Integral: Análisis de Riesgo y Operabilidad e Interpretación de Planos.
6. Betancourt Montero, A. Y. (2016). Definición de acciones de mejora para el Área de Servicios Exteriores del Hotel Tryp Cayo Coco a partir de la metodología de Análisis de riesgo. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Gestión turística., Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”.
7. Beyer, D., Cheng, F., Sethi, Suresh P. y Taksa, M. (2010). *Markovian Demand Inventory Models*, Springer.
8. Brennan, Fl. (2013). Risk Based Maintenance for Offshore Wind Structures. 2nd International Through-life Engineering Services Conference (Procedia CIRP), Vol. 11, pp. 296-300. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827113004940>. Consultado en marzo, 8, 2016.
9. Borboa Santamaría, A. De Los Á. (2010). Desarrollo de una matriz de evaluación de riesgos operacionales para superintendencia de mantenimiento de laplataforma (map), de una empresa petrolera en puerto la cruz, estado anzoátegui. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de: ingeniero industrial. , Universidad de Oriente. Núcleo de anzoátegui. Escuela de ingeniería y ciencias aplicadas.
10. Casares, I. (2013). *Proceso de gestión de riesgos y seguros en las empresas*, Impreso en España Molinuevo, Gráficos, S.L.

11. Castellanos Echeverría, A. L. (2012). Diseño de un Sistema Logístico de Planificación de Inventarios para aprovisionamiento en Empresas de distribución del sector de productos de consumo masivo. Trabajo de graduación para obtener el grado de:Maestría en Logística, Universidad Francisco Gavidia.
12. Chan Magaña, M.R., Gameros Cámara, F. J. y Balam Mena, J. F. (2015) —Análisis de riesgo en las empresas del sector turístico de la zona sur del estado de Yucatánll. Revista Internacional Administración & Finanzas. Vol. 8, No. 2. pp. 37-53. México.
13. Chapman, C. y Ward, S. (2003). Project Risk Management. Processes, Techniques and Insights, School of Management, University of Southampton, UK.
14. Christensen, C. (2006) —Críticidad de equipossil. www.clubdemantenimiento.com.ar Última consulta: noviembre, 16, 2016.
15. Dávila Aragón, G., Ortiz Arango, F. y Cruz Aranda, F. (2015). Cálculo del valor en riesgo operacional mediante redes bayesianas para una empresa financiera. Sistema de Información Científica Redalyc Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39543184010>. Consultado: noviembre, 23, 2016.
16. Dickerson, D.E y Ackerman, P.J. (2016). Risk based Maintenance Management of U.S. Public School Facilities. Procedia Engineering 145. pp 685-692. <http://doi:10.1016/j.proeng.2016.04.069>. Consultado: febrero, 20, 2017.
17. Dobson, G., Pinker, E.J y Yildiz, O. (2016). An EOQ Model for Perishable Goods with Age-Dependent Demand Rate. European Journal of Operational Research. <http://doi:10.1016/j.ejor.2016.06.073>. Consultado: febrero, 20, 2017.
18. Domínguez Machuca, J. A., García González, S., Ruiz Jiménez, A., Domínguez Machuca, M. A. y Alvarez Gil, M J. (1995). Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios.
19. Elsayed, K. y Wahba,H. (2016). Reexamining the relationship between inventory management and firm performance: An organizational life cycle perspective. Future Bussines Journal 2. Cairo, Egypto. pp 65-80. <http://www.sciencedirect.com>. Consultado: febrero, 20, 2017.
20. Espinosa Fuentes, F. (2014). Un modelo de estudio para definir los niveles de confiabilidad en una línea de producción.
21. Espinoza, A. E. (2007). Modelo de gestión de inventarios para la toma de decisiones gerenciales aplicado a empresas productoras de alimentos. Tesis presentada como

requisito para optar al Título de Magíster en Alta Gerencia Instituto de Altos Estudios Nacionales.

22. Faulin, J., Angel A. J., Sebastian, S. (2010). "Simulation Methods for Reliability and Availability of Complex Systems". Springer Series in Reliability Engineering. New York. p. 316.
23. Fichtinger, J. et al. (2015). Assessing the environmental impact of integrated inventory and warehouse management. International Journal of Production Economics. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.025>.
24. García González-Quijano, J (2004) —Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generación de energía eléctrica: desarrollo de una metodología de gestión de Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM)II. Tesis en opción al grado académico de Master en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico. Universidad Pontificia Comillas, Madrid. España.
25. Giannakis, M., Papadopoulos, T. (2015) —Supply chain sustainability: A risk management approachII. International Journal of Production Economics. Manufacturing Systems, Strategy & Design. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.032>. Consultado agosto, 8, 2016.
26. Gurcanli, G. E., Bilir, S. y Sevim, M. (2015). Activity based risk assessment and safety cost estimation for residential building construction projects. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/ssci Consultado marzo, 20, 2016.
27. Granda León, G. L. y Gaybor, R. E. (2013). "Diseño de un sistema de control basado en el Método ABC de gestión de inventarios, a través de indicadores de medición, aplicado a un estudio fotográfico en la ciudad de Machala". Tesis De Grado Previo a la obtención del título de: Ingeniero en Auditoría y Contaduría Pública Autorizada, Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
28. Haimelin, R., Goerlandt, F., Pentti, K. y Veitch, B. (2016). Implications of novel risk perspectives for ice management operations. Cold Regions Science and Technology. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coldregions.2016.10.004>. Consultado: febrero, 20, 2017.
29. Hameed, A., Khan, F. y Ahmed, S.,A. (2015). Risk-based Shutdown Inspection and Maintenance Interval considering Human Error. Process Safety and Environment Protection. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2015.11.011>. Última consulta: diciembre, 20, 2016.

30. Hola, B. (2014). Identification and evaluation of processes in a construction enterprise. Journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/acme>. Última conslta: octubre, 3, 2016.
31. Hoyos, M.C., Morales, R.S. y Akhavan-Tabatabaei, R. (2014). OR models with stochastic components in disaster operations management: A literature survey, Computers & Industrial Engineering. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2014.11.025>. Consultado: febrero, 20, 2017.
32. Hu, Y. (2016) —Research on the Application of Fault Tree Analysis for Building Fire Safety of HotelsII. Procedia Engineering, No. 135, pp. 523 – 529. Disponible en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. Última conslta: octubre, 3, 2016.
33. Hurtado de Mendoza Fernández, S. (2003). “Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphy”. <http://www.ub.es/histodidactica/Epistemolog%EDa/Delphy.htm> Última consulta: enero, 21, 2014.
34. ISO 2015. ISO 31000: Gestión de Riesgos - Principios y Guías. <http://www.iso.org/iso/home/standards/iso31000.htm>. Última Consulta: noviembre, 20, 2015.
35. Juha, M y Pentti, J. (2008). Managing risks in organizational purchasing through adaptation of buying centre structure and the buying process. Journal of Purchasing & Supply Management 14. pp 253-262. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pursup.2008.09.001>. Consultado: febrero, 20, 2017.
36. Kiran, S et al. (2015). Reliability evolution and Risk based maintenance in a process plant. Procedia Technology 24. pp 576-583. <http://dx.doi.org/10.1016/j.protecg.2016.05.117>. Consultado: febrero, 20, 2017.
37. Kumru, M y Kumru, P.Y. (2013). Fuzzy FMEA application to improve purchasing process in a public hospital. Applied Soft Computing 13. pp 721-733. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2012.08.007>. Consultado: febrero, 20, 2017.
38. Leveson, N. (2014). A Systems Approach to Risk Management Through Leading Safety Indicators. Revista Sciencedirect Reliability Engineering & System Safety. Volume 136, pp 17-34. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832014002488>. Última consulta: abril, 20, 2015.
39. Liu, H. C., Liu, L. y Liu, N. (2013) —Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature reviewII. Expert Systems with Applications, # 40, pp. 828–838. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.010>. Última consulta: octubre, 3, 2016.

40. Madrigal J. B. (2014) —Introducción a la gestión de Riesgos Empresariales II Habana, Cuba.
41. Marrero Delgado, F. y Rodríguez Miranda, R. 2011. Manual de gestión de inventario, Santa Clara, Cuba.
42. Martín Andino, R. (2006). Gestión de Inventarios y Compras. Escuela de Negocios.
43. Martín Romeral, L. y Torres Gallego, Á. (2008). Gestión de los Riesgos Tecnológicos. RPM-AEMES, VOL. 5, Nº 1.
44. Martínez, G., Moreno, B. y Rubio, M. Del C. (2012). Gestión del riesgo en proyectos de ingeniería. El caso del campus universitario pts. Universidad de Granada (España).
45. Mendoza Castillo, S. J. y Zavaleta Henríquez, F. (2013). Desarrollo de un Modelo de Minería de Datos para la Toma de Decisiones en la Gestión de Inventarios en Empresas Comerciales. Informe Final de Trabajo de Graduación, Universidad Nacional de Trujillo. Escuela Académico Profesional de Informática.
46. McDermott, R. E., Mikulak, R. J. Y Beauregard, M. R. (2009). The Basics of FMEA, Productivity Press Taylor & Francis Group.
47. McNeil, A. J., Frey, R. y Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools, Princeton and Oxford, Princeton University Press.
48. Molpeceres, A. (2012). Conceptos Generales sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Contexto del País. Experiencias y Herramientas de aplicación a nivel regional y local In: Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, Pnud Chile (ed.).
49. Montenegro Alfonso, V.M. (2014). Desarrollo de un procedimiento para la gestión de riesgos logísticos en la Empresa Gráfica de Villa Clara. "Enrique Núñez Rodríguez". Tesis en opción al grado académico de Master en Ingeniería Industrial. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
50. Muckstadt, J. A. y Sapa, A. (2010). Principles of Inventory Management Springer.
51. Muñoz, E. S. (2013). "Generar un AMFE en 11 pasos". Blog profesional dedicado a la Ingeniería Industrial. <http://blog.enrimusa.com/generar-un-amfe-en-11-pasos/>. Consultado en febrero, 24, 2014. 40
52. Narváez Rosero, M. Del P. (2014). Gestión de riesgos en la fase de diseño para proyectos de construcción utilizando la guía pmbok.
53. Ortega Sierra, L. (2011). Diseño del sistema de gestión de inventario en la Empresa de Materiales de Construcción de Villa Clara. Trabajo de Diploma, Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV).

54. Ospino Ibarra, M. L. (2012). Análisis de riesgo cualitativo de un proyecto de construcción. Aplicativo en una tienda de conveniencia “Listo!” – Primax. Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - UPC.
55. PCC (2011) —Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana, Cuba.
56. PCC (2016) ---Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista. VII Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana, Cuba.
57. Pellicer Armiñana, T M. (2003). La Gestión en las Empresas Constructoras. Análisis, Diseño y Desarrollo de un Modelo de Control Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.
58. Pérez Vergara, I., Cifuentes Laguna, A. M., Vásquez García, C. y Ocampo, D. M. (2012). Re: Comunicación: “Diseño e implementación piloto, de un modelo de gestión de inventarios en una empresa de productos alimenticios del valle del cauca.
59. Rodríguez Díaz, Y. (2014). Definición de la política de mantenimiento para el equipamiento productivo de la UEB “Elpidio Sosa” de la Electroquímica de Sagua la Grande a partir de la metodología de Análisis de riesgo. Master en Ingeniería Industrial, Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV).
60. Rushton, A., Croucher, P. y Baker, P. (2010). The handbook of logistics and distribution management, london, philadelphia, new delhi.
61. Saporì, M., Sciutto y G., Sciutto. (2014). A quantitative approach to risk management in Critical Infrastructures. Transportation Research Procedia 3 (2014) pp. 740 – 749. Última consulta: febrero, 3, 2016.
62. Shah, L.A. et al. (2013). A process Oriented Risk Assessment Methodology for Manufacturing Processes. International Federation of Automatic Control. Junio, 19-21,2013. Russia.
63. Sipper, D. y R.L. Bulfin, JR. (1998). Planeación y Control de la Producción.
64. Sondalini, M. (2009). Plant and Equipment Wellness. A Process for Exceptional Equipment Reliability and Maximum Life Cycle Profits, Engineers Media.
65. Toro Benítez, L. A. y Bastidas Guzmán, V. E. (2011). Metodología para el control y la gestión de inventarios en una empresa minorista de electrodomésticos. Scientia et Technica Año XVI, No 49. Universidad del Valle – Buga, Colombia
66. Torre Enciso, I. M. y Casares Martí, M. I. (2011). “El proceso de gestión de riesgos como componente integral de la gestión empresarial”. Dossier, Vol. LXVI - N.202 - pp 73-93.

67. Uribe Cadavid, D. C. (2012). Sistema de apoyo para la toma de decisiones para la gestión de inventarios. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Escuela de Ingeniería.
68. Veitia Rodríguez, E. R., Gainza Carmenates, R. y Rosa Suárez, R. (2010). Metodología para la identificación y la Evaluación del Riesgo Ambiental Laboral.
69. Vidal, C. J. (2005). Fundamentos de Gestión de inventarios Santiago de Cali, COLOMBIA, Artes Gráficas de la Facultad de Ingeniería – Universidad del Valle.
70. Von Versen, P. (2012) "Manual de FMEA". <http://www.monografias.com/trabajos27/modos-fallo/modos-fallo.shtml>. Consultado en febrero, 24, 2015.
71. Wiengarten, F., Humphreys, P. y Gimenez, C. (2015) —Risk, risk management practices, and the success of supply chain integration. International Journal of Production Economics. Manufacturing Systems, Strategy & Design. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe>. Última consulta: marzo, 20, 2016.

Anexos

Anexo 1. Definiciones de inventario según varios autores

Autor	Concepto de inventario
Schroeder (1992)	Un inventario es una cantidad almacenada de materiales que se utilizan para facilitar la producción o satisfacer las demandas del consumidor.
Machuca et al. (1995)	Se definen como cualquier recurso ocioso que es almacenado en espera de ser utilizado.
Sipper y Robert L. Bulfin (1998)	Una cantidad de bienes bajo el control de una empresa, guardados durante algún tiempo para satisfacer una demanda futura.
Zipper (2002)	Se define el inventario como un amortiguador entre el proceso de abastecimiento y la demanda; donde el primero aporta bienes al inventario y el segundo los consume.
Cespón Castro y Auxiliadora Amador (2003)	El inventario constituye una reserva de materiales, materias primas, producción en procesos o productos terminados, que no tiene un empleo sistemático y son originados por la baja fiabilidad, para garantizar un determinado servicio al cliente.
Ballou (2004)	Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa.
CUBA (2005)	El inventario representa el valor de las existencias de recursos materiales destinados al consumo de la entidad o a su comercialización.
Alvarez-Buylla (2006)	Es un conjunto de recursos o mercancías en buen estado que se encuentran almacenados con el objetivo de ser utilizados en el futuro.
Villa Quintero (2008).	Desde el punto de vista jurídico, se refiere al método utilizado en la determinación, por

	<p>enumeración y conteo, de todos los bienes que posea una persona o una empresa. En cambio, desde el punto de vista contable se refieren sólo a las cosas u objetos que posee la empresa con ánimos de vender</p>
Giraldo y Restrepo (2010)	<p>Los inventarios son las existencias de todo artículo o recurso usado por una organización de cualquiera de las siguientes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materias primas • Artículos en proceso • Artículos terminados • Partes componente • Suministros
Delgado y Miranda (2011)	<p>Constituye una reserva de materiales, materias primas, producción en procesos o productos terminados, que no tiene un empleo sistemático y son originados por la baja fiabilidad, para garantizar un determinado servicio al cliente.</p>
Castillo y Henríquez (2013)	<p>Se le define como la administración de existencias de todo producto o artículo que es utilizado para la comercialización dentro de una organización. Es decir, todo lo relativo al control y manejo de las existencias de determinados bienes, en la cual se aplican métodos y estrategias que pueden hacer rentable y productivo la tenencia de estos bienes y a la vez sirve para evaluar los procedimientos de entradas y salidas de dicho producto.</p>

Fuente: actualizado de León y Gaybor (2013).

Anexo 2. Definiciones de riesgos según varios autores

Autor	Concepto de riesgo
Cooper & Chapman (1994)	Riesgo es la exposición a la posibilidad de pérdidas económicas y financieras, de daños en las cosas y en las personas o de otros perjuicios como consecuencia de la incertidumbre que origina el llevar a cabo una acción.
Escuela Cubana de Seguros, (1995)	Posibilidad de que por azar ocurra un hecho que produzca una necesidad patrimonial. Es decir, se plantea que se soporta un riesgo cuando se sufren las consecuencias de la ocurrencia de un hecho previsto como posible.
Casa Savedras (1997)	El riesgo es la posibilidad de que un evento o acción pueda afectar en forma adversa a la organización.
Jorion (1999)	Volatilidad de los flujos financieros esperados, generalmente derivada del valor de los activos o los pasivos.
Fragoso (2002)	Potencial de pérdidas que existe asociado a una operación productiva, cuando cambian en forma no planeada las condiciones definidas como estándares para garantizar el funcionamiento de un proceso o del sistema productivo en su conjunto.
Quirós (2003)	El riesgo no es más que la probabilidad de ocurrencia de hechos y fenómenos internos y externos que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos en la organización.
Dorta (2004)	El riesgo es una posibilidad de sufrir una pérdida o no.
Gonzalo Alonso (2005)	Desde el punto de vista estadístico, el riesgo se define como la esperanza matemática de la pérdida.
Edwin Gutiérrez (2007)	El riesgo es un término de naturaleza probabilística, que se define como “egresos o pérdidas probables consecuencia de la probable ocurrencia de un evento no deseado o falla”.
Prieto Pérez (2008)	El riesgo en si lleva la idea de Posibilidad de pérdida que implica posibilidades de pérdidas no compensadas con posibilidades de ganancias

Mejía Correa (2009)	El riesgo es la combinación de la probabilidad de algún evento que ocurre durante un periodo de tiempo de interés y las consecuencias (generalmente negativas) asociadas con el evento
Meriño Amador (2011)	El riesgo es valorado por una medida subjetiva de la gravedad de los efectos y una estimación de la probabilidad de ocurrencia por un periodo de tiempo predeterminado.
Romero Sánchez (2012)	Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso no deseado que puede ocasionar daños o pérdidas.
Casares (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • La incertidumbre sobre la ocurrencia y la magnitud de un suceso con efectos negativos. • Posibilidad de que un peligro se materialice sobre un sujeto causando un daño. Dicha materialización se denomina accidente o siniestro. • En terminología de seguros, un riesgo puede ser el sujeto expuesto a una contingencia objeto de un seguro.

Fuente: actualizado de Rodríguez Díaz (2014).

Anexo 3. Herramientas utilizadas para la evaluación del riesgo

Herramientas y técnicas	Proceso de evaluación del riesgo				
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo
		Consecuencia	Probabilidad	Nivel de riesgo	
Tormenta de Ideas (Brainstorming)	FA	NA	NA	NA	NA
Entrevistas estructuradas o semiestructuradas	FA	NA	NA	NA	NA
Delphi	FA	NA	NA	NA	NA
Lista verificación (Check-lists)	FA	NA	NA	NA	NA
Análisis preliminar de riesgos	FA	NA	NA	NA	NA
Estudios de riesgos operacionales (HAZOP)	FA	FA	A	A	A
Análisis de riesgos y puntos de control críticos (HACCP)	FA	FA	NA	NA	FA
Valoración de riesgo medioambiental	FA	FA	FA	FA	FA
Que pasaría si (What if)	FA	FA	FA	FA	FA
Análisis de escenario	FA	FA	A	A	A
Análisis del Impacto en el negocio	A	FA	A	A	A
Análisis de causa	NA	FA	FA	FA	FA
Análisis modal de fallos potenciales y sus efectos (ANFE-FMEA)	FA	FA	FA	FA	FA
Análisis de árbol de fallos	A	NA	FA	A	A
Análisis de árbol de sucesos	A	FA	A	A	NA
Análisis de causa consecuencia	A	FA	FA	A	A
Análisis de causa efecto	FA	FA	NA	NA	NA
Análisis de niveles de protección	A	FA	A	A	NA
Árbol de decisión	NA	FA	FA	A	A
Análisis de fiabilidad humana	FA	FA	FA	FA	A
Análisis de la pajarita	NA	A	FA	FA	A
Mantenimiento centrado en la confiabilidad	FA	FA	FA	FA	FA
Análisis de errores de diseño (SNEAK)	A	NA	NA	NA	NA
Análisis de Markov	A	FA	NA	NA	NA
Simulación de Monte Carlo	NA	NA	NA	NA	FA
Estadísticas y redes Bayesianas	NA	FA	NA	NA	FA
Curvas FN	A	FA	FA	A	FA
Índices de riesgos	A	FA	FA	A	FA
Matriz de consecuencia/probabilidad	FA	FA	FA	FA	A
Análisis coste/beneficio	A	FA	A	A	A
Análisis de decisión multicriterio	A	FA	A	FA	A

Fuente: Tomado de Enciso y Casares (2011).

Anexo 4. Modelo de carta límite que se usa en la empresa para realizar las solicitudes de materiales



CARTA LIMITE			
Obra:		No: 1	
No. Contrato ejecución de obra:		Especialidad:	
Código MEP:			
Objeto de obra:			
Constructor: ECOAI 1 Villa Clara			
	Descripción del material	U/M	Cantidad
1			
2			
3			
4			
5			
6			
	Nombre y apellidos	Firma	Fecha
Elaborado por:			
Aprobado por:			
Aprobado por:			

Fuente: documentación de la empresa.

		C Inoportunidad del presupuesto disponible para la compra	1	No correspondencia entre las compras planificadas y lo comprado realmente.	No adquisición del producto necesario o de la totalidad del mismo.	6	6	3	108
			2	No correspondencia entre el presupuesto asignado y la demanda planificada.	No adquisición del producto necesario o de la totalidad del mismo.	8	5	3	120
			3	Deficiente control del presupuesto de obra.	No adquisición del producto necesario o de la totalidad del mismo.	6	5	3	90
		D Se adquieren materiales en menor cantidad que lo requerido.	1	El proveedor no posee la cantidad de materiales solicitados.	No adquisición del producto necesario o de la totalidad del mismo.	8	5	5	200
			2	El presupuesto no cubre la demanda completa.	No adquisición del producto necesario o de la totalidad del mismo.	8	5	3	120
		E Baja rotación del inventario	1	Se compra más materiales de los que se consume.	Aumento de los costos en las finanzas.	8	5	4	160
			2	Adquisición de productos por existencia de ofertas y no en el momento necesario.	Productos inmovilizados por largos períodos de tiempo	8	5	4	160

Anexo 5a. Resultados obtenidos de la Hoja de Trabajo del FMEA

HOJA DE TRABAJO DEL FMEA	ELEMENTO: Almacenamiento		#	Realizado por:	FECHA			HOJA			
	COMPONENTE:		REF	Revisado por:	FECHA			DE			
FUNCIÓN		FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DE LOS FALLOS			S	O	D	NPR	
Almacenar y despachar adecuadamente todos los productos y materiales que se necesiten para uso posterior.	A	Deficiente almacenamiento y conservación de los materiales.	1	Almacén en malas condiciones.	Deterioro de productos.			7	1	1	7
			2	Poca capacidad de almacén.	Deterioro de productos.			7	1	2	14
			3	Se almacenen en patios productos que no deben estar.	Deterioro de productos.			7	1	2	14
	B	Incorrecto uso de los métodos de rotación de los inventarios.	1	Despacho de los productos sin tener en cuenta la fecha en que fueron almacenados.	Inventarios ociosos.			9	6	5	270
			2	El software con que se despacha el producto, ofrece como disponible el producto más nuevo y no el de mayor tiempo almacenado.	Inventarios ociosos.			8	8	2	128
			3	No utilizar métodos e indicadores adecuados o efectivos en la gestión de inventarios.	Inventarios ociosos.			9	7	5	315

Anexo 5a. Resultados obtenidos de la Hoja de Trabajo del FMEA

			4	No realización del muestreo del 10%.	Inventarios ociosos.	6	1	2	12
		C		Descontrol en las cuentas de inventario.					
			1	No contar en la obra con el total de cartas límites por objeto de obra.	Incrementar innecesariamente el volumen de recursos en las obras y almacenes a pie de obra.	7	5	4	140
			2	No realizar las conciliaciones según el plan entre las brigadas y aseguramiento.	Incrementar innecesariamente el volumen de recursos en las obras y almacenes a pie de obra.	7	5	2	70
			3	Incongruencias entre las cartas límites, lo extraído mediante vale de salida y lo real colocado.	Incrementar innecesariamente el volumen de recursos en las obras y almacenes a pie de obra.	6	5	3	90
			4	Los recursos entregados a obras no estén amparados por cartas límites.	Incrementar innecesariamente el volumen de recursos en las obras y almacenes a pie de obra.	5	2	2	20
		D		Violar la entrega de productos para cada obra, por parte tanto del inversionista como la empresa misma.					
			1	Incumplimiento con la entrega de recursos a las obras comprometidas.	Uso indebido de los materiales.	8	5	2	64
			2	Utilizar los materiales destinados a una obra específica en otra con	Uso indebido de los materiales.	8	7	6	336

Anexo 5a. Resultados obtenidos de la Hoja de Trabajo del FMEA

			fecha de terminación más próxima.						
			3	No especificar en la tarjeta de estiba hacia qué obra están destinados los recursos.	Uso indebido de los materiales.	9	2	5	90
	E	Falta de seguimiento al producto no conforme.	1	No redactar el documento de la no conformidad ante el incumplimiento de la calidad de los materiales.	Aceptar recursos con mala calidad.	8	2	3	48
			2	Falta de control a las no conformidades detectadas.	Aceptar recursos con mala calidad.	8	3	5	120
	F	Entrada o entrega de productos a personal ajeno al almacén.	1	No cumplir con el nivel de acceso y las firmas autorizadas a comprar en el almacén.	Ocurrencia de hechos ilícitos (pérdida de materiales).	7	1	2	14
			2	No tener definido el listado del personal autorizado a solicitar, entregar y recoger materiales del almacén.	Ocurrencia de hechos ilícitos (pérdida de materiales).	7	1	2	14
	G	Recepcionar en el almacén productos que no estén amparados por ningún	1	La factura que llega a economía no coincide con lo que se	Ocurrencia de hechos ilícitos (pérdida de materiales).	7	1	1	7

Anexo 5a. Resultados obtenidos de la Hoja de Trabajo del FMEA

		documento oficial.	recepiona en almacén.				
--	--	--------------------	-----------------------	--	--	--	--

4	Carencia de personal con experiencia para planificar la demanda.	X						X					X	Establecer sistema de estimulación a los trabajadores para disminuir la fluctuación de la fuerza de trabajo.	Especialista en Recursos Humanos	Mensual	9	2	3	54
5	Deficiencias en la elaboración de las cartas límites.		X					X					X	Capacitar al personal en función del procedimiento de elaboración de cartas límites.	Capacitador	Anual	6	2	3	36
6	No correspondencia entre las compras planificadas y lo comprado realmente.		X					X					X	Cumplir con el cronograma de chequeo de abastecimiento para efectuar la planificación de las compras y control posterior de las mismas.	Junta de abastecimiento	Semanal	6	2	3	36
7	No correspondencia entre el presupuesto asignado y la demanda planificada.		X					X					X	Planificar la demanda en correspondencia con el presupuesto asignado.	Especialista principal de ATM	Anual	8	2	3	48
8	Deficiente control del presupuesto de obra.		X					X					X	Controlar el presupuesto en el área de negocio y el área económica.	Especialista en contratación Especialista económico	Mensual	6	2	3	36
9	El proveedor no posee la cantidad de materiales solicitados.		X					X					X	Exigir al proveedor según los términos del contrato.	Especialista en contratación	Cuando proceda	8	2	3	48
10	El presupuesto no cubre la demanda completa.		X					X					X	Equilibrar la demanda según el presupuesto asignado.	Consejo de dirección	Anual	8	2	3	48
11	Se compra más materiales de los que		X				X						X	Realizar el pronóstico de la demanda a	Consejo de dirección	Anual	8	2	3	48

Anexo 6a. Resultados recogidos de la aplicación del procedimiento. Almacenamiento

		Evaluación													Acción de mejora	A realizarse por	Intervalo inicial	NPR mejorado				
		Inicial						Seguimiento														
		Fecha de evaluación																				
		Actual						Anterior														
No.	Modo de Fallo	Probabilidad			Consecuencia						Evaluación del riesgo							S	O	D	NPR	
		A	M	B	A	B	C	D	E	F	L	M	S	H								
1	Almacén en malas condiciones.			X				X					X			-	-	-	7	1	1	7
2	Poca capacidad de almacén.			X				X					X			-	-	-	7	1	2	14
3	Se almacenen en patios productos que no deben estar.			X				X					X			-	-	-	7	1	2	14
4	Despacho de los productos sin tener en cuenta la fecha en que fueron almacenados.		X											X		Incluir en el balance de materiales almacenados la fecha de caducidad de los productos perecederos, así como en la tarjeta de estiba.	Jefe brigada de almacenamiento	Mensual	9	2	2	36
5	El software con que se despacha el producto, ofrece como disponible el producto más nuevo y no el de mayor tiempo almacenado.	X							X					X		Rediseñar el software RODAS de forma tal que garantice una rotación de inventarios de acuerdo al sistema FIFO.	Director económico	Diciembre 2016	8	3	2	48

6	No utilizar métodos e indicadores adecuados o efectivos en la gestión de inventarios.		X								X		Establecer un método de gestión de inventarios efectivo y los indicadores para su monitoreo	Especialista principal de ATM	Diciembre 2016	9	2	2	36
7	No realización del muestreo del 10%.			X							X		-	-	-	6	1	2	12
8	No contar en la obra con el total de cartas límites por objeto de obra.		X								X		No violar la política de la empresa respecto a la documentación en obra.	Jefe técnico de cada brigada	Semanal	7	2	2	28
9	No realizar las conciliaciones según el plan entre las brigadas y aseguramiento.		X								X		Realizar las conciliaciones entre las brigadas y aseguramiento	Jefe técnico de cada brigada Especialista de ATM	Quincenal	7	2	2	28
10	Incongruencias entre las cartas límites, lo extraído mediante vale de salida y lo real colocado.		X								X		Elevar el mecanismo de control de obra	Jefe técnico de cada brigada	Mensual	6	2	3	36
11	Los recursos entregados a obras no estén amparados por cartas límites.			X							X		-	-	-	5	2	2	20
12	Incumplimiento con la entrega de recursos a las obras comprometidas.		X								X		Lograr que los inversionistas en el proceso de contratación demuestren que tienen conciliados el 100% de los	Director ATM	Anual	8	2	2	32

															materiales con los proveedores.							
13	Utilizar los materiales destinados a una obra específica en otra con fecha de terminación más próxima.		X						X						X	Respetar y controlar que los materiales clasificados por obras no sean empleados en otros destinos.	Director de ATM Especialista principal de ATM	Mensual	8	3	2	48
14	No especificar en la tarjeta de estiba hacia qué obra están destinados los recursos.			X					X						X	Chequear el llenado de las tarjetas de estibas en el almacén	Jefe brigada de almacenamiento	Semanal	9	2	2	36
15	No redactar el documento de la no conformidad ante el incumplimiento de la calidad de los materiales.			X					X						-	-	-	-	8	2	3	48
16	Falta de control a las no conformidades detectadas.			X					X						X	Mantener un estricto control sobre el registro de las no conformidades detectadas, ya que estas se refieren a productos de calidad defectuosa que no deberían llegar a las obras.	Especialista principal de ATM Especialista de Gestión de la calidad	Mensual	8	3	2	48
17	No cumplir con el nivel de acceso y las firmas autorizadas a comprar en el almacén.			X					X						-	-	-	-	8	1	2	16
18	No tener definido el			X					X						-	-	-	-	8	1	2	16

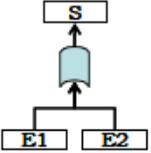
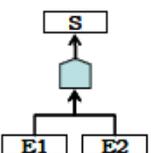
	listado del personal autorizado a solicitar, entregar y recoger materiales del almacén.																				
19	La factura que llega a economía no coincide con lo que se recepciona en almacén.		X				X				X		-		-		-	8	1	1	8

Anexo 6b. Resultados recogidos de la aplicación del procedimiento. Transporte

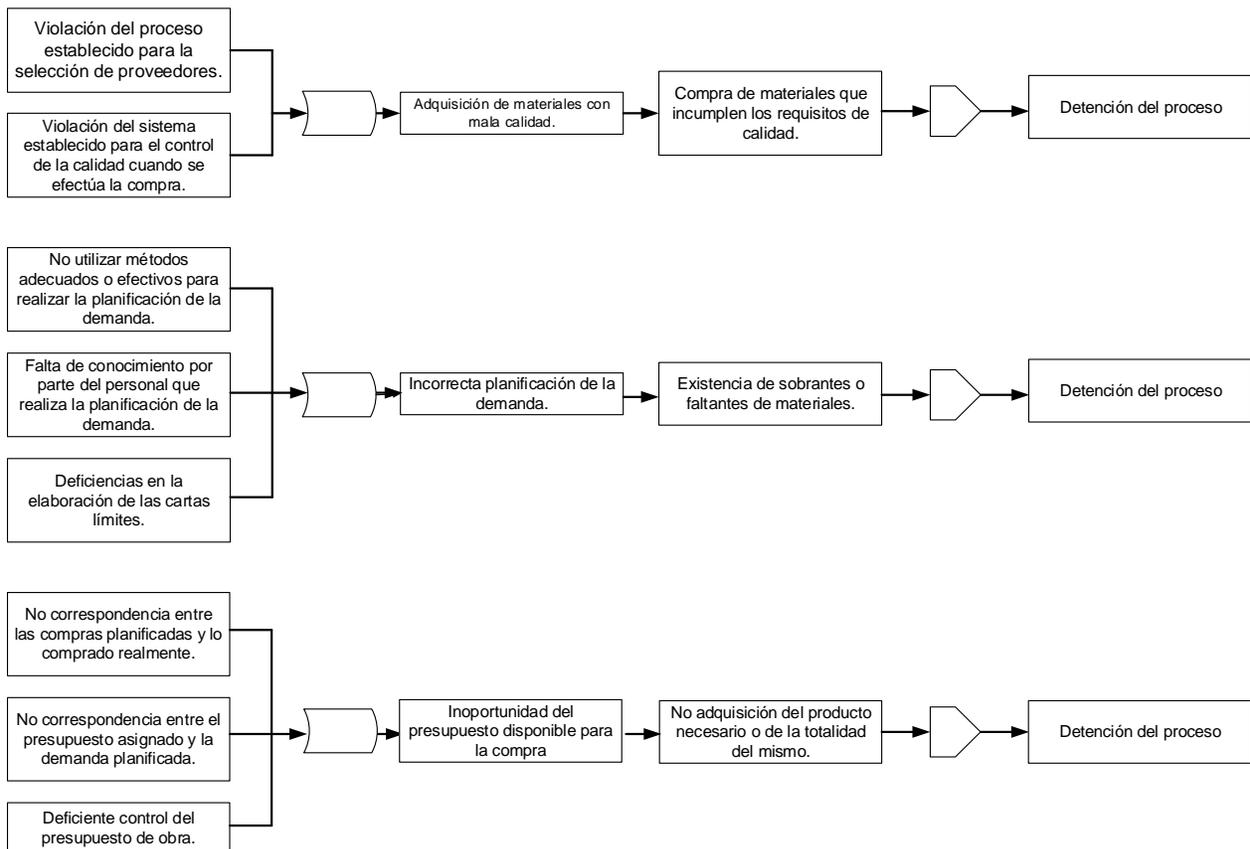
		Evaluación													Acción de mejora	A realizarse por	Intervalo inicial	NPR mejorado							
		Inicial			Seguimiento			Fecha de evaluación										S	O	D	NPR				
		Actual			Anterior			Probabilidad				Consecuencia										Evaluación del riesgo			
		A	M	B	A	B	C	D	E	F	L	M	S	H											
1	Parada de los medios de transporte por violación de la política de mantenimiento.			X				X					X		Exigir y controlar los mantenimientos programados a los medios de transporte.	Mecanizador	Quincenal	6	3	1	18				
2	Averías imprevistas en los medios de transporte con que cuentan las brigadas.			X				X					X		Monitorear y evaluar la capacidad de respuesta del taller móvil y del taller general.	Mecanizador	Mensual	6	3	1	18				
3	Utilización de los medios de transporte para otras funciones que no son las establecidas.		X					X					X		Conciliar, exigir, y responsabilizar a los jefes de brigadas que cumplan con el plan de transportación.	Especialista de ATM	Diario	6	2	3	36				
4	Pérdida o cambio del recurso durante la transportación.			X				X					X		-	-	-	7	1	3	21				
5	Ocurrencia de accidentes durante la transportación.			X				X					X		-	-	-	6	1	3	18				

Anexo 7. Árbol de fallas, escenario y árbol de consecuencias de fallas de cada elemento del proceso seleccionado

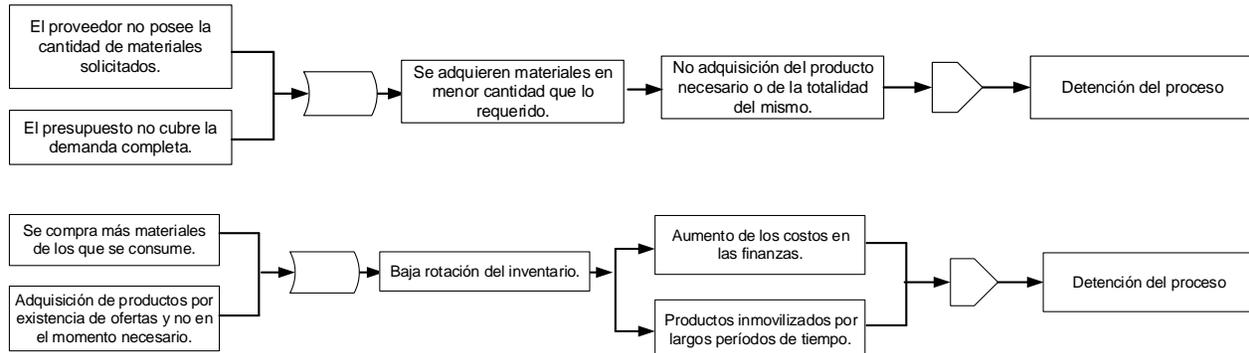
Símbolos utilizados en los Árboles de fallos

		<p>Puerta "O"</p> <p>El suceso de salida (S) ocurrirá si ocurre al menos uno de los sucesos de entrada (E1, E2)</p>
		<p>Puerta "Y"</p> <p>El suceso de salida (S) ocurrirá si, y sólo si ocurren todos los sucesos de entrada (E1, E2).</p>

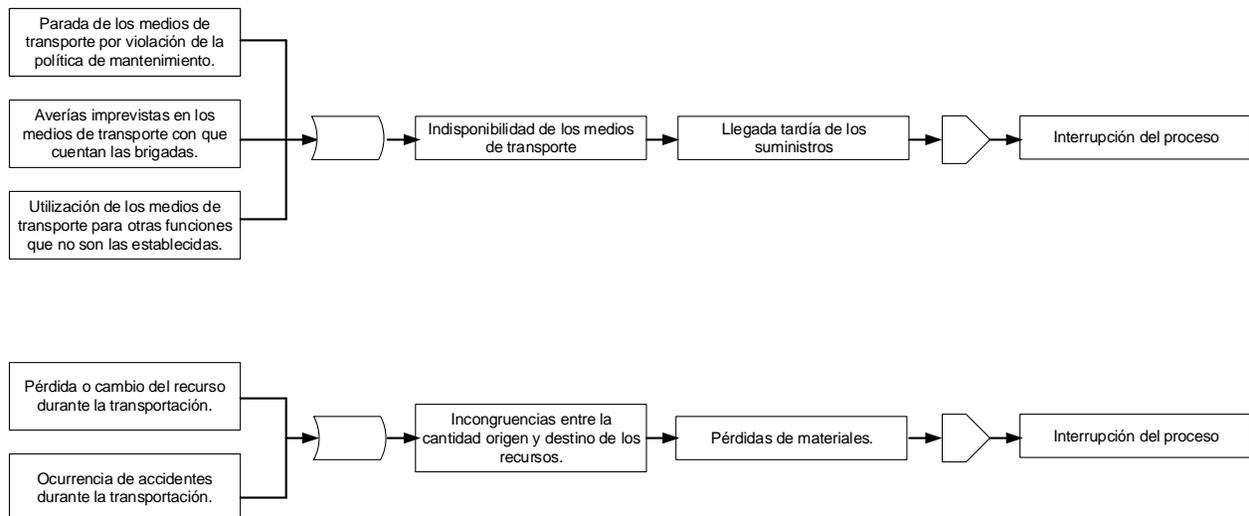
Elemento: Gestión de Compras



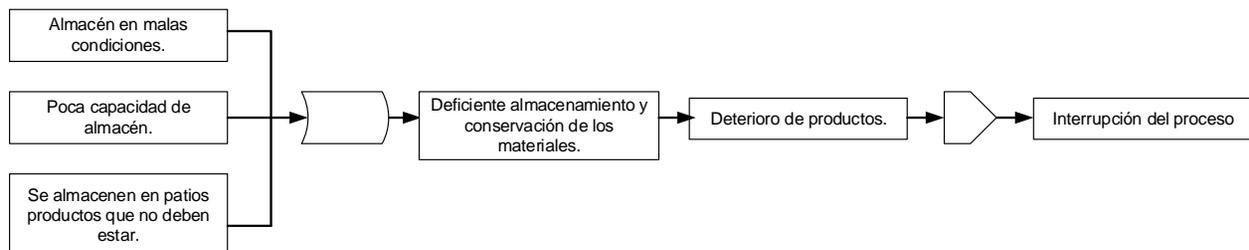
Anexo 7: Continuación...



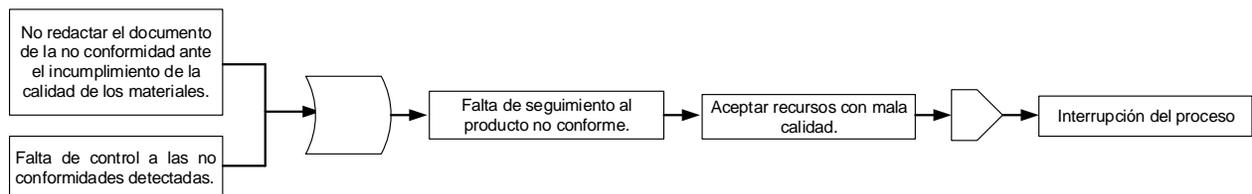
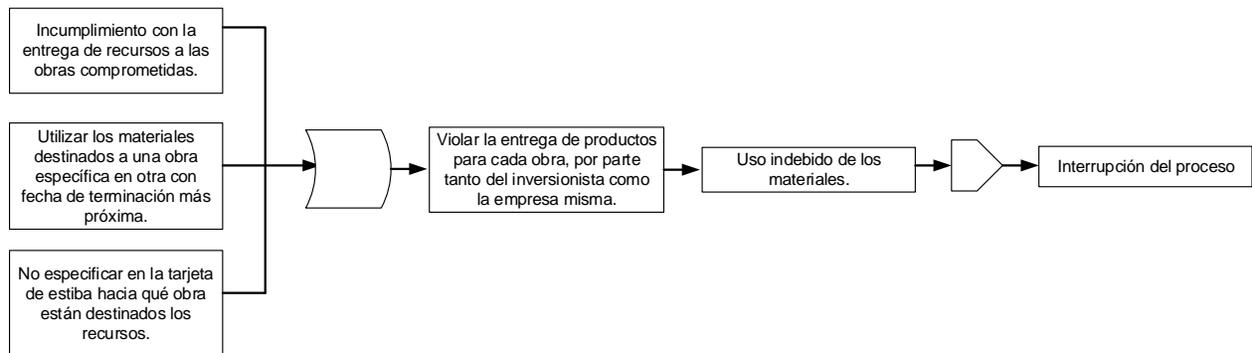
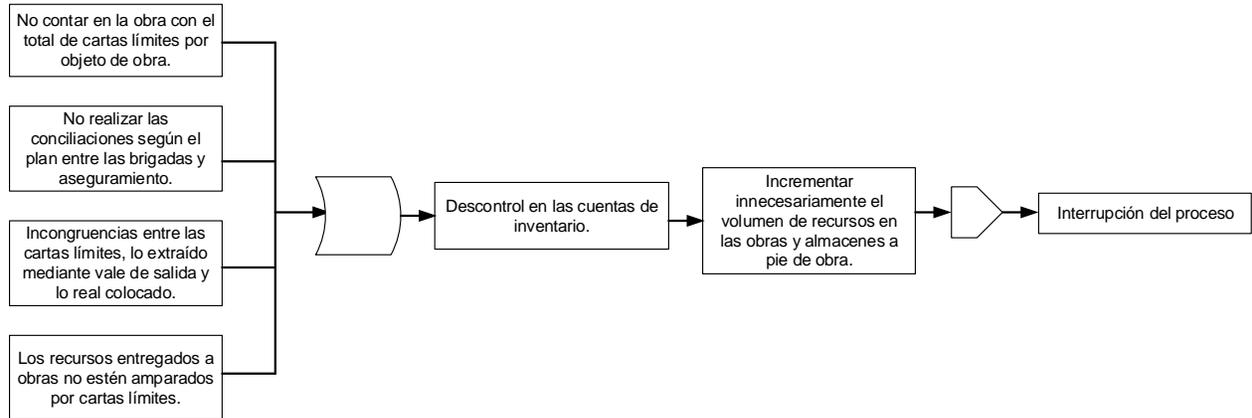
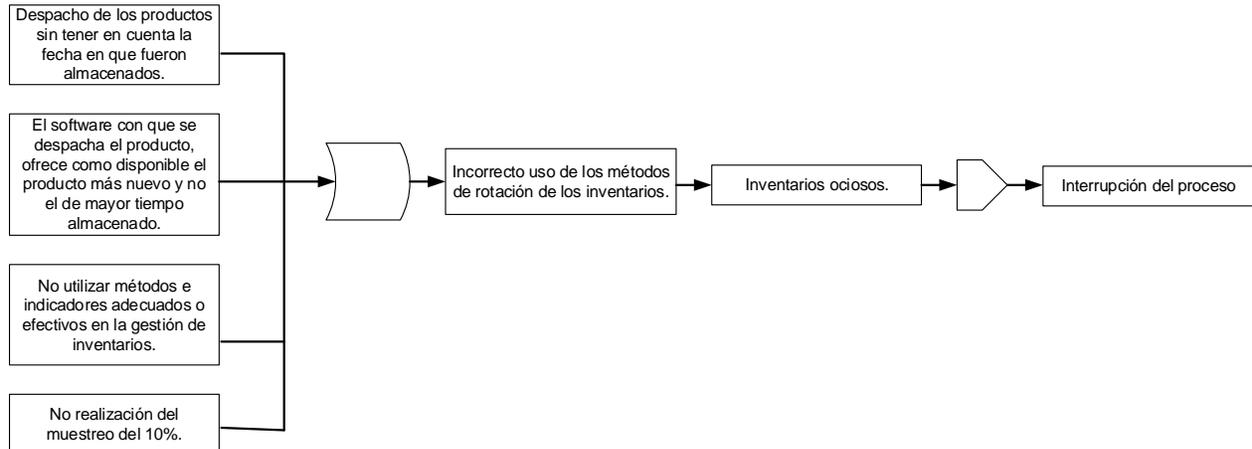
Elemento: Transportación



Elemento: Almacenamiento



Anexo 7: Continuación...



Anexo 7: Continuación...

