



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría de Posgrados e Investigación

Posgrados en Ingeniería y Negocios

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Riesgos de alto impacto económico en la Cadena de Suministro de
una PyME manufacturera del sector eléctrico.

Presenta

Maribel Martínez Segundo

Director / a

Patricia Cano Olivos

Puebla, México.

Junio de 2018



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría de Posgrados e Investigación

Posgrados en Ingeniería y Negocios

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Se aprueba la Tesina llamada:

Riesgos de alto impacto económico en la Cadena de Suministro de
una PyME manufacturera del sector eléctrico.

Comité de Revisión.

Dra. Patricia Cano Olivos

Director/a

Dra. Diana Sánchez Partida

Asesor/a

Dr. Santiago Omar Caballero Morales

Asesor/a

Puebla, México.

Mayo 2018

**Riesgos de alto impacto económico en la Cadena de Suministro de una PyME
manufacturera del sector eléctrico**
**Risks of high economic impact on the supply chain of a manufacturing SME in
the electricity sector**

Maribel Martínez Segundo¹, Patricia Cano Olivos¹, Diana Sánchez Partida¹, Santiago Omar
Caballero Morales¹.

Palabras clave: Globalización; Disrupción; Gestión de riesgos de la cadena de suministro (SCRM);
Matriz de riesgos; Proceso de análisis jerárquico (AHP)

Recepción: 01-02-2018 / Aceptación 04-05-2018

Resumen

Introducción: La gestión de riesgos de la cadena de suministro (SCRM), adquiere especial relevancia por el alto dinamismo de los mercados, debido a la globalización, pues con el aumento de las redes de proveedores y las altas exigencias de los clientes, ha impulsado de forma obligatoria a las organizaciones a desarrollar estrategias que les permita ser competitivos. En este trabajo se presenta el caso de una PyME manufacturera del sector eléctrico ubicada en el estado de Puebla, México; actualmente esta empresa tiene serios problemas financieros derivado de las constantes disrupciones en la cadena de suministro, de ahí que se tiene el interés de analizar minuciosamente la situación para dar propuestas de solución y mejorar a corto y/o mediano plazo su situación, de no ser así, esta dejara de ser competitiva e inclusive podría desaparecer del mercado.

Método: La Gestión de Riesgos de la Cadena de Suministro (SCRM) es la estrategia que se utilizó en este trabajo, cabe señalar que esto fue posible través de un enfoque coordinado entre los miembros de la cadena de suministro (SC). Las etapas que se desarrollaron en este trabajo son: 1) Identificación de riesgos, 2) Clasificación de riesgos, 3) Evaluación de riesgos y 4) Mitigación.

¹Posgrado en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro, Universidad Popular Autonoma del Estado de Puebla, Puebla. E-mail: patricia.cano@upaep.mx

Resultados: Por medio de los resultados que se obtuvieron en la matriz de riesgos y el proceso de análisis jerárquico (AHP), se identificaron los riesgos que disrumpen la cadena de suministro y que además tienen mayor impacto financiero en la PyME en estudio, los cuales son: paro de líneas de producción, ineficiente flujo de información y niveles altos de inventario, esto permitió elaborar el plan de contingencia que ayude a mitigar el impacto.

Conclusión: La SCRM puede ser considerada como un elemento fundamental para la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa.

Abstract

Introduction: Supply chain Risk management (SCRM) takes special importance because of the high dynamism of the markets, due to the globalization, because with the increase of the networks of suppliers and the high standards of the clients, it has driven obligatorily to organizations to develop strategies that allow them to be competitive. This paper presents the case of a manufacturing SME in the electricity sector located in the state of Puebla, Mexico; currently this company has serious financial problems derived from the constant disruptions in the supply chain, hence it is the interest of carefully analyze the situation to give proposals for solutions and improve in the short and/or medium term their situation, if not, this ceases to be competitive and might even disappear from the market.

Method: Supply chain Risk Management (SCRM) is the strategy that was used in this work, it should be noted that this was possible through a coordinated approach among the members of the supply chain (SC). The stages that were developed in this work are: 1) Risk identification, 2) Risk classification, 3) Risk assessment and 4) Mitigation.

Results: Through the results obtained in the risk matrix and the process of hierarchical analysis (AHP), identified the risks that disrupt the supply chain and also have greater financial impact on the SME under study, which are: stop production lines, inefficient flow of information and high levels of inventory, this made it possible to develop the contingency plan that helps mitigate the impact.

Discussion or Conclusion: SCRM can be considered as a fundamental element for the achievement of the strategic objectives of the company.

Keywords: Globalization; Disruption; Supply Chain Risk Management (SCRM); Risk Matrix; Hierarchical Analysis Process (AHP).

Introducción

Los cambios más importantes en la economía mundial son a partir de la apertura de mercados, los cuales han evolucionado por la globalización, estos cambios se han manifestado en tres grandes esferas principalmente: el comercio, la inversión y los fondos (Nayyar, 2008). La globalización es un fenómeno que ha acercado al mundo a través del intercambio de bienes y productos, información, conocimiento y cultura. El concepto recientemente surgido de la globalización generalmente se refiere a un proceso en el cual un producto se fabrica en una parte del mundo pero incluye componentes subensamblados en otros países, mientras que puede ser consumido en otra área remota. Para México esto es muy beneficioso, porque permite integrar la economía del país con la del resto del mundo. De ahí, que la globalización de una empresa se define como la internacionalización de la misma, para esto las empresas deben actuar como compradores y vendedores de bienes y servicios (Lars-Gunnar, 2003), es decir, las compañías deben competir efectivamente en mercados abiertos no solo para negocios sino también para suministros y proveedores (Rajagopal & Bernard, 1993). Sin embargo, las empresas mexicanas enfrentan un desafío de supervivencia, porque las cadenas de suministro globales tienen cambios drásticos que dan lugar a riesgos complejos.

El concepto de cadena de suministro (SC) ha tenido una gran atención en las empresas para mantener la competitividad en el mercado. El cuidado de la SC es de vital importancia, porque esta es el corazón de la cadena de valor mencionada en sus actividades principales, logística interna y externa, operación, comercialización, ventas y servicio (Porter, 1985). Con la importancia de este concepto en la industria y el principio de tener un flujo efectivo de materiales e información para satisfacer los requisitos del cliente, es necesario realizar un estudio de riesgos en la SC. El riesgo se puede ver como: Todas esas cosas que lo mantienen alejado del camino perfecto y los resultados perfectos y usted tiene que ser capaz de traducir riesgos en dólares de alguna manera (Mentzer et al., (2008) **la probabilidad de realizar una consecuencia involuntaria o no deseada que conduce a un resultado indeseable, como pérdida, lesión, daño u oportunidad perdida (Schlegel et al., 2014).** Los riesgos son muy amplios, desde la caída de los datos en un sistema de información, hasta los desastres naturales y la fuerza mayor que pueden impedir la fabricación de productos en una organización. Zsidisin,

Panelli & Upton (2000), se enfoca en la importancia de ser claros sobre los riesgos latentes para generar un plan de contingencia que mitige el impacto.

Cavinato (2004), en una discusión de los riesgos en la SC, introdujo dos formas adicionales de flujo que merecen consideración: el flujo de innovación y el flujo relacional; el primero vincula las firmas “con la finalidad de descubrir y llevar al mercado oportunidades de productos, servicios y procesos”, y el segundo enlaza múltiples actividades internas que trascienden a la fuente o entrega y que incluyen, pero no están limitadas a ingeniería, gestión de calidad y funciones administrativas relacionadas. En general, se pueden clasificar los riesgos en internos, que aparecen durante el normal desarrollo de las operaciones de las organizaciones; y externos, que provienen sobretodo del entorno donde operan las empresas (Jüttner, et al., 2003; Paulsson, 2007; Waters, 2007).

Cooper (1997) sugiere que los procesos sean examinados y controlados de acuerdo con su riesgo, por lo que primero se propone identificar las características de riesgo dentro de cualquier proceso analizado y examinar cómo y en qué sentido estos riesgos podrían afectar este canal o proceso. El alto riesgo de interrupción de las SC está relacionado con la imposibilidad de que las empresas planifiquen y operen de manera determinista, debido a la falta de información y confiabilidad (Bode et al., 2011). Por esta razón, es importante implementar la Gestión de riesgos en la SC en cada una de las organizaciones para permitirles ser competitivos en los mercados.

En este artículo se presenta la evaluación de riesgos que causan disrupción en la SC de una empresa del sector eléctrico, teniendo como principal consecuencia problemas financieros que disminuyen la competitividad en el mercado. Para este trabajo, se utilizó la matriz de riesgos y el proceso de análisis jerárquico AHP, la primera herramienta es una descripción sistemática de los riesgos que enfrenta la organización tomando como referencia la clasificación de la UNESCO y la segunda, es un método matemático creado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios y está basado en el principio de la experiencia y el conocimiento de los actores (Osorio et al., 2008).

Revision de literatura

A medida que la competencia global continúa intensificándose, las empresas deben tener estrategias que les permitan ser competitivas en el mercado. (Haines & Sharif, 2006). Los ejecutivos han reconocido que el cambio estratégico en el contexto global es importante para mejorar el rendimiento de la empresa (Chaiprasit & Swierczek, 2011). Las oportunidades del mercado global permiten a las empresas acceder a recursos mundiales y expandirse a muchos mercados extranjeros. Por lo tanto, las empresas que responden a estas tendencias y oportunidades mundiales desarrollan competencias estratégicas efectivas para enfrentar este desafío a través de iniciativas globales, que mejoran su desempeño comercial global (Cooke, 2008; Offstein et al., 2005). Sin embargo, las empresas se enfrentan a incertidumbres y riesgos que disrumpen las SC globales.

Esta disrupción es la combinación de un evento no deseado y anómalo que se materializa en algún lugar del SC y que amenaza significativamente el curso normal de las operaciones comerciales de las empresas; para las empresas afectadas, es una situación excepcional y anómala en comparación con los negocios cotidianos (Zsidisin & Ritchie, 2008). El riesgo se puede ver como: Todas esas cosas que lo mantienen alejado del camino perfecto y los resultados perfectos y usted tiene que ser capaz de traducir riesgos en dólares de alguna manera (Mentzer et al., (2008). Por otro lado, Kleindorfer et al. (2005) dice que las interrupciones se asocian con una cierta probabilidad de ocurrencia y se caracteriza por su gravedad y efectos directos e indirectos. Un evento de riesgo altera el valor de un sistema o empresa, ya sea aumentando o disminuyendo su valor actual en cierta medida (Olson et al., 2008). Según la UNESCO (2010), existen dos fuentes de riesgos internos o externos que pueden afectar una cadena de suministro (Figura 1).

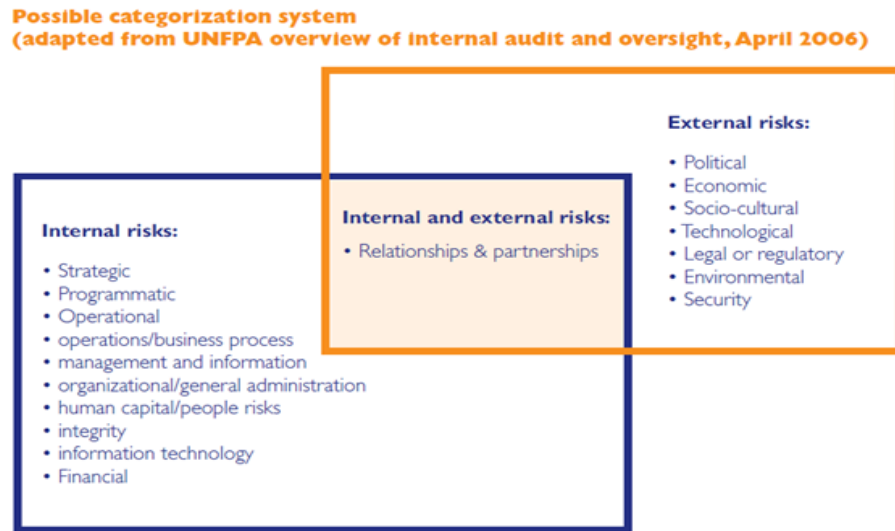


Figura. 1 Sistema de categorización de riesgos (UNESCO, 2010)

Otros autores dividen los riesgos en operacionales y disruptivos; los primeros se asocian con problemas inherentes a la organización, por ejemplo, la demanda de un cliente, el suministro continuo de materias primas, costos, etc.; mientras que los segundos están directamente asociados con catástrofes naturales, ataques terroristas o crisis económicas que causan devaluaciones en ciertas monedas de diferentes países (Tang, 2006). Ho *et al.*, (2015), sugiere segmentar las interrupciones en: a) naturales, que son causadas por el hombre y b) macroriesgos, su principal impacto es la cadena de valor, el transporte, la información y las finanzas.

Así pues, todos estos riesgos, incluso los no mencionados hacen vulnerable a la SC. La literatura ha definido vulnerabilidad como la capacidad de una persona (o un grupo) para anticiparse, enfrentarse, resistir y recuperarse del impacto de un peligro natural (Stephan *et al.*, 2009). Golinska (2014), menciona que Svensson (2000) distinguió entre vulnerabilidad atomística u holística; la primera aplica solo a una parte de la SC, y la segunda a toda la SC. Debido a la vulnerabilidad de las cadenas de suministro modernas en los últimos años, ha crecido el interés por parte de los directivos de las empresas de gestionar el riesgo.

El estudio de los riesgos en la SC ha aumentado considerablemente desde 2003, es evidente que diferentes tipos de interrupciones afectan la productividad de las empresas, por lo que es muy importante analizar los riesgos probables para cada una de las organizaciones dependiendo de su giro, ubicación, y tipo de producto (Ho *et al.*, 2015). De acuerdo a Simchi-Levi *et al.*, (2003), Supply Chain Management (SCM) se refiere a "Un conjunto de métodos utilizados para coordinar de forma efectiva proveedores, productores, almacenes y minoristas, de

modo que la mercancía se produzca y distribuya en las cantidades correctas, en las ubicaciones correctas y en el lugar y tiempo correcto, para reducir los costos, mientras se cumple con el nivel de servicio”.

Sin embargo, la SC es compleja y la implementación de una Gestión de Riesgo de la Cadena de Suministro (SCRM) requiere una estrategia bien formulada con etapas claras de contingencia. SCRM se define como " la identificación y gestión de riesgos, a través de un enfoque coordinado entre los miembros de la SC, para reducir la vulnerabilidad en su conjunto ", mediante diferentes prácticas tales como (Kauppi et al., 2016): 1) Evaluación de las fuentes de riesgo, 2) Identificación de los riesgos a través de la definición de las consecuencias, 3) Seguimiento de los riesgos en la SC y 4) Mitigación. De ahí, que las empresas necesitan administrar los riesgos para mejorar la agilidad de la SC en los entornos altamente turbulentos e inciertos de la actualidad (Zhao et al, 2013).

Los métodos cualitativos se basan totalmente en valores no numéricos y se utilizan principalmente para la identificación de riesgos (Manco, 2012). Entre los métodos cualitativos más usados, y descritos en AENOR (2011), son: Checklists, Preliminary Hazard Analysis (PHA), Hazard and Operability studies (HazOp), What-if method, Variance analysis, Scenario analysis, Risk matrix, Risk mapping, Risk driver mapping, Delphi technique, Event tree analysis (ETA), Fault tree analysis (FTA).

De las herramientas de análisis cualitativo es importante la matriz de riesgos, ya que esta hace una descripción sistemática de los riesgos clasificados que enfrenta una organización. La combinación de la probabilidad de que ocurra el riesgo y la magnitud del impacto indica la vulnerabilidad o nivel riesgo a la que esta expuesta la empresa (Tablado, 2017), tal como se representa en la figura 2. Con esta herramienta los riesgos se pueden cuantificar, valorar y determinar los puntos que se deben abordar para mitigar el riesgo, es decir, la matriz de riesgos permite identificar y priorizar los riesgos de una forma sencilla y visual, basándose en las dos dimensiones esenciales relativas al riesgo: la probabilidad de que el evento suceda (vertical) y el impacto que provocaría en caso de que sucediese (horizontal). Los colores muestran las áreas críticas de la empresa, donde el color amarillo permite cuantificar el riesgo operativo y la mitigación, el color rojo representa una situación crítica e irregular de la entidad con mucha exposición y niveles altos de riesgos que se deben de atender en forma inmediata y el color

verdes indican situaciones intermedias o concentradas en una variable ya sea de exposición o riesgo, que ameriten elaborar medidas de mitigación del riesgo operativo.

Para clasificar los riesgos en los ejes, podemos hacerlo de forma cualitativa (estableciendo rangos) o cuantitativa (asignando un índice a cada elemento de estudio). Para la probabilidad del riesgo se considera la siguiente escala: 5 (Probabilidad muy alta); 4 (Probabilidad alta); 3 (Probabilidad media); 2 (Probabilidad baja) y 1 (sería especialmente raro que ocurriera). Y para el impacto del riesgo se utiliza la siguiente escala: 5 (Catastrófico); 4 (Crítico); 3 (Moderado); 2 (Marginal) y 1 (Despreciable).

		Impacto				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

	Riesgo bajo	De 1 -4
	Riesgo medio	De 5 -10
	Riesgo alto	De 12 a 25

Figura. 2 Matriz de riesgos (UNESCO, 2010)

Alvarado (2013) implementó la matriz de riesgos para la adecuada gestión de los procesos y controles internos de la empresa, de esta forma se hicieron mejoras en el proceso de ventas y cuentas cobrar y en el proceso de compras y cuentas por pagar. Pulgar (2017), realizó una matriz de riesgo de triple criterio para evaluar los niveles de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores del taller artesanal Germany S.A. Tumini (2015), propuso un modelo de gestión de riesgos aplicable a una PYME de la industria farmacéutica de la ciudad de Bahía Blanca, Argentina, mediante una matriz de riesgos que permitió evaluar y detectar los riesgos que requieren acción inmediata para mitigar el impacto.

Por otro lado, el Proceso de Analisis Jerarquico (AHP) desarrollado por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty a finales de los 60, es un método matemático creado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios y está basado en el principio de la experiencia y el conocimiento de los actores. Dicha metodología permite construir un modelo jerárquico que represente el problema objeto de estudio, mediante criterios y alternativas planteadas inicialmente, para luego poder deducir, cual o cuales son las mejores alternativas y

tomar una decisión final óptima (Alvarez et al., 2017). El AHP consiste en realizar los siguientes pasos (Gaudenzi & Borghesi, 2013):

- 1) Evaluación de las "situaciones críticas" que afectan a los objetivos a fin de evaluar su importancia.
- 2) Evaluación cuantitativa de la importancia de cada uno de ellos, comparados con cualquier otro objetivo, mediante la escala de Saaty.
- 3) Evaluación del peso de los objetivos para definir y priorizar el papel e importancia de los objetivos.

El AHP ha sido utilizado para evaluar los riesgos de diferente índole, tal es el caso de Gaudenzi & Borghesi (2006), que lo utilizaron para apoyar a los gerentes en la priorización de los objetivos de la cadena de suministro, identificando los indicadores de riesgo y evaluando el impacto potencial de los eventos negativos y las relaciones causa-efecto a lo largo de la cadena, la intención fue crear valor al cliente, impulsado por objetivos secundarios como la entrega a tiempo, orden completa, entrega sin daños ni defectos. Por otro lado, Restrepo et., al (2014) analizó y evaluó cinco índices financieros. Patiño (2017), utilizó AHP para evaluar un crédito a corto plazo de una PyME.

Método

Para comenzar a implementar SCRM en una PyME dedicada a la producción de componentes eléctricos, se realizan una serie de pasos estructurados que permita a los directivos visualizar claramente los riesgos que disrumpen la cadena de suministro y por otro lado, las acciones que pueden disminuir el impacto. Para la identificación de riesgos se realizaron las siguientes actividades:

- a) Identificación de riesgos. Se forma el equipo de trabajo para identificar los riesgos a los que esta expuesta la SC, el cual se integra por los responsables de cada proceso. Y de esta manera se obtiene la tabla 1, la cual muestra el riesgo, causa, certidumbre, el impacto y probabilidad que tiene cada riesgo, y de acuerdo a las escalas descritas en la revisión de literatura, se calcula el nivel de riesgo e impacto.

Tabla 1. Riesgos detectados

Riesgo	Causa	Certidumbre	Impacto	Probabilidad	Nivel de riesgo	Nivel de impacto
--------	-------	-------------	---------	--------------	-----------------	------------------

Paro de líneas de producción	1. Interrupción en el suministro de materia prima a producción 2. Retrasos en entrega de productos a producción 3. Falta material para concluir los proyectos.	1. Falta profesionalizar el área de ingeniería a nivel trabajo de campo, ya que por desconocimiento, no solicitan los materiales completos para los proyectos, además que no realizan feedback con las personas que realizan los proyectos (personal operativo) para conocer el material completo que necesitarán en el ensamble del proyecto y evitar que falte material. 2. No hay inventario de seguridad.	4	4	16	Alto
Ineficiente flujo de información	1. Malestar en el ambiente laboral 2. Deterioro de la eficiencia 3. Desmotivación 4. Confusión 5. Pérdida de talento.	1. Falta capacitación a personal de nuevo ingreso a nivel técnico y/o trabajo a nivel operativo.	3	5	15	Alto
Daño de materiales	1. Al realizar movimientos bruscos o incorrectos entre los pasillos donde se encuentran los racks, la mercancía puede caer. 2. Durante un sismo, los racks se mueven fácilmente y causan la caída de los materiales.	1. Anaqueles sin anclar y estibas sin protección.	2	2	4	Bajo
Robo hormiga	1. Entrada de personal ajeno al almacén 2. Almacén sin delimitaciones o medidas de seguridad.	1. Falta delimitar el almacén (con malla) o material que impida el acceso a personas no autorizadas.	2	4	8	Medio
Niveles altos de inventario	1. Faltantes en almacén 2. Productos de baja rotación	1. No cuadra la información del sistema Summa con inventario físico. 2. Falta control de "consumibles de producción".	4	5	20	Alto

	3. Falta de control de procedimientos internos.	3. No hay compromiso del personal operativo para respetar los procedimientos internos, ya que no se usan formatos para solicitar o devolver materiales al almacén.				
Productos obsoletos	1. Por avances tecnológicos 2. Estrategia del fabricante	Los productos que se tengan ya en inventario no se puedan utilizar en algún otro proyecto.	3	2	6	Medio
Robos en entregas al cliente.	1. Asalto en carretera.	El chofer de la empresa entrega la mercancía al cliente, pero no lleva custodia y la empresa no tiene póliza de seguro contra robo.	4	2	8	Medio

Fuente: Elaboración propia

- b) Clasificación de Riesgos. Para categorizar los riesgos de la tabla 1, se tomo como referencia la clasificación de riesgos de la UNESCO (Figura 1), quedando de la siguiente manera (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de riesgos

Tipo de riesgo	Clasificación (Unesco, 2010)	Riesgo
Internos	Programación / Planeación	1. Paro de líneas de producción
	Capital humano	2. Ineficiente flujo de información
	Integridad	3. Daño de materiales
		4. Robo hormiga
Externos	Financieros	5. Niveles altos de inventario
	Tecnológicos	6. Productos obsoletos
	Seguridad	7. Robos en entregas al cliente

Fuente: Elaboración propia

- c) Medición de riesgos. El Proceso de Análisis Jerárquico ó Analytic Hierarchy Process por sus siglas en inglés (AHP), fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty a finales de los años 60, fué creado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración

varios criterios. Está basado en el principio según el cual la experiencia y el conocimiento de los actores son tan importantes como los datos utilizados en el proceso. El AHP permite realizar mediciones de factores tanto subjetivos como objetivos a partir de estimaciones numéricas, verbales o gráficas, lo cual le provee una gran flexibilidad. El hecho de tener definida una escala general, aplicable a cualquier situación, permite la universalidad del método. En la tabla 3, se muestra la escala utilizada para asignar prioridades con base en la preferencia de un elemento sobre otro (Osorio et al., 2008).

Table 3. Escala de Saaty

Intensidad de importancia en una escala absoluta	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos criterios contribuyen igualmente al objetivo
3	Importancia moderada de una sobre otra	La experiencia y los juicios del experto favorecen a un criterio sobre el otro
5	Importancia fuerte	La experiencia y los juicios del experto favorecen significativamente a un criterio sobre el otro
7	Importancia muy fuerte	Un criterio es fuertemente favorecido y su dominancia se ha demostrado en la práctica
9	Importancia extrema	Un criterio es totalmente favorecido sobre el otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos niveles adyacentes	Cuando se hace necesario un nivel medio

Fuente: Saaty, 1980

El AHP modela el problema a través de una estructura jerárquica, se propone descomponer la decisión de la siguiente manera (Saaty, 2008):

1. Definir el problema y determinar el tipo de conocimiento buscado. Actualmente la PyME manufacturera del sector eléctrico, tiene diversos problemas derivados de los escasos planes estratégicos internos en la mayoría de las áreas, convirtiéndose en factores que ponen en riesgo la estabilidad y sobrevivencia de la organización, para esta PyME las disrupciones en la cadena de suministro ya han ocasionado daños financieros, los cuales se ven reflejados en la rentabilidad y reputación de la empresa, de ahí que se ha puesto un especial interés para realizar el análisis de riesgos que disrumpen la SC de esta empresa, de lo contrario a corto o mediano plazo desaparecera del mercado.
2. Estructurar la jerarquía de decisiones desde arriba con el objetivo de la decisión, luego los objetivos desde una perspectiva amplia, a través de los niveles intermedios (criterios de los cuales dependen los elementos subsiguientes) hasta el nivel más bajo (que

generalmente es un conjunto de alternativas). En la siguiente figura se muestra la estructura jerárquica de los riesgos en la Cadena de Suministro de la Pyme en estudio.

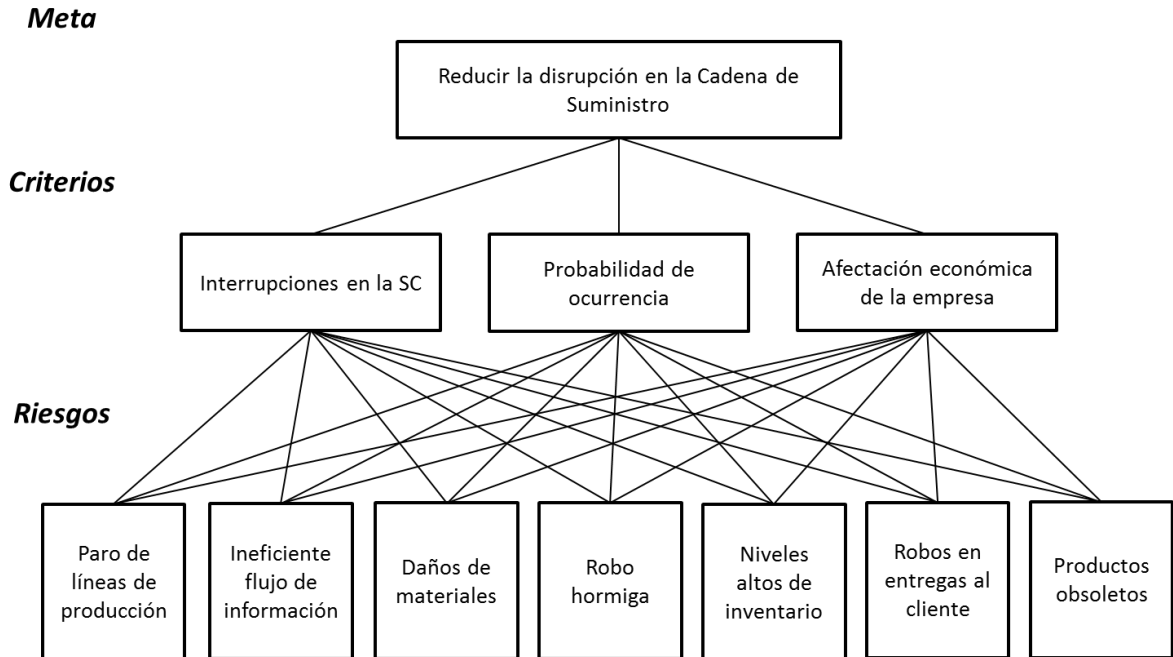


Figura. 3 Estructura jerárquica de riesgos (Elaboración propia)

3. Construir un conjunto de matrices de comparación por pares (**matrices A**). Cada elemento en un nivel superior se usa para comparar los elementos en el nivel inmediatamente inferior con respecto a él. Es decir, ya definidos los criterios, se realiza el análisis por pares, comparando cada uno de los criterios contra cada riesgo de manera biunívoca, ver tabla 3, 4, 5 y 6. Asignando un valor según la escala de Saaty (Osorio et al., 2008), valores deben ser concensadas por los responsables de cada proceso que intervienen en la cadena de suministro.

Table 3. Matriz de comparación entre criterios

Criterios	Interrupciones en la SC	Probabilidad de ocurrencia	Afectación económica de la empresa
Interrupciones en la SC	1.00	5.00	3.00
Probabilidad de ocurrencia	0.2	1.00	0.33
Afectación económica de la empresa	0.33	3	1.00

Fuente: Elaboración propia

Table 4. Matriz de análisis de riesgos comparando el criterio “Interrupciones en la SC”

Riesgo	Paro de líneas de producción	Ineficiente flujo de información	Daño de materiales	Robo hormiga	Niveles altos de inventario	Productos obsoletos	Robos en entregas al cliente
Paro de líneas de producción	1.00	3.00	9.00	9.00	3.00	9.00	5.00
Ineficiente flujo de información	0.33	1.00	5.00	7.00	3.00	9.00	3.00
Daño de materiales	0.11	0.20	1.00	0.33	0.33	3.00	0.33
Robo hormiga	0.11	0.14	3.00	1.00	0.33	3.00	0.33
Niveles altos de inventario	0.33	0.33	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00
Productos obsoletos	0.11	0.11	0.33	0.33	0.33	1.00	0.33
Robos en entregas al cliente	0.20	0.33	3.00	3.00	0.33	3.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Table 5. Matriz de análisis de riesgos comparando el criterio “Probabilidad de ocurrencia”

Riesgo	Paro de líneas de producción	Ineficiente flujo de información	Daño de materiales	Robo hormiga	Niveles altos de inventario	Productos obsoletos	Robos en entregas al cliente
Paro de líneas de producción	1.00	0.33	5.00	3.00	0.33	3.00	5.00
Ineficiente flujo de información	3.00	1.00	9.00	5.00	3.00	5.00	7.00
Daño de materiales	0.20	0.11	1.00	0.20	0.33	0.33	3.00
Robo hormiga	0.33	0.20	5.00	1.00	0.33	3.00	5.00
Niveles altos de inventario	3.00	0.33	3.00	3.00	1.00	3.00	9.00
Productos obsoletos	0.33	0.20	3.00	0.33	0.33	1.00	3.00
Robos en entregas al cliente	0.20	0.14	0.33	0.20	0.11	0.33	1.00

Fuente: Elaboración propia

Table 6. Matriz de análisis de riesgos comparando el criterio “Afectación económica de la empresa”

Riesgo	Paro de líneas de producción	Ineficiente flujo de información	Daño de materiales	Robo hormiga	Niveles altos de inventario	Productos obsoletos	Robos en entregas al cliente
Paro de líneas de producción	1.00	2.00	9.00	7.00	2.00	9.00	2.00
Ineficiente flujo de información	0.33	1.00	3.00	3.00	0.33	3.00	3.00
Daño de materiales	0.11	0.33	1.00	0.14	0.20	0.33	0.20
Robo hormiga	0.14	0.33	3.00	1.00	0.33	3.00	0.33
Niveles altos de inventario	0.50	3.00	5.00	3.00	1.00	3.00	0.33
Productos obsoletos	0.11	0.33	3.00	0.33	0.33	1.00	0.33
Robos en entregas al cliente	0.50	0.33	5.00	3.00	3.00	3.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

4. Medir la razón de consistencia (**RC**) de los juicios pareados, el cual es el cociente entre índice de consistencia de A (**IC**) y el índice de consistencia aleatorio (**IA**), si **RC** $\leq$ **0.10** el grado es aceptable, se puede continuar con el proceso de decisión, si si **RC** $>$ **0.10** es inaceptable, se debe reconsiderar los juicios antes de continuar con el análisis. Entonces tenemos que

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde **IC** es

$$IC = \frac{n_{max} - n}{n - 1}$$

n =número de elementos que se comparan

n_{max} = $\sum$ Vector de pesos relativos*Matrices de comparación

Y donde **IA** es

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

Ahora bien para determinar si un nivel de consistencia es o no razonable, primero se necesita normalizar las matrices de comparación, como se muestra en la tabla 7, 8, 9, 10 y 11.

Table 7. Normalización de la matriz de comparación entre criterios

Criterios	Interrupciones en la SC	Probabilidad de ocurrencia	Afectación económica de la empresa
Interrupciones en la SC	0.65	0.56	0.69
Probabilidad de ocurrencia	0.13	0.11	0.08
Afectación económica de la empresa	0.22	0.33	0.23

Fuente: Elaboración propia

Table 8. Normalización de la matriz de análisis de riesgos comparando el criterio “Interrupciones en la SC”

Riesgo	Paro de líneas de producción	Ineficiente flujo de información	Mal manejo de materiales	Robo hormiga	Niveles altos de inventario	Productos obsoletos	Robos en entregas al cliente
Paro de líneas de producción	0.45	0.59	0.37	0.38	0.36	0.29	0.38
Ineficiente flujo de información	0.15	0.20	0.21	0.30	0.36	0.29	0.23
Mal manejo de materiales	0.05	0.04	0.04	0.01	0.04	0.10	0.03
Robo hormiga	0.05	0.03	0.12	0.04	0.04	0.10	0.03
Niveles altos de inventario	0.15	0.07	0.12	0.13	0.12	0.10	0.23
Productos obsoletos	0.05	0.02	0.01	0.01	0.04	0.03	0.03
Robos en entregas al cliente	0.09	0.07	0.12	0.13	0.04	0.10	0.08

Fuente: Elaboración propia

Table 9. Normalización de la matriz de análisis de riesgos comparando el criterio “Probabilidad de ocurrencia”

Riesgo	Paro de líneas de producción	Ineficiente flujo de información	Mal manejo de materiales	Robo hormiga	Niveles altos de inventario	Productos obsoletos	Robos en entregas al cliente
Paro de líneas de producción	0.12	0.14	0.19	0.24	0.06	0.19	0.15
Ineficiente flujo de información	0.37	0.43	0.34	0.39	0.55	0.32	0.21
Mal manejo de materiales	0.02	0.05	0.04	0.02	0.06	0.02	0.09
Robo hormiga	0.04	0.09	0.19	0.08	0.06	0.19	0.15
Niveles altos de inventario	0.37	0.14	0.11	0.24	0.18	0.19	0.27
Productos obsoletos	0.04	0.09	0.11	0.03	0.06	0.06	0.09
Robos en entregas al cliente	0.02	0.06	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03

Fuente: Elaboración propia

Table 10. Normalización de la matriz de análisis de riesgos comparando el criterio “Afectación económica de la empresa”

Riesgo	Paro de líneas de producción	Ineficiente flujo de información	Mal manejo de materiales	Robo hormiga	Niveles altos de inventario	Productos obsoletos	Robos en entregas al cliente
Paro de líneas de producción	0.37	0.27	0.31	0.40	0.28	0.40	0.28
Ineficiente flujo de información	0.12	0.14	0.10	0.17	0.05	0.13	0.42
Mal manejo de materiales	0.04	0.05	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03
Robo hormiga	0.05	0.05	0.10	0.06	0.05	0.13	0.05
Niveles altos de inventario	0.19	0.41	0.17	0.17	0.14	0.13	0.05
Productos obsoletos	0.04	0.05	0.10	0.02	0.05	0.04	0.05
Robos en entregas al cliente	0.19	0.05	0.17	0.17	0.42	0.13	0.14

Fuente: Elaboración propia

Segundo para cada matriz de comparación, se calculan los pesos relativos y el valor de n_{max} , como se muestra en la tabla 11 y 12.

Table 11. n_{max} de los criterios de comparación

Criterios	Pesos relativos	n_{max}
Interrupciones en la SC	0.63	1.95
Probabilidad de ocurrencia	0.11	0.32
Afectación económica de la empresa	0.26	0.79
Total	1.00	3.06

Fuente: Elaboración propia

Table 12. n_{max} de los criterios de comparación para cada riesgo

Riesgo	Criterio. Interrupciones en la SC		Criterio. Probabilidad de ocurrencia		Criterio. Afectación económica de la empresa	
	Pesos relativos	n_{max}	Pesos relativos	n_{max}	Pesos relativos	n_{max}
Paro de líneas de producción	0.40	3.15	0.16	1.25	0.33	2.56
Ineficiente flujo de información	0.25	1.92	0.37	2.98	0.16	1.32
Mal manejo de materiales	0.04	0.32	0.04	0.31	0.03	0.22
Robo hormiga	0.06	0.43	0.11	0.87	0.07	0.52
Niveles altos de inventario	0.13	1.00	0.22	1.73	0.18	1.39
Productos obsoletos	0.03	0.21	0.07	0.51	0.05	0.37
Robos en entregas al cliente	0.09	0.69	0.03	0.20	0.18	1.44
Total	1.00	7.71	1.00	7.86	1.00	7.82

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 muestra un resumen de índices de consistencia (*RC*), se concluye que todos son menores o iguales a **0.10**, es decir el grado es aceptable, por lo tanto se puede continuar con el proceso de decisión.

Table 13. Índices de consistencia de los criterios de comparación para cada riesgo

n_{max}	n	IC	IA	RC
3.06	3	0.028	0.660	0.042
7.71	7	0.118	1.414	0.08
7.86	7	0.142	1.414	0.10
7.82	7	0.136	1.414	0.096

Fuente: Elaboración propia

- Una vez que los índices de consistencia son aceptables, se obtiene el peso relativo de cada riesgo y criterio, como se muestra en la tabla 14 y 15.

Table 14. Pesos relativos de los riesgos vs cada criterio

Riesgo	Peso relativo del riesgo vs cada criterio		
	Interrupciones en la SC	Probabilidad de ocurrencia	Afectación económica de la empresa
Paro de líneas de producción	0.40	0.16	0.33
Ineficiente flujo de información	0.25	0.37	0.16
Daño de materiales	0.04	0.04	0.03
Robo hormiga	0.06	0.11	0.07
Niveles altos de inventario	0.13	0.22	0.18
Productos obsoletos	0.03	0.07	0.05
Robos en entregas al cliente.	0.09	0.03	0.18

Fuente: Elaboración propia

Table 15. Pesos relativos de los criterios

Criterios	Peso relativo
Interrupciones en la SC	0.6333
Probabilidad de ocurrencia	0.1062
Afectación económica de la empresa	0.2605

Fuente: Elaboración propia

- Por último, se obtienen las prioridades de cada riesgo, esto permitirá tomar las decisiones y acciones pertinentes para disminuir los riesgos e impactos que se presentan en la cadena de suministro.

Table 15. Prioridad de los riesgos de la cadena de suministro de la PyMe en estudio

Riesgo	Prioridad
Paro de líneas de producción	36%
Ineficiente flujo de información	24%
Niveles altos de inventario	15%
Robos en entregas al cliente	11%
Robo hormiga	7%
Daño de materiales	4%
Productos obsoletos	4%

Fuente: Elaboración propia

Resultados

En la figura 4, se muestran los resultados obtenidos, como se puede observar los riesgos indicados de color rojo; paro de líneas de producción, ineficiente flujo de información y niveles altos de inventario. Son los que generan mayor impacto y que además pone en situaciones críticas a la organización, por esta razón, son los que deben atenderse de forma inmediata. Los riesgos de color amarillo y verde también disrumpen la SC, pero el impacto es menor, también es relevante proponer las acciones para eliminarlos de lo contrario pueden convertirse en riesgos críticos si no se atienden en tiempo y de manera correcta.

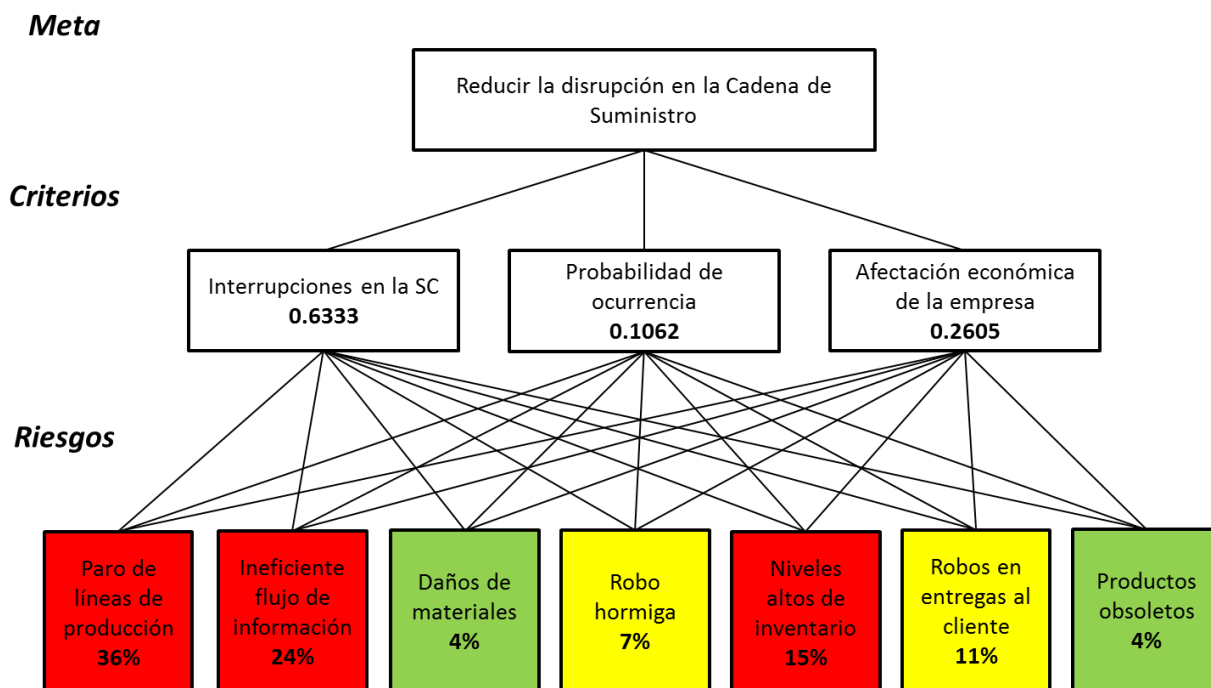


Figura. 4 Estructura jerárquica de riesgos con pesos y prioridades (Elaboración propia)

A partir de estos resultados el equipo de trabajo de la empresa elaboró su plan de acciones para mitigar los impactos originados de los riesgos más significativos de la cadena de suministro (tabla 16). Cabe señalar que las acciones de los riesgos identificados en color amarillo y verde se propondrán más adelante, pues se considera que las acciones propuestas en la tabla 16, tendrán efecto sobre estos riesgos. Así pues, se dará seguimiento cada trimestre para analizar los resultados de dicho plan, y en caso de ser necesario proponer nuevas acciones.

Tabla 16. Plan de acciones para mitigar los impactos originados de los riesgos más significativos de la cadena de suministro

Riesgo	Causa	Acciones sugeridas	Responsable
Paro de líneas de producción	1. Interrupción en el suministro de materia prima a producción	1. Compra de software	Director general
	2. Retrasos en entrega de productos a producción	2. Plan de capacitación a nivel operativo (1 hora semanalmente)	Jefe de Ingeniería / Encargado de la célula (producción)
	3. Falta material para concluir los proyectos.		
Ineficiente flujo de información	1. Malestar en el ambiente laboral	Comunicación vertical ascendente (reuniones periódicas, entrevistas personalizadas, encuestas, sistema de quejas y sugerencias (Buzones, cartas y mensajes a la administración)	Jefe de cada área
	2. Deterioro de la eficiencia		
	3. Desmotivación		
Niveles altos de inventario	4. Confusión		
	5. Pérdida de talento.		
	1. Faltantes en almacén	1. Inventarios cíclicos	Contador / Encargado de almacén
	2. Productos de baja rotación	2. Implementación de control interno (Formatos: Control de consumo interno y Control de devoluciones)	Director general / Jefe de almacén/Jefe de producción
	3. Falta de control de procedimientos internos.		

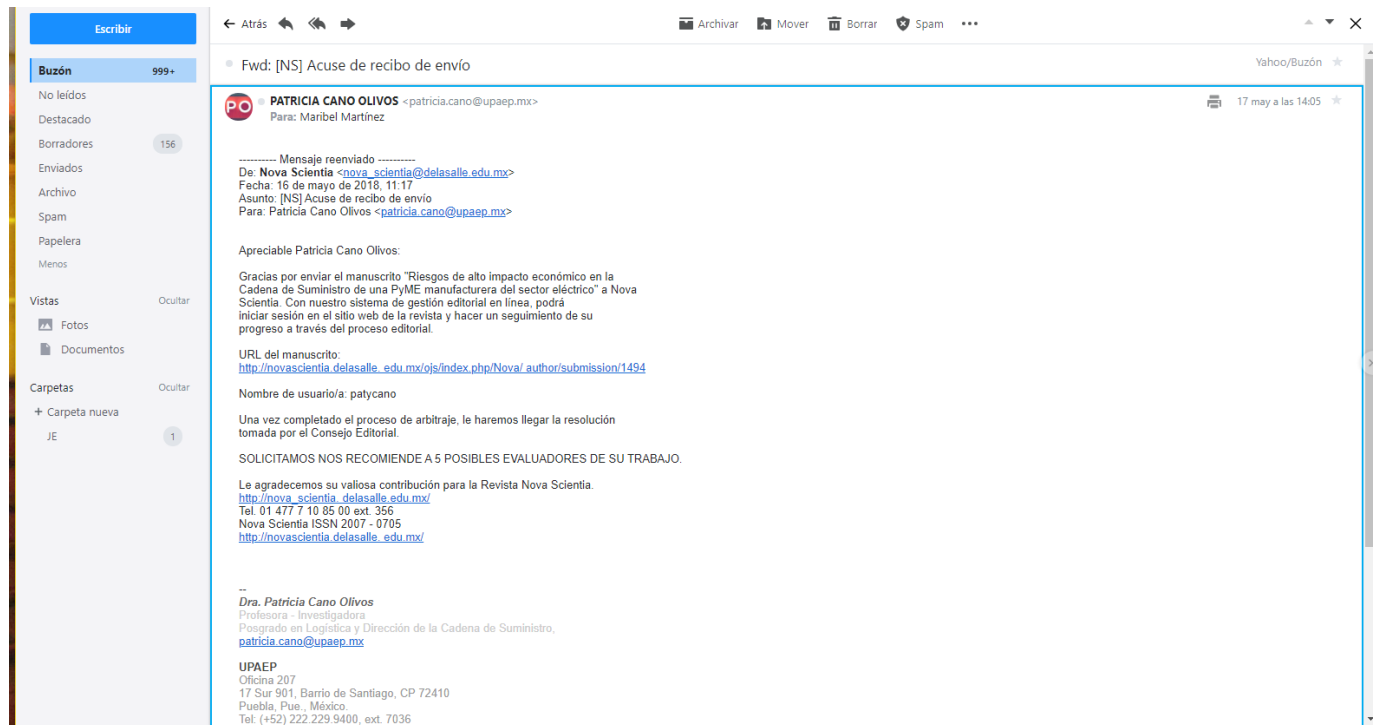
Elaboración propia

Conclusiones

La mala operación de la compañía, de los proveedores e incluso de los clientes puede interrumpir dramáticamente la continuidad del negocio, de ahí que las operaciones de la cadena de suministro y la administración de riesgos deberían de ser complementarias entre sí, es decir una eficaz y eficiente administración de riesgos puede dar mayor flexibilidad a la organización, para anticiparse y adaptarse a los cambios, de esta forma se genera la resiliencia de la cadena de suministro. Sin embargo, administrar los riesgos de la SC es crítico en todas las áreas del negocio: producto, diseño, desarrollo, operación, gente y clientes; por ello es importante que la compañía utilice una metodología que permita caracterizar de una forma sencilla, entendible y robusta los riesgos, de tal manera que se pueda cuantificar el impacto económico, reputacional, entre otros; e identificar las medidas de mitigación eficientes que minimicen los diversos impactos. Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que la SCRM puede ser considerada como un elemento fundamental para la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa.

Anexos

Acuse de recibido por parte de la revista Nova Scientia, revista a la cual fue enviado el artículo.



Referencias

- Nayyar, Deepak (2008), «Globalization: What Does It Mean For Higher Education?», en: Luc Weber y James Duderstadt (eds.), *The Globalization of Higher Education*. Economica, París, Francia.
- Mentzer, J, Manuj, I. (2008). Global supply chain risk management strategies, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Volume 38 Number 3, pp. 192-223, doi 10.1108/09600030810866986
- Jüttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 6(4), 197-210.
- Paulsson, U. (2007). On managing disruption risks in the supply chain - the DRISC model. Tesis de doctorado. Lund, Suecia: KFS i Lund Ab.
- Waters, D. (2007). *Supply Chain Risk Management - Vulnerability and Resilience in Logistics* (Primera ed.). Kogan Page Publishers.
- Bode, C, M.Wagner, S, Kenneth J.Petersen,L.,Ellram, M.(2011). Understanding responses to supply chain disruptions: insights from information processing and resource dependence perspectives, *academy of management journal*, vol. 54, no. 4, 833–856.
- Osorio Gómez, Juan Carlos, Orejuela Cabrera, Juan Pablo.(2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia et technica* [en línea] No. 39 , xiv , Pereyra, Colombia, recuperado en <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>>
- Zsidisin, George, Ritchie, Bob. (2008). *Supply Chain Risk: A Handbook of Assessment, Management, and Performance*, Springer, New York, USA, Doi 10.1007/978-0-387-79933-9
- Kleindorfer, Paul, Saad, Germaine. (2005), *Managing Disruption Risks in Supply Chains*, *Production and Operations Management*, Volume 14, Issue 1,doi 10.1111/j.1937-5956.2005.tb00009.x
- Olson, David, Dash Wu, Desheng. (2008). *New Frontiers in Enterprise Risk Management*, ed. Springer, Heidelberg, Germany, doi 10.1007/978-3-540-78642-9

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, (2010).Risk Management Training Handbook, Paris, Francia.

Tang, C.S. (2006), “Perspectives in supply chain risk management”, International Journal of Production Economics, Vol. 103 No. 2, pp. 451-88, doi 10.1016/j.ijpe.2005.12.006

Stephan M. Wagner y Christoph Bode, (2009), SUPPLY CHAIN RISK Un manual de evaluación, gestión y rendimiento, Ed. Springer, Nueva York, EE. UU., DOI: 10.1007 / 978-0-387-79933-9

Golinska, P.(2014), Logistics Operations, Supply Chain Management and Sustainability, Springer, Poznan, Polonia,doi 10.1007/978-3-319-07287-6

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). Designing and Managing the supply chain Concepts, Strategies and Case studies. New York: McGraw-Hill Publishing

Kauppi, K., Longoni,A.,Caniato,F.,Kuula,M.,(2016).Managing country disruption risks and improving operational performance: Risk management along integrated supply chains , Intern. Journal of Production Economics, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.10.006>

Manco, Victor. (2012). “Supply chain risk management, modelo de gestión para crear cadenas de suministro resilientes”, Piura, Perú., recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1719/ING_518.pdf

AENOR. (2011). Gestión del riesgo. Técnicas de apreciación del riesgo. Madrid: AENOR.

Tablado, Victor, Meetlogistic. (2017). La gestión del riesgo en la empresa, recuperado de <https://meetlogistics.com/cadena-suministro/riesgo-en-la-cadena-de-suministros/>

Alvarado Pérez, L. A. (2013). Las empresas de transporte de carga y su camino a la implementación del control interno. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), from <http://hdl.handle.net/10757/621481> accessed December 02, 2017.

Pulgar, J. (2017). Evaluación de los riesgos laborales a los cuales estan expuestos los operadores textiles del taller artesanal germanya S.A. Plan de prevención, from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/22620/1/TESIS%20JENNIFER%20PULGAR%20TAPIA.pdf>, accessed December 05, 2017.

Alvarez, M., Arquero, A., Martínez, E. (2017), Empleo del AHP (Proceso de Analisis Jerárquico) incorporado en sig para definir el emplazamiento óptimo de equipamientos universitarios. Aplicación a una biblioteca, Facultad de Informática (U.P.M.) Campus de Montegancedo, Boadilla

del Monte, Madrid, España, recuperado de

http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/Contenido/Documentos/EMPLEO_AHP_ARTICULO.pdf

Gaudenzi Barbara & Borghesi Antonio,(2013),Risk management: How to assess, transfer and comunicate critical risks , Ed. Springer, Verlag,Italia, DOI 10.1007/978-88-470-2531-8

Gaudenzi, B., Borghesi, A. (2006). "Managing risks in the supply chain using the AHP method", The International Journal of Logistics Management, Vol. 17 Issue: 1, pp.114-136, <https://doi.org/10.1108/09574090610663464>

Restrepo, J. A., Ángel, J., & Ocampo, J. E. (2014). Operational Risk Analysis Of Industrial Small and Medium Enterprises. Global Journal of Business Research, 8(2), 65-80.

Patiño, H. (2017). Modelo borroso para la evaluación del riesgo en el otorgamiento de créditos de corto plazo a SME's, from <http://www.bdigital.unal.edu.co/59178/1/1128277465.2017.pdf>, accessed November 30, 2017

Osorio Gómez, Juan Carlos, Orejuela Cabrera, Juan Pablo.(2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. Scientia et technica [en línea] No. 39, xiv, Pereyra, Colombia, recuperado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>