

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**FACTORES PARA DESARROLLAR UNA CADENA DE  
SUMINISTRO AUTOMOTRIZ RESILIENTE**

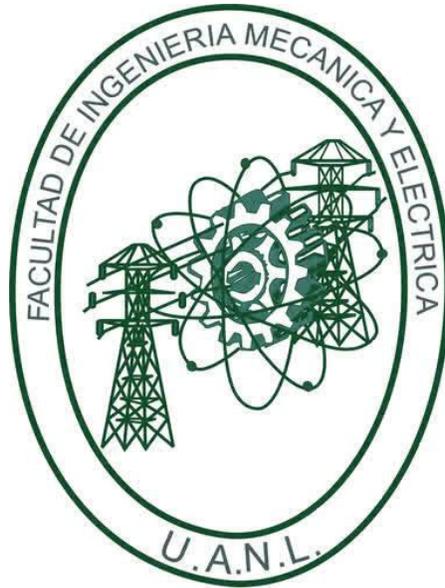
POR

**ESTEFANIA JANETH GUAJARDO GUERRA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAestrÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

**SEPTIEMBRE, 2017**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**FACTORES PARA DESARROLLAR UNA CADENA DE  
SUMINISTRO AUTOMOTRIZ RESILIENTE**

**POR**

**ESTEFANIA JANETH GUAJARDO GUERRA**

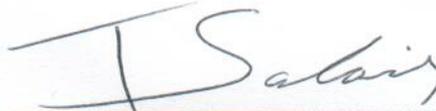
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

**SEPTIEMBRE, 2017**

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Subdirección de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Factores para desarrollar una Cadena de Suministro Automotriz Resiliente», realizada por el alumno Estefania Janeth Guajardo Guerra, con número de matrícula 1481533, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

El Comité de Tesis



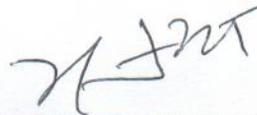
Dr. Tomas E. Salais Fierro

Asesor



Dr. Francisco Treviño Treviño

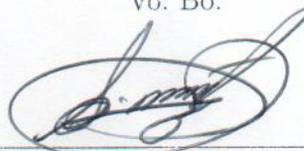
Revisor



M.A. Manuel Farías Martínez

Revisor

Vo. Bo.



Dr. Simón Martínez Martínez

Subdirector de Estudios de Posgrado



San Nicolás de los Garza, Nuevo León, septiembre 2017

*Anfangen ist leicht, Beharren eine Kunst.*

*Romans 8: 28-39*

*Life doesn't get easier or more forgiving, we get stronger and more resilient.*

# ÍNDICE GENERAL

---

<b>Agradecimientos</b>	<b>XI</b>
<b>Resumen</b>	<b>XIV</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo General . . . . .	3
1.2. Objetivos Específicos . . . . .	3
1.3. Hipótesis . . . . .	4
1.4. Justificación . . . . .	4
1.5. Alcance . . . . .	4
1.6. Conclusión . . . . .	5
1.7. Estructura de Tesis . . . . .	6
<b>2. Antecedentes</b>	<b>7</b>
2.1. Cadenas de suministro . . . . .	7
2.1.1. Definición de cadena de suministro y riesgos . . . . .	7
2.1.2. Enfoque tradicional de la Cadena de Suministro . . . . .	8

---

2.1.3.	Clasificación de riesgos y perturbaciones . . . . .	9
2.1.4.	Perfil típico en etapas de las cadenas de suministro . . . . .	10
2.1.5.	Cadenas de suministro tradicionales . . . . .	12
2.1.6.	Resolución de la cadena de suministro . . . . .	13
2.2.	Resiliencia . . . . .	13
2.2.1.	Origen de la resiliencia . . . . .	13
2.2.2.	Definiciones de resiliencia en áreas diferentes a la C.S. . . . .	14
2.2.3.	Consecuencias de las interrupciones en la C.S. y motivos de la resiliencia en la C.S. . . . .	16
2.2.4.	Factores de la Resiliencia . . . . .	18
2.2.5.	Entendimiento resiliente . . . . .	19
2.3.	La Cadena de Suministro Resiliente . . . . .	20
2.3.1.	Enfoque erróneo de las Cadenas de Suministro . . . . .	20
2.3.2.	Definiciones de la cadena de suministro resiliente . . . . .	21
2.3.3.	Maneras de incrementar la resiliencia . . . . .	23
2.3.4.	Explicación de los factores resilientes . . . . .	24
2.3.5.	Estrategias, factores y enfoques resilientes . . . . .	26
2.4.	Casos . . . . .	27
2.4.1.	Fukushima marzo 2011 . . . . .	27
2.4.2.	Nissan . . . . .	28
2.4.3.	Toyota . . . . .	29

---

2.4.4. General Motors . . . . .	29
2.4.5. Peugeot y Ford . . . . .	29
2.4.6. Consecuencias de empresas no resilientes . . . . .	30
2.5. Resiliencia tecnológica . . . . .	31
2.5.1. Recapitulación de la tecnología resiliente . . . . .	32
<b>3. Metodología</b>	<b>33</b>
3.1. Metodología revisión sistemática de literatura . . . . .	34
3.2. Especificaciones para la metodología . . . . .	35
3.3. Escala de resiliencia . . . . .	36
3.4. ¿Cómo se seleccionarán los factores? . . . . .	38
3.5. ¿Qué tipo de herramienta? . . . . .	40
3.6. ¿Cómo se van a aplicar? . . . . .	40
3.7. ¿Qué se espera obtener? . . . . .	40
3.8. Conclusión . . . . .	43
<b>4. Resultados</b>	<b>45</b>
4.1. Etapa uno: Búsquedas en bases de datos . . . . .	46
4.2. Etapa dos: Investigación en referencias de autores . . . . .	48
4.3. Etapa tres: Indagación específica . . . . .	49
4.4. Etapa cuatro: Patrones en las cadenas de suministro automotrices . . . . .	49
4.5. Etapa cinco: Desarrollo de la herramienta . . . . .	52

---

<b>5. Conclusiones</b>	<b>58</b>
5.1. La resiliencia en la cadena de suministro . . . . .	58
5.2. Limitaciones . . . . .	62

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

2.1. Cadena de suministro tradicional . . . . .	12
2.2. Perdida financiera en millones de dólares de las 7 empresas japonesas principales basados en el Departamento de Energía de los E.U.A. 2011	28
2.3. Daños reportados de las principales cadenas automotrices japonesas. .	30
3.1. Métodos cuantitativos de investigación, enfoques y observaciones. . .	34
3.2. Nivel de resiliencia de las cadenas de suministro de Alemania, Japón, E.U.A., y México. . . . .	36
3.3. La Resiliencia en la Cadena de Suministro en los países de Alemania, Japón y E.U.A. . . . .	37
3.4. Causas de interrupciones en Europa. . . . .	38
3.5. Metodologías utilizadas por investigadores de la cadena de suministro resiliente. . . . .	39
4.1. Adaptación del proceso de investigación basado en Kamalahmadi et al. (2016) . . . . .	46
4.2. Fallos potenciales a convertirse en riesgos dentro de una C.S. automotriz.	50

# ÍNDICE DE TABLAS

---

2.1. Definiciones de la resiliencia basadas en Pereira y Da Silva 2015 . . .	15
2.2. Definiciones de la cadena de suministro resiliente basadas en Ponis y Koronis . . . . .	22
3.1. Factores de una cadena de suministro resiliente. . . . .	41
4.1. Factores resilientes obtenidos en la búsqueda inicial . . . . .	47
4.2. Nivel de resiliencia en la cadena de suministro automotriz. . . . .	53
4.3. Nivel de resiliencia en la cadena de suministro automotriz: Nissan. . .	55
4.4. Nivel de resiliencia en la cadena de suministro automotriz: Toyota. . .	56

# AGRADECIMIENTOS

---

Gracias infinitas a mi alma mater, la Universidad Autónoma de Nuevo León, puesto que cada logro que he obtenido lo he hecho en esta institución que me ha dado tanto desde la preparatoria hasta este momento. Gracias por las becas que brindan a los trabajadores y a todos aquellos estudiantes que quieren salir adelante, pues gracias a esto he podido cursar la Maestría en Logística y Cadena de Suministro en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Gracias a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por brindarnos una maestría de calidad y poder darnos la oportunidad de cursarla en sus excelentes instalaciones. Gracias a cada uno de sus integrantes por las atenciones brindadas y a su disposición de ayudar a los estudiantes.

Gracias a mi tutor el Dr. Tomás E. Salais Fierro puesto que a lo largo de estos 7 tetramestres ha fungido como una parte muy esencial para el desarrollo de esta tesis, como también me ha ayudado a desarrollar mi madurez profesional. Gracias por que a pesar de ser yo un tormento chino para usted siempre me apoyó y siempre me saco adelante, me enseñó mis errores y como enmendarlos. Gracias por que aparte de ser mi tutor fue mi maestro y agradezco todo lo que me enseñó. Gracias infinitas por la paciencia que tuvo conmigo y gracias por siempre salvarme.

Gracias a mis revisores y sinodales, el Dr. Francisco Edmundo Treviño Treviño y el MA. Manuel Farías Martínez por darme su tiempo y ayudarme a completar todo este proceso dentro de la maestría. Gracias infinitas también por las enseñanzas obtenidas, tuve el gran placer de tenerlos a ambos como maestros y dejaron un

amplio conocimiento en mí. Aprendí mucho de ustedes y me llevo todo eso para aplicarlo como docente a mis futuras generaciones. Gracias infinitas por la paciencia y atenciones que tuvieron hacia mí, lo aprecio bastante.

Gracias a todos y cada uno de los Doctores que me impartieron clases, cada uno de ellos dejó huella en mí, me enseñó a como no cometer errores, a enmendarlos si es que se cometieron, a todas esas anécdotas dentro de las aulas para hacernos más amenas las clases y gracias infinitas por todo su esfuerzo por hacernos mejores personas tanto profesionalmente como personalmente. Gracias porque hemos sido causas de desvelos porque necesitamos documentos urgentes, pero en especial gracias por apoyarnos siempre y estar a nuestro lado.

Gracias a mis padres, Dr. Socorro Guajardo González y Dra. Judith Janeth Guerra Salinas, pues cada logro obtenido es para ellos y enorgullecerlos. Nada me hace más feliz que demostrarles que todo aquello que han hecho, hicieron y harán se refleja en nosotras, sus hijas, que hemos aprendido de ustedes a lo largo de nuestra vida. Gracias por todas aquellas palabras de aliento cuando uno creía que el mundo se venía encima, cuando se creía que era infinito el no acabar. Gracias por todos esos regaños cuando me veían relajada y me decían "Porqué no estas trabajando en tu tesis?".

Gracias papá, porque tu eres un gran ser humano al que admiro con todo mi corazón y porque se que todo lo que he aprendido en mi trayectoria académica es porque tu me haz retado inconscientemente para que yo sea una persona competitiva en esta época tan difícil. Gracias por entender mi terquedad y ayudarme a canalizarla para algo de provecho. Gracias infinitas por todo lo que me haz dado y por todo lo que haces por nosotros tu familia.

Gracias a esa persona especial que me apoyó en los momentos más difíciles a lo largo de este trayecto. Muchas veces me desesperaba y tu me escuchabas llorar, reír, enojar, etc. pero nunca me dejaste ir y siempre estuviste a mi lado apoyándome y diciéndome que todo iba a estar bien. Gracias por mantenerme cuerda, por salir con-

migo a pesar de que estas cansado de tu trabajo y por quererme incondicionalmente. Ich liebe dich von ganzem herzen, mein liebe Löwe.

Gracias a todos mis compañeros a los cuales me han dado su tiempo para brindarme compañía, aprecio infinitamente todo lo que me han dado y enseñado. Fueron una parte esencial para salir adelante en este trayecto. Que Dios los bendiga a todos y cada uno en su camino.

Y para finalizar, gracias nuevamente a mi familia entera, a mi hermana, primos, cuñado, compañeros de trabajo, etc. que me han dado su apoyo incondicional a lo largo de este trayecto, todos saben como hacerme sentir mejor en momentos difíciles, lo aprecio de todo corazón.

# RESUMEN

---

Estefania Janeth Guajardo Guerra.

Candidato para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: FACTORES PARA DESARROLLAR UNA CADENA DE SUMINISTRO  
AUTOMOTRIZ RESILIENTE.

Número de páginas: 70.

**OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO:** Determinar en la herramienta que se desarrollará los factores y las características que indiquen el nivel de resiliencia en una cadena de suministro automotriz con la finalidad de demostrar que al ser incorporados se es menos vulnerable a las interrupciones.

Analizar e identificar los factores que pueden ser aplicados a una cadena de suministro en la industria automotriz, mediante la investigación en la base de datos de aquellos investigadores que han indagado sobre el tema de la resiliencia, para poder desarrollar una herramienta que facilite la incorporación de la resiliencia.

Comparar las cadenas de suministro tradicionales contra las cadenas de suministro resilientes, tomando en cuenta los factores determinados en la investigación.

Entre muchas técnicas cualitativas que pueden ser utilizadas para la recopilación de datos, se han considerado dos enfoques a tomar:

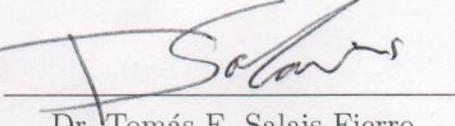
El enfoque de estudios de casos: específicamente del tipo de estudio colectivo e intrínseco, para así entender las particularidades de los casos abarcando no solo 1 o 2 casos, si no abarcando así muchos otros más.

El desarrollo de teórica básica o pura: esto a partir de estudios previos con experiencia sobre el tema, comprendiendo y controlando como aplicar los casos para determinar resultados.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: Se concluyó que la cadena de suministro resiliente es difícil de estudiar, y que no solo se debe de enfocar en una sola cadena de suministro automotriz, si no que se necesita ser examinada de una mejor manera utilizando varios casos de empresas relacionadas al ámbito a estudiar. Como también se concluyó que a diferencia de ciertos riesgos, tales como los externos a las C.S., por ejemplo los tsunamis, terremotos, etc., algunos otros como los internos a la empresa, son eventos que pueden ser continuos en comparación a los antes mencionados que son eventos mas discretos.

La contribución de esta investigación fue desarrollar y proporcionar una herramienta para que se pueda facilitar la incorporación de la resiliencia en la cadena de suministro y, por lo tanto, mejorar la resiliencia dentro del campo específico que es la industria automotriz. Como también se demuestra que una sola práctica no es suficiente para abordar todos los tipos de incertidumbre, incluyendo el hecho de que el utilizar una estrategia puede parecer que esta bien en una situación incierta, pero puede carecer de poder o certidumbre en alguna otra.

Firma del asesor: \_\_\_\_\_

  
Dr. Tomás E. Salas Fierro

## CAPÍTULO 1

# INTRODUCCIÓN

---

La globalización que envuelve al mundo ha aumentado a lo largo del tiempo, involucrando cifras mayores de componentes que son fabricados externamente, producciones destinadas a países extranjeros, cadenas de suministro extensas geográficamente que son capaces de atender mercados mundiales, etc., estos y muchos otros efectos pueden ser vistos en casi todas, y si no en todas, las cadenas de suministro (Malindretos y Binoris, 2014).

De acuerdo a National Defence University (2002), el intercambio hacia otros países e inclusive la producción de bienes representa cerca del 90% del comercio mundial, pero no se toma en cuenta que la infraestructura principal que promueve la globalización está bajo amenaza de una posible perturbación.

El incremento sobre el entendimiento en el aspecto de las interrupciones en la cadena de suministro y la vulnerabilidad relacionada a esta misma ha desarrollado un enfrentamiento con el pensamiento típico de que el objetivo de la gestión de cadena de suministro es correspondiente a únicamente reducir el costo y aumentar la eficiencia (Jüttner y Maklan, 2011), pero también hay que tomar en cuenta que se deben de incluir estrategias para mitigar riesgos dentro de estos pensamientos (Wieland y Wallenburg, 2013).

Los administradores de las cadenas de suministro han estado alertas sobre

las constantes vulnerabilidades presentadas. De acuerdo a Pickett (2006) 4 meses después de una interrupción, la pérdida total de la empresa puede subir hasta un 18.5% . Por lo tanto, las organizaciones deben de aprender a anticipar, absorber, y sobrepasar las disrupciones.

Cuando las perturbaciones ocurren dentro de las cadenas de suministro, que actualmente están conectadas como si fueran redes entrelazadas, esta es masivamente afectada debido a que actúan como una red neuronal, impactando al instante toda la cadena. Las consecuencias generalmente comienzan desde un mínimo impacto, expandiéndose en la cadena teniendo efectos negativos con mas intensidad (Harrington y Smith, 2014).

De acuerdo a Ponomarov y Holcomb (2009) con el paso del tiempo el interés por saber como poder desarrollar capacidades por manejar cambios súbitos a lo largo de la cadena de suministro ha ido aumentando. Pero las técnicas tradicionales de gestión de riesgo tiene un déficit para poder determinar las dificultades en la cadena de suministro y poder preparar para un futuro a las empresas ante las incógnitas constantes que se presentaran (Hertz y Thomas, 1983; Starr *et al.*, 2003).

Dentro de la información en la literatura actual sobre la resiliencia se pueden obtener definiciones y diagramas conceptuales que detallan la capacidad de la resiliencia en las cadenas de suministro y empresas (Christopher y Peck, 2004; Sheffy y Rice, 2005). No obstante, la mayoría de esta información es muy indeterminada, haciendo difícil de encontrar estudios que realmente sean precisos sobre la resiliencia.

Pero gracias a esta poca información que ha sido compilada, muchos investigadores de la cadena de suministro empiezan a comprender el valor y definición de la resiliencia, la cual esta establecida como: «La capacidad de adaptación de la cadena de suministro para prepararse ante eventos inesperados, responde a las interrupciones y recuperarse de ellas mediante el mantenimiento de la continuidad de las operaciones a un nivel deseado»(Ponomarov y Holcomb, 2009).

Las cadenas de suministro requieren de una colaboración más fusionada, tanto

dentro de la organización como departe de asociaciones externas con el fin de hacerla más robusta y resiliente (Malindretos y Binoris, 2014). Se debe de tomar en cuenta que, la poca inversión en las medidas de seguridad de una cadena de suministro puede ser contrarrestada con la gran ganancia que tendrá la empresa a largo plazo, teniendo resultados en sus diferentes departamentos, por ejemplo producción, servicio al cliente, finanzas, etc.(Sarathy, 2006).

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar en la herramienta que se desarrollará los factores que indiquen el nivel de resiliencia en una cadena de suministro automotriz con la finalidad de demostrar que al ser incorporados se es menos vulnerable a las interrupciones.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar e identificar los factores que pueden ser aplicados a una cadena de suministro en la industria automotriz, mediante la investigación en la base de datos de aquellos investigadores que han indagado sobre el tema de la resiliencia, para poder desarrollar una herramienta que facilite la incorporación de la resiliencia.
- Comparar las cadenas de suministro tradicionales contra las cadenas de suministro resilientes, tomando en cuenta los factores determinados en la investigación.

### 1.3 HIPÓTESIS

Al identificar los factores que afectan la vulnerabilidad de la cadena de suministro automotriz se puede determinar el nivel de resiliencia de la misma.

### 1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación busca esclarecer los efectos negativos o repercusiones en los aspectos de producción, financiero, de desarrollo, etc. dentro de la cadena de suministro. En específico, las consecuencias de no ser una cadena de suministro resiliente. Se trata de un tema que ha sido poco abordado. Por esta razón, la investigación aporta información de importancia para aquellas cadenas de suministro que deseen incorporar el aspecto resiliente en ellas, discutiendo consecuencias y factores principales pertenecientes a la resiliencia.

### 1.5 ALCANCE

Esta investigación se centra en la industria automotriz, destacando que esta misma ha favorecido al desarrollo de otras industrias tales como la metalmecánica, petroquímica, siderúrgica, metalúrgica, etc. entre muchas otras utilizadas en los automóviles o en la producción de estos mismos.

La industria automotriz ha sido una tecnología desarrollada para liberar al ser humano alrededor del mundo. Con liberación se refiere a que los automóviles permiten a las personas vivir, trabajar, y conectar de ciertas maneras que sin este medio de transporte sería imposible lograrlo. La industria automotriz, al proveer el producto final al cliente le da acceso a una infinidad de beneficios tales como disposición de mercados, trabajos, emergencias, transacciones económicas, etc. (OICA).

Las 3 empresas mas reconocidas a nivel mundial de Europa, Asia y America del Norte han tenido ganancias de 236 millón de millones de dólares, 28.4 millón de millones de yens, y 166 millón de millones de dólares respectivamente, representando una gran aportación al PIB de cada país en las que están localizadas (Statista).

De acuerdo a Staff las empresas en las que se concentrará esta investigación están dentro de los primeros 10 lugares de las más importantes de la industria automotriz, esto debido a que el volumen de producto generado es uno de los más grandes entre las muchas empresas que existen dentro de esta industria.

## 1.6 CONCLUSIÓN

La presente investigación busca esclarecer los factores principales que hacen de una cadena de suministro automotriz resiliente. En específico, los factores de visibilidad, flexibilidad, redundancia, agilidad, velocidad, etc. La investigación aporta información de relevancia para aquellas cadenas de suministro que deseen incorporar el aspecto resiliente después de haber sufrido una interrupción, discutiendo beneficios y factores de la resiliencia.

La metodología de revision sistemática tiene como propósito afrontar los problemas mediante la identificación, la evaluación critica e integración de todos aquellos resultados de estudios relevantes sobre el tema. Esta táctica nos permitirá recopilar información de todos aquellos autores en el tema de la resiliencia para identificar y evaluar críticamente los causas de la vulnerabilidad en las cadenas de suministro y los factores de desempeño necesarios para una cadena de suministro resiliente.

## 1.7 ESTRUCTURA DE TESIS

En esta investigación se contará con 4 capítulos, los cuales constan de la introducción, la cual contiene un pequeño extracto de la literatura que será presentada a lo largo de la tesis, cuenta también con los objetivos tanto general como específico de esta indagación, justificación, alcance, etc.; el capítulo 2 llamado antecedentes consta de compilación de información extraída tanto de libros, artículos, paginas web, etc. para poder dar forma y concretar cada aspecto, esto con el fin de poder dar a entender toda información que se necesite para ir avanzando en esta búsqueda; el capítulo 3, llamado resultados, demostrará todo proceso utilizado para poder llegar al desenlace para desarrollar la herramienta junto con los factores adecuados dentro de la cadena de suministro; capítulo 4, nombrado conclusiones, constará de toda resolución hecha después de la investigación y compilación de información.

## CAPÍTULO 2

# ANTECEDENTES

---

## 2.1 CADENAS DE SUMINISTRO

### 2.1.1 DEFINICIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO Y RIESGOS

La cadena de suministro se puede definir como: «La red de organizaciones que están involucradas, a través de enlaces ascendentes y descendentes, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios en manos del cliente final» (Martin, 1992).

Se debe de tomar en cuenta que hoy en día las cadenas de suministro no solo son lineales, si no que son cadenas con niveles de complejidad elevada, donde fluye tanto información como productos que conectan organizaciones, industrias e inclusive economías (Christopher y Peck, 2004).

En la cadena de suministro existen riesgos muy variantes, es por eso que las empresas deben de aceptar un enfoque más global, esto se refiere a que estas mismas deben de edificarse dentro de las empresas como cadenas de suministro flexibles (Marchese y Paramaslvam, 2013).

De acuerdo a Malindretos y Binoris (2014) las cadenas de suministro son siste-

mas de redes activos, y toman como característica principal y crucial la adaptabilidad para poder sobrevivir.

La adaptación en una cadena de suministro es meramente la habilidad para desarrollar respuestas diferentes que concuerden con la tendencia de los eventos imprevistos y perturbaciones que enfrentará. Esto significa que los propios elementos de la cadena de suministro serán capaces de cambiar para suministrar respuestas adecuadas a las disrupciones, en lugar de tomar decisiones o planes ya hechos con anterioridad. Esta misma capacidad también puede ser vista desde el punto de las perturbaciones, pues estos mismos cuentan con las características de ser imprevistos, relativo a la cadena de suministro, evolucionando a la par de las respuestas de la misma, etc. (Tukamuhabwa *et al.*, 2015).

### 2.1.2 ENFOQUE TRADICIONAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Harrington y Smith (2014) establecen que las cadenas de suministro tienden a tener un enfoque más tradicional para responder al riesgo, en este proceso contemplan los pasos de:

1. Estar preparado cuando el evento suceda.
2. Reaccionar de acuerdo al plan si es posible.
3. Recuperarse del siniestro.
4. Esperar a que el próximo evento suceda.
5. Iniciar el ciclo de nuevo.

El tipo de respuesta antes mencionado ya no es eficiente ni suficiente como para poder recuperarse de un siniestro o disturbio presentado, arriesgarse a no querer perder tampoco es factible para garantizar una pronta recuperación (Beardshaw *et al.*, 2013).

### 2.1.3 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS Y PERTURBACIONES

Los riesgos en las cadenas de suministro tienen que ser considerados como factores críticos que afectan a la administración correcta de estas mismas (Peck y Jüttner, 2002; Zhou *et al.*, 2003; Wu *et al.*, 2006; Sheffy y Rice, 2005).

De acuerdo a lo establecido por Wieland y Wallenburg (2013) y Golgeci y Ponomarov (2013) hay que reconocer que casi todas las cadenas de suministro enfrentan disturbios e interrupciones de inflexibilidad variante. Los autores Christopher y Peck (2004) clasificaron esos disturbios en: interno, externo y ambiental. Los autores Longo y Ören (2008) establecen que las perturbaciones de las cadenas de suministro suceden bajo los efectos de riesgos específicos que pueden ser clasificados como internos a la compañía, externos a la compañía o externos a la cadena de suministro. Tukamuhabwa *et al.* (2015) establecen que algunas de las tantas perturbaciones a las que se enfrenta una organización y su cadena de suministro pueden ser externas, incluyendo las naturales (terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, etc.) y las provocadas por el ser humano (terrorismo, ciber ataques, huelgas, etc.) se derivan en los límites de las cadenas de suministro. Inclusive los efectos de algunas perturbaciones se ven agravados por las estrategias adoptadas deliberadamente por las empresas.

Por ejemplo, las implementaciones de un sistema esbelto o tomar la decisión de un solo proveedor podrá traer reducción de costos y una mejora en la coordinación, pero también puede dejar a la cadena de suministro sin capacidad de piezas disponibles para atender contingencias, dando entrada a una posible disrupción.

«Los números y tipos de amenazas que pueden debilitar una cadena de suministro son ahora ascendentes, las organizaciones se enfrentan a mayores desafíos en la gestión de riesgos» (Sheffy, 2005).

El crecimiento de complejidad y riesgos en las cadenas de suministro implica que la administración de las C.S. ( de aquí en adelante se utilizará C.S. para referirse

a la cadena de suministro) necesita no solo enfocarse a las medidas de eficiencia y rentabilidad, si no que se debe de enfocar y atender el aspecto de hacerla más robusta (Brintrup *et al.*, 2011).

Existen causas que afectan directamente en las cadenas de suministro, tales como son los fenómenos naturales, que no pueden ser controlados por el hombre, el terrorismo, las huelgas, restricciones crediticias, fluctuaciones en la demanda, e inclusive la variabilidad en el mercado.

La robustez en una cadena de suministro se define como: «La capacidad de mantener bajo control la variabilidad de salidas (desempeños de la cadena de suministro como los niveles de servicio, los costos totales, etc.) en correspondencia de la variación de las entradas al alza» (Christopher y Rutherford, 2004).

#### 2.1.4 PERFIL TÍPICO EN ETAPAS DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO

Mensah y Merkuryev (2013) establecen que tanto los desastres naturales, el terrorismo, los ataques cibernéticos, restricciones crediticias y muchos otros más riesgos ceden el paso a una pérdida drástica de productividad, retribuciones, ventaja competitiva, rentabilidad, etc. si es que no se maneja de la manera más adecuada.

Entre otras interrupciones se encuentran las que son generadas por un fracaso en las entregas del proveedor e inclusive fluctuaciones en la demanda (L.Lee, 2004).

De acuerdo a Sheffy y Rice (2005) cualquier interrupción significativa tendrá un perfil típico en términos de su efecto sobre el rendimiento de la empresa, ya que el rendimiento se mide por las ventas, el nivel de producción, utilidades, servicio al cliente u otra medida relevante. El trazar métricas para un rendimiento relevante dará como resultado ocho etapas diferentes:

1. La preparación: En algunos casos, la compañía es capaz de prever y prepararse para la interrupción, los avisos o advertencias pueden estar en un rango de entre 30 minutos, varias veces e inclusive no tener advertencia alguna.
2. La interrupción o evento perturbador: Esta etapa incluye todo tipo de perturbaciones que puedan presentarse tales como: tornados, huracanes, tsunamis, explosiones, la quiebra de uno de los proveedores, etc.
3. Primera respuesta: Esta etapa está dirigida para controlar la situación, salvar o hasta proteger vidas, apagar sistemas afectados para que no haya más daños, etc.
4. Impacto inicial: Algunas perturbaciones pueden tener efectos inmediatos o a largo plazo, todo esto depende de la magnitud del siniestro, la redundancia disponible y el nivel de resiliencia que tenga la empresa
5. Impacto total: Ya sea de forma inmediata o con efecto retardado, una vez que el impacto es total la productividad de la empresa cae drásticamente.
6. Preparaciones para la recuperación: Típicamente comienzan de forma paralela a la primera respuesta y a veces antes de las interrupciones. Incluyen encontrar formas alternativas de transporte, buscar proveedores externos, y determinar que partes están disponibles para armar y vender productos mientras la producción está en pausa.
7. Recuperación: Para volver a los niveles normales de producción muchas empresas compensan la pérdida de producción empleando niveles más alto de utilización que lo normal, esto es posible debido al uso de los recursos de los proveedores y los clientes, como también el uso de horas extraordinarias.
8. Impacto a largo plazo: Normalmente se toma tiempo en recuperarse de una interrupción o perturbación, pero si se llega a dañar la relación con el cliente, el impacto puede ser de larga duración e inclusive difícil de recuperarse.

Al estar preparadas las cadenas de suministro contra futuros disturbios o perturbaciones hace que la compañía sea capaz de establecer respuestas efectivas y eficientes, haciendo que las cadenas sean menos vulnerables al impacto (Carvalho *et al.*, 2012; Fynes *et al.*, 2014).

### 2.1.5 CADENAS DE SUMINISTRO TRADICIONALES

«La volatilidad es considerada como lo común en las cadenas de suministro y logística. Se necesita ser más dinámico, más comprensivo e inclusive más informado para optimizar y mitigar el riesgo» (Wright *et al.*, 2013).

Las cadenas de suministro que fueron hechas en tiempos estables necesitan ser restablecidas para operar en eras con una volatilidad alta. La capacidad de adaptarse, más que la estrategia actual que conllevan en su cadena de suministro, es lo que los llevara a ser resilientes (Schwab *et al.*, 2013).



Figura 2.1: Cadena de suministro tradicional

La cadena de suministro tradicional muestra fallas entre cada eslabón, puesto que algunos de sus defectos son:

- Los departamentos funcionales están apartados unos de otros, aun y estos trabajan bajo la misma cadena de suministro.
- La separación no es algo negativo, inclusive tiene sus beneficios, pero hay que tomar en cuenta que este aspecto también da pie a una falta de colaboración y un mal manejo de la información.

- Los departamentos completan su parte del trabajo, pero se hace meramente por obligación, sin el sentido de la cooperación entre departamentos.

### 2.1.6 RESOLUCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

No cabe duda que el enfoque tradicional de la cadena de suministro es incapaz de hacerle frente a las perturbaciones que se presentan hoy en día. El mercado, el ambiente, la tecnología, en si el mundo ha sido cambiante con el paso del tiempo, entregado nuevas tecnologías y técnicas para ir evolucionando, que hacen de las cadenas de suministro optimas, pero conforme el mundo y todos estos aspectos avanzan, también aumentan los riesgos, siendo estos capaces de provocar mucho más daño del que anteriormente se creía posible. Es por esto que se debe de buscar una cadena de suministro que tenga la capacidad de poder eludir y protegerse a sí misma contra todo este tipo de nuevas amenazas que puedan presentarse, aún y estas sean internas a la cadena de suministro e inclusive externas.

## 2.2 RESILIENCIA

### 2.2.1 ORIGEN DE LA RESILIENCIA

da Silva *et al.* (2015) estableció que: «El termino resiliencia no era muy conocido en las empresas o negocios que existían, hasta cierto punto, su significado sigue siendo limitado a una pequeña parte de investigadores que están dentro del ámbito de la logística y cadena de suministro». Resiliencia tiene sus orígenes en el latín, donde *resilire* tenía el significado de saltar hacia atrás; retroceder; rebotar (dictionary, 2017). Queda a entendimiento que entonces la resiliencia puede ser explicada como la habilidad de una persona, una cosa e inclusive de una cadena de suministro para recuperar su posición y forma después de un disturbio o perturbación presentada.

### 2.2.2 DEFINICIONES DE RESILIENCIA EN ÁREAS DIFERENTES A LA C.S.

La resiliencia ha sido estudiada desde puntos de vista científicos, ecológicos, económicos, sociales (da Silva *et al.*, 2015) y más específico desde un punto de vista psicológico, que la definen como: «La capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversa» (de la Real Academia Española, 2017). Desde el punto de vista de la ingeniería, se reconoce a la resiliencia como: «La capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido» (de la Real Academia Española, 2017).

De acuerdo a Harrington y Smith (2013) la resiliencia comprende dos aspectos muy importantes:

- La habilidad de mantener un propósito fundamental.
- La habilidad de restaurar el propósito fundamental en caso de que se presente una interrupción.

La distinta naturaleza de la literatura sobre la resiliencia, la cual se ha extendido a través de muchos otros campos, y el conocimiento amplio del significado de este concepto ha hecho que los investigadores distingan el problema que causa la falta de conocimiento y aprobación en la literatura sobre la definición de una cadena de suministro resiliente (Tukamuhabwa *et al.*, 2015).

Al momento de aplicar este concepto a la cadena de suministro, según los expertos, sigue siendo algo relativamente nuevo del cual no se ha investigado muy a fondo como se quisiera, y que hoy en día se sigue esta investigación debido a que los imprevistos se han hecho más y más presentes con el pasar de los años, siendo estos una amenaza que perturba el proceso diario de las cadenas de suministro (Ponis y Koronis, 2012)

Tabla 2.1: Definiciones de la resiliencia basadas en Pereira y Da Silva 2015

Definiciones de la resiliencia en diferentes áreas de estudio basado en el gráfico de Pereira y Da Silva (2015).	
Naciones Unidas (2005)	En el ámbito social es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a peligros para adaptarse en resistir o cambiar para mantener un nivel de aceptación de funcionamiento y estructura.
Holling (1973)	En la ecología es la capacidad de un sistema de experimentar un shocks mientras mantiene esencialmente la misma función, estructura y positivismo.
Masten (2009)	En la psicología es la capacidad de la tendencia de un individuo para lidiar con el estrés y adversidad para poder recuperarse sin mostrar efectos negativos.
Hill et al. (2009)	En la economía es la habilidad de una región para recuperarse con éxito de choques a su economía que pueden arrojarla fuera de su patrón de crecimiento.
Sheffi (2005)	En las ciencias materiales es la capacidad de un material de rebotar a su estado original después de una deformación.
Ponomarov y Holcomb (2005)	En la cadena de suministro es la capacidad de adaptación para prepararse para eventos inesperados, responder a las interrupciones y recuperarse de ellas mediante el mantenimiento de la continuidad de las operaciones.

La resiliencia de la C.S. de acuerdo a Sutcliffe y Vogus (2003), se usa para referirse a:

1. La habilidad de una organización para absorber y perseverar (o mejorar) el funcionamiento a pesar de la presencia de una adversidad.
2. La habilidad de una organización para recuperarse o reponerse de un evento adverso.

Se debe de tomar en cuenta que los expertos tienen dos conceptos de la resiliencia dentro de la cadena de suministro; un enfoque es como lo dice la definición antes mencionada, la habilidad de esta para recuperarse de eventos inesperados, estresantes, etc. y retomar el proceso donde se dejó; el segundo enfoque lo toman como una capacidad más allá de una remasterización, donde se incluyen el desarrollo de nuevas capacidades y una habilidad expansiva de mantener el paso y crear nuevas oportunidades de innovación (A.Lengnick-Hall *et al.*, 2011; Ponis y Koronis, 2012).

### 2.2.3 CONSECUENCIAS DE LAS INTERRUPCIONES EN LA C.S. Y MOTIVOS DE LA RESILIENCIA EN LA C.S.

El impacto potencial de los eventos imprevistos en una empresa y su cadena de suministro hacen un acontecimiento importante a tomar en cuenta para favorecer y demostrar los beneficios de la resiliencia (Carvalho *et al.*, 2012).

Algunas de las abundantes consecuencias que se pueden presentar al haber una disrupción son:

- Las pérdidas financieras.
- Las pérdidas operacionales.

De acuerdo a Hendricks y Singhal (2005) cuando se habla de perjuicios financieros estos pueden incluir una pérdida en el valor de la acción de la empresa disminuyéndolo hasta en un 10% , como también existiría una baja en los ingresos, rentabilidad de venta y en activos.

De acuerdo a la universidad de administración Stickles (2002), algunas de las abundantes causas de las perturbaciones en las cadenas de suministro son:

- El incremento de la externalización de procesos.
- La globalización en las C.S.
- El incremento en la volatilidad de la demanda.
- Innovaciones tecnológicas.

Según Powley (2009) el activar la resiliencia apoya a la organización para tener un comienzo en el proceso de curación ya sea después de un desastre o un shock (trauma), restaurar importantes y críticas relaciones de la empresa, y así poder establecer y mejorar las practicas.

La resiliencia en la cadena de suministro ha pasado a primer plano debido a que el mercado en el que operan hoy en día las empresas es inestable y altamente competitivo. Sin mencionar la aparición de desastres naturales y peligros hechos por el hombre en un ambiente volátil con una inestabilidad financiera impresionante y una crisis continua (Scavarda *et al.*, 2015).

Se debe de recordar que también los desastres e interrupciones vienen en diferentes tamaños y formas, que normalmente tienen un desenlace con consecuencias que se van haciendo más y más grandes, teniendo un rango de menor a mayor para estas situaciones. Harrington y Smith (2014) establecieron que: «Las consecuencias de estas interrupciones incluyen una perdida financiera, incrementos de costos, disminuciones en las cuotas de mercado, deserción de clientes y daño a la marca».

La mayoría de las empresas no determinan regularmente la resiliencia que existe dentro de la cadena de suministro:

- 90 % no sabe si los proveedores clave tienen planes de continuidad de negocio.
- 70 % atraviesa por lo menos una interrupción importante de la cadena de suministro al año.
- 42 % experimenta una interrupción importante bajo el nivel Tier 1.

Debido a no determinar con regularidad la resiliencia las consecuencias podrían tener efectos tanto en productividad como en costos, afectando en parte o totalmente la cadena de suministro, incrementando un desbalance en los eslabones, teniendo pérdidas financieras en millones de dólares, daño al prestigio de la marca, entre muchas otras que se presentarán a largo plazo.

#### 2.2.4 FACTORES DE LA RESILIENCIA

Como indica Stickles (2002) hay que tomar en cuenta que la resiliencia toma en consideración los factores de: flexibilidad, agilidad, velocidad, visibilidad y redundancia, etc. Entre otros factores a considerarse está la cultura corporativa de la empresa y el intercambiar información de manera fluida (Stenger *et al.*, 2000).

Pettit *et al.* (2013) basados en la creencia que las cadenas de suministro son sistemas vivos, propusieron 4 factores principales característicos de los sistemas resilientes: la cohesión, la eficiencia, la adaptabilidad y la diversidad.

Otros métodos para crear resiliencia han sido propuestos por diferentes autores, tal es el caso de Christopher y Peck (2004) que al igual que los investigadores Pettit *et al.* (2013) proponen 4 elementos principales. Christopher y Peck (2004) establecen que la resiliencia puede ser incorporada a un sistema mucho antes de una

perturbación o turbulencia, que un elevado estado de colaboración debe de estar presente en la organización para poder determinar y administrar el riesgo, que la agilidad es de suma importancia para poder hacerle frente a los eventos imprevistos, y que la cultura del riesgo organizacional es una necesidad.

### 2.2.5 ENTENDIMIENTO RESILIENTE

EL concepto de resiliencia ha existido hace tiempo para diferentes disciplinas que han sido antes mencionadas en esta investigación, sin embargo, para el ámbito de las cadenas de suministro sigue siendo relativamente nuevo con una existencia relativa de unos 5 años. Es un concepto que ha pasado a primer plano desde que las cadenas de suministro comenzaron a tener perturbaciones, interrupciones y disturbios frecuentemente, esto debido al mercado volátil, a eventos fuera del alcance para poder ser controlados, e inclusive elementos internos dentro de la cadena de suministro.

Queda a entendimiento del lector que la resiliencia en la cadena de suministro es: la capacidad de esta misma de recuperarse de algún siniestro o perturbación para continuar con procesos de producción y en algunos casos, mejorar la competitividad con la que antes se contaba.

Las consecuencias después de algún paro parcial o total de la C.S. debido a factores ya sean internos o externos pueden ser desde lo más mínimo, como un paro parcial de alguno de los eslabones debido al mal uso de algún equipo o un retraso en la entrega de producto terminado debido a que el proveedor no está cumpliendo con entregas de piezas a tiempo, hasta consecuencias máximas que serían daño a la imagen de la empresa, pérdida de productividad, paro total de la cadena de suministro, etc. entre muchas otras consecuencias que se podrían presentar.

Por último, para reflexionar sobre el valor de la resiliencia el autor Coutu (2002) estableció que: «Más que educación, más que experiencia, más que entrenamiento,

el nivel de resiliencia determinará quien fallará y quien tendrá éxito».

## 2.3 LA CADENA DE SUMINISTRO RESILIENTE

### 2.3.1 ENFOQUE ERRÓNEO DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO

Los gerentes de las cadenas de suministro están normalmente enfocados a reducir costos e incrementar la rentabilidad. Como resultado los estándares organizacionales pueden no estar alineados a crear resiliencia en la cadena de suministro (Schwab *et al.*, 2013).

Uno de los problemas como se mencionaba con anterioridad es que se cree que las cadenas de suministro siguen siendo totalmente lineales, con esto se refiere a que el producto fluye de una organización a otra para llegar al cliente final, cuando la realidad es que la cadena de suministro es como un árbol con ramas que representan los procesos que conllevan estas mismas en el día a día (Christopher y Peck, 2004).

Cuando se trabaja con eficacia y eficiencia las cadenas de suministro modernas permiten que los bienes puedan ser producidos y entregados en las cantidades adecuadas, a los lugares adecuados, en el momento adecuado en una manera rentable (Christopher y Peck, 2004).

El lograr la resiliencia requiere de un esfuerzo interno como externo de todos los miembros que componen la cadena de suministro (Pereira y Silva, 2015)

La resiliencia en la cadena de suministro ya no es simplemente la habilidad de manejar el riesgo. En tiempos modernos no solo se asume que es la habilidad de administrar el riesgo, sino que también es estar mejor posicionado que la competencia para poder lidiar, e inclusive ganar una ventaja de las interrupciones o perturbaciones (Sheffi, 2005).

De acuerdo a Saenz y Revilla (2014) el porcentaje de compañías globales que han reportado una pérdida en su rentabilidad debido a una interrupción o perturbación en su cadena de suministro paso de un 28 % en el 2011 a un 48 % en el 2013.

La globalización de los negocios y la presión por la reducción de costos a orillado a las cadenas de suministro a volcarse a un ambiente de riesgo (Stickles, 2002).

### 2.3.2 DEFINICIONES DE LA CADENA DE SUMINISTRO RESILIENTE

Al conocer las diferentes definiciones de la cadena de suministro resiliente, se puede inferir o se puede tener como definición que la cadena de suministro resiliente es la habilidad para recuperarse de siniestros, y si es posible reducir las probabilidades de que estas mismas sucedan, para que así la cadena de suministro tenga una ventaja competitiva mayor a la que tenía antes.

El concepto de una C.S.R (de aquí en adelante se utilizara C.S.R. para referirse a la cadena de suministro resiliente) conlleva a la idea que el desarrollar efectivamente acciones en prepararse, responder y recuperarse de cualquier perturbación por medio de la administración de recursos es eficaz para aumentar la resiliencia (Ponomarov y Holcomb, 2009).

Gracias a las definiciones presentadas por los indagadores de este tema pueden ser explicados a grandes rasgos en cuatro aspectos: una preparación ante disrupciones, una respuesta a eventos inesperados, una recuperación de la perturbación y ganar una ventaja competitiva sobre la competencia después de un disturbio.

Las cadenas de suministro del mañana deberán de estar propiamente diseñadas para entregar seis tipos de resultados variantes (Melnyk *et al.*, 2010):

- Los beneficios relacionados al costo.

Tabla 2.2: Definiciones de la cadena de suministro resiliente basadas en Ponis y Koronis

Definiciones de la cadena de suministro resiliente basadas en Ponis y Koronis	
Gaonkar y Viswanadham (2007)	CSR es la habilidad,de mantener, resumir y restaurar las operaciones después de un disturbio.
Falasca et al. (2008)	CSR es la habilidad del sistema para reducir las probabilidades de sufrir un siniestro, como también reducir las consecuencias y el tiempo de respuesta cuando se presentan los eventos adversos
Ponomarov y Holcomb (2009)	Adaptación de la cadena de suministro para prepararse para eventos inesperados, responder a las interrupciones y recuperarse de ellas mediante el mantenimiento de la continuidad de las operaciones en el nivel deseado.
Barroso et al. (2011)	La capacidad de reaccionar a efectos negativos causados por disturbios que ocurren en un momento indeterminado, esto con la finalidad de mantener los objetivos de la C.S.

- Más capacidad de respuesta.
- Seguridad.
- Sustentabilidad.
- Resiliencia.
- Innovación.

### 2.3.3 MANERAS DE INCREMENTAR LA RESILIENCIA

Las estrategias o capacidades de la cadena de suministro resiliente tienen la meta de asegurar que los aspectos como la preparación, la respuesta, el beneficio y recuperación sean maximizados (Tukamuhabwa *et al.*, 2015).

El crear acciones resilientes a lo largo de la cadena de suministro para responder a los riesgos y desastres más resientes asegura la ventaja competitiva y la sobrevivencia de la cadena de suministro (Pereira y Silva, 2015).

La global establece que mientras más robusta la cadena de suministro, y más rápido pueda comenzar el nivel normal de funcionamiento, mas resiliente se considera la cadena de suministro. Los factores de la resiliencia son las características específicas de una cadena de suministro resiliente que la puede hacer resistente a las interrupciones y disturbios que se presentan con el día a día. Estos están identificados como: flexibilidad, agilidad, redundancia, velocidad, visibilidad, entre muchos otros mencionados por varios autores que estudian este tema.

Los factores de la resiliencia son las características específicas de una cadena de suministro resiliente que la puede hacer resistente a las interrupciones y disturbios que se presentan con el día a día.

Sheffy y Rice (2005) también da su punto de vista sobre las cadenas de suministro y establece que se puede desarrollar resiliencia de 3 maneras diferentes:

incrementando la redundancia, construyendo flexibilidad y cambiando la cultura corporativa.

#### 2.3.4 EXPLICACIÓN DE LOS FACTORES RESILIENTES

El ser capaz de contar con los 5 factores principales antes mencionados hace que la cadena este en la última etapa optima de la resiliencia.

De muchas de las estrategias que existen para poder crear una cadena de suministro resiliente, la más citada de acuerdo al estudio de Tukamuhabwa *et al.* (2015) es la que incorpora el crear redundancia, incrementar la flexibilidad, mejorar la agilidad y colaborar con las relaciones de la C.S.R.

El incrementar la redundancia en la cadena de suministro se refiere a que se debe de mantener un inventario extra, mantener una capacidad de utilización baja, tener muchos proveedores, etc. Aunque la redundancia le dé un respiro a la cadena de suministro de poder proveer productos para continuar con la operación este tipo de estrategias son muy caras y no es una medida que se pueda adoptar a largo plazo. Como contraste, al incrementar la flexibilidad en una cadena de suministro puede originar que esta sea capaz de responder mejor a las interrupciones e inclusive a las fluctuaciones de demanda. Al modificar la cultura corporativa los empleados son capaces de estar en una continua comunicación, tener un poder distributivo para que se puedan tomar decisiones y acciones necesarias (Sheffy y Rice, 2005; Christopher y Peck, 2004). El factor de redundancia está relacionado con la flexibilidad, al facilitar respuesta por parte de la cadena de suministro para realizar un despliegue de piezas.

La flexibilidad está definida como la habilidad de la empresa para adaptarse de forma rápida y sin esfuerzo en poco tiempo de acuerdo al ambiente y necesidad de los directivos (Erol *et al.*, 2010). El estudio sobre este factor revela que existen varios usos tales como (Pettit *et al.*, 2013; Tang, 2006; Christopher y Holweg, 2011):

- Postergaciones
- Transportación flexible.
- Bases de la cadena flexibles.
- Cumplimiento de órdenes flexibles.

En cuanto a los factores antes mencionados, como lo son la agilidad, velocidad, visibilidad los autores Christopher y Rutherford (2004) en su reporte establecen que la agilidad de una cadena de suministro es la capacidad para responder rápidamente a los eventos inesperados e impredecibles de la demanda/suministro en el mercado. La velocidad se interpreta como el tiempo requerido para poder mover bienes a lo largo de la cadena de suministro. Finalmente, la visibilidad es la capacidad de una empresa de poder ver toda la información que concierne al flujo de productos, información, finanzas, etc.

La visibilidad mejora a la resiliencia en muchas maneras, Christopher y Holweg (2011) explica que primeramente la visibilidad reduce y habilita la meta de tener una cadena de suministro impulsada por la demanda. Segundo, reduce el riesgo en la cadena de suministro a través de un flujo de información, tanto río arriba como río abajo.

Reducir la vulnerabilidad y mejorar la resiliencia en una cadena de suministro requiere que se categoricen y se analicen los riesgos, como también se debe de comprender el efecto que tiene el flujo de información y la visibilidad a lo largo de la cadena de suministro (Longo y Ören, 2008).

La nueva cadena de suministro automatizada resiliente reconoce la necesidad de que, la gestión del riesgo debe de ser colectivo, en lugar de secuencial; y facilita la colaboración en la nueva escala que es necesario para la supervivencia (Harrington y Smith, 2013).

El crear una cadena de suministro resiliente que sea capaz de balancear el nivel

de redundancia, escala de contingencia y su capacidad no es tarea fácil, las soluciones a este propósito diferente entre los clientes, la geografía, y el proveedor (Harrington y Smith, 2013).

### 2.3.5 ESTRATEGIAS, FACTORES Y ENFOQUES RESILIENTES

No cabe duda que el enfoque tradicional de las cadenas de suministro ya no es lo suficientemente fuerte como para poder hacerle frente a las perturbación o disturbios que se presentan hoy en día. Se debe de cambiar el enfoque tradicional a uno que sea de más ayuda para evitar pérdidas importantes en varios aspectos para cada eslabón de la cadena de suministro. La competitividad ha hecho que las empresas estén más cerca de la zona de riesgo, sin embargo estas mismas no toman la estrategia o enfoque correcto para poder aligerar el impacto.

El conocer el concepto de resiliencia es de suma importancia, puesto que al saber que este mismo ha sido aplicado a las cadenas de suministro las empresas pueden adentrarse a la resiliencia tomándola como estrategia para poder planear ya sea para antes, durante o después de una interrupción.

Al reconocer ciertos factores principales y el saber el desglose de cada uno de estos o la razón de porque cada factor, les da la oportunidad a las cadenas de suministro de aplicarlo dentro de los eslabones, siendo capaces de reducir considerablemente o en una parte el riesgo al que se acercan las empresas.

Cada vez se reconoce más la necesidad de complacer los requerimientos de reducción de costos rápido, mejorar la calidad de entrega, entre muchos otros más para que pueda surgir una nueva cadena de suministro más sofisticada, que también servirá como medio para desarrollar y sostener la ventaja competitiva bajo objetivos de desarrollo organizacional.

La cadena de suministro estaba estratégicamente desajustada y era impulsada

por la demanda, mientras que la nueva cadena de suministro debe de estar estratégicamente ajustada e impulsada por el valor. Por lo tanto, debe de ser diseñada y administrada para proveer múltiples resultados (Malindretos y Binoris, 2014).

## 2.4 CASOS

El impacto potencial de una perturbación en una empresa y su cadena de suministro deja en claro la importancia de la implementación de la resiliencia (Carvalho *et al.*, 2012).

Ponomarov y Holcomb (2009) y Ponis y Koronis (2012) figuran que los impactos de eventos inesperados a las cadenas de suministro pueden causar daños significativos en las finanzas e inclusive a nivel operacional, incluyendo casos como:

- Reducción de valor en el mercado de acciones.
- Caídas en ingresos, en rentabilidad y ventas.
- Colapsos totales de cadenas de suministro.

### 2.4.1 FUKUSHIMA MARZO 2011

El 11 de marzo del 2011 Fukushima pasa por una situación fuera de lo normal, algo extraordinario, 3 sucesos externos afectan a la ciudad de Japón, un terremoto de escala 9.0 que pegó en la costa del país, un Tsunami con olas de 40 metros que viajaban a 10 kilómetros por hora, y 3 derretimientos en 4 de sus plantas nucleares. Se creía que recuperarse de este tipo de catástrofes era tanto imposible como extraordinario (Schmidt y Simchi-Levi, 2013).

La economía de Japón se vio perjudicada, 125,000 edificios fueron dañados y la cuenta económica se preveía en 16.9 trillones de yuanes (of the Economy).

En las semanas consiguientes al desastre, aproximadamente 80 % de las plantas automotrices japonesas suspendieron su producción y el banco de inversiones Mitsubishi UFJ Securities estimo que la utilización de las plantas estaba por debajo de un 10 % (Mochimaru, 2011).

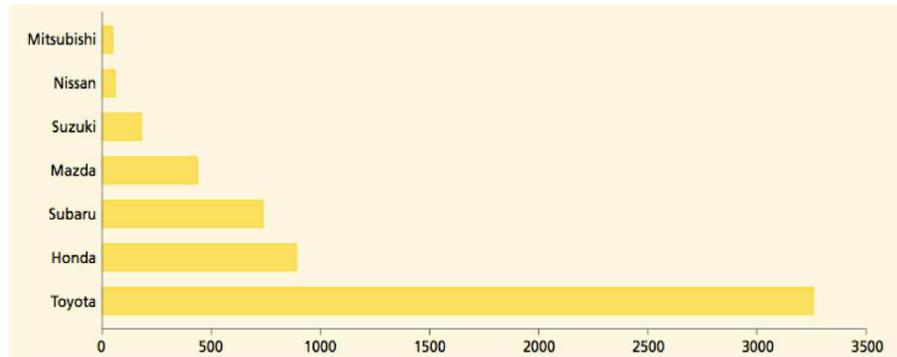


Figura 2.2: Pérdida financiera en millones de dólares de las 7 empresas japonesas principales basados en el Departamento de Energía de los E.U.A. 2011

A lo largo de la industria la producción mensual disminuyó un 60 % en los meses de marzo y abril en el año 2011, la industria no se pudo recuperar hasta octubre de ese mismo año (Group, 2012).

Toyota, Honda y Nissan, las tres principales industrias automotrices japonesas fabricantes de equipos originales (OEM), exportó una cantidad significativa de su producción japonesa para servir a los mercados extranjeros. La interrupción en la producción de las industrias japonesas no solo afectó a estas empresas, si no que afectó a empresas y fabricas alrededor del mundo (Schmidt y Simchi-Levi, 2013).

#### 2.4.2 NISSAN

Toyota, Honda y Nissan fueron impactados por estos fenómenos. Nissan sufrió daños en 6 de sus plantas de producción y cerca de 50 proveedores estaban perjudicados debido a estos disturbios (Schmidt y Simchi-Levi, 2013).

### 2.4.3 TOYOTA

Toyota tuvo pérdidas financieras cerca de 3,500 millones de dólares. Renesas, proveedor de Toyota, hacía cerca de 40% de los chips que dan el correcto funcionamiento a los automóviles de hoy en día, pero en el 2011 este proveedor solo tenía una planta donde se fabricaban estos chips, Fukushima. Al suceder el desastre no pudo proveer más a Toyota, la empresa tuvo que parar su producción en todo el mundo (Harrington y Smith, 2013).

### 2.4.4 GENERAL MOTORS

GM (de aquí en adelante general motors será abreviado como GM) paro producción en sus plantas de USA, España y Alemania, esto se debió a que su proveedor Hitachi, el cual tenía el 60 por ciento de la producción de sensores de flujo de aire, no pudo suministrar estos sensores, haciendo que el ensamblaje de los automóviles no pudiera ser enviado justo a tiempo (Blanco, 2011).

GM fue capaz de recuperarse de este tipo de interrupciones debido a que cuando esto sucedió la empresa tenía suficiente redundancia en su cadena de suministro siendo capaz de reconfigurar su suministro y red de valor asegurando la producción de sus vehículos más vendidos (Harrington y Smith, 2013).

### 2.4.5 PEUGEOT Y FORD

Peugot y Ford son más industrias automotrices afectadas por este tipo de disrupciones, las cuales provienen de proveedores incapaces de suministrar sensores o complementos importantes que son necesarios para el ensamblaje de los automóviles, teniendo que parar producciones, y como resultado poseer pérdidas financieras en millones de dólares, junto con pérdidas en ventas (Blanco, 2011).

La industria automotriz en el 2011 despertó al hecho de que, mientras que su modelo de negocio just-in-time (JIT) y cadenas de suministro súper esbeltas, altamente interdependientes eran tremendamente eficientes, también eran frágiles, en pocas palabras susceptibles a una interrupción en una escala potencialmente masiva.

Compañía	Estado de Daños
Nissan Motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendio en la fabrica de Tochigi y una fundición en Iwaki.</li> <li>• Daños en las fabricas Tochigi, Iwaki, Yokohama, Oppama, Zama.</li> <li>• Los daños en la fabrica de Iwaki tomaran tiempo en poder ser reparados</li> </ul>
Toyota Motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parcialmente daños en instalaciones de la fábrica de Iwate (subsidiaria de Kanto Auto Works), fábrica Miyagi (motor central filial), y fábrica Tohoku (partes)</li> </ul>
Honda Motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño minimo en la fabrica de Tochigi.</li> </ul>
Mazda Motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin impacto directo importante.</li> </ul>
Suzuki Motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin impacto directo importante</li> </ul>

Figura 2.3: Daños reportados de las principales cadenas automotrices japonesas.

#### 2.4.6 CONSECUENCIAS DE EMPRESAS NO RESILIENTES

Las consecuencias de la falta de resiliencia dentro de las cadenas de suministro tienen un fuerte impacto dentro de estas mismas, en los casos mencionados en esta investigación los impactos se demuestran en efectos negativos sobre la producción, el rendimiento en el mercado e inclusive la solvencia económica de la empresa.

La mayoría de los casos no resilientes demuestran que después de una perturbación que esta fuera de alcance desencadenan otros efectos secundarios, como la perdida de proveedores, perdida de plantas de producción, e inclusive efectos secundarios que van a largo plazo afectando las relaciones de la empresa con el cliente.

Nissan es el caso que más resalta al ser resiliente, puesto que aprendió de todos estos errores y perturbaciones después de haber tenido pérdidas multimillonarias

debido a paros totales de producción en sus cadenas de suministro, creando sistemas que miden calidad y eficiencia en sus cadenas de suministro.

## 2.5 RESILIENCIA TECNOLÓGICA

Los cambios se han acrecentado con el paso del tiempo en la industria manufacturera. La necesidad de incrementar la flexibilidad y la agilidad dentro de esta misma ha creado la industria 4.0, donde todo, desde la línea de ensamblaje hasta la entrega del producto, está siendo conectado con todo lo demás a través del internet. La tecnología aparte de traer beneficios como lo son los bajos costos y una mayor eficiencia, también incrementa el riesgo dentro de la industria haciéndola vulnerable. La vulnerabilidad en estos casos se puede expresar a través de los ataques cibernéticos tomando el control de industria completas por medio de virus que controlan el sistema, hasta el cyber espionaje. La información fluye con más rapidez y visibilidad a través de la empresa, dándole la capacidad de tomar decisiones con más agilidad y rapidez, pero entre mayor sea el flujo de información, más grande es el riesgo de interrupción en la cadena de suministro (Corporation).

Los medios de comunicación, los productos, las cadenas de suministro y muchas cosas más ofrecen abundantes oportunidades para poder crear valor, pero al mismo tiempo que crean oportunidades se crean riesgos, demandando nuevas estrategias para la protección del valor. Solo hace falta que un solo dispositivo sea vulnerable para poder crear un ataque cibernético, con el potencial de un riesgo cascada que va desde una violación de privacidad, hasta un quebrantamiento masivo del sistema (Karami *et al.*, 2015).

Las causas más frecuentes de disrupciones en los 64 países estudiados por Alcantara y Riglietti (2016), en su investigación sobre la resiliencia en la cadena de suministro son:

- Una mala planeación en las tecnologías de información e interrupciones de conexión, con un 60 %
- Pérdida de talentos o habilidades, con un 45 %
- Ciber ataques o violación de datos, con un 39 %

Estos tres casos persisten a lo largo del tiempo como una de las causas que afecta a las empresas a corto plazo (12 meses) y a largo plazo (5 años). Las consecuencias de este tipo de perturbaciones a las cadenas de suministro son:

- Pérdida de productividad.
- Incrementos en quejas del cliente.
- Pérdida de ingresos.
- Daño a la reputación o marca de la empresa.

### 2.5.1 RECAPITULACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RESILIENTE

Actualmente todo el mundo está conectado por medio de redes y sistemas cibernéticos que inclusive van más allá de lo que uno mismo puede comprender. Al saber que todo está conectado por un sistema globalizado, nos hace darnos cuenta que tanto el rebote de información, como varios de los procesos que se llevan a cabo en la cadena de suministro, pueden ser efectuados a distancia y no físicamente gracias a las tecnologías de hoy en día, pero como se menciona anteriormente, al ser más dependientes de este tipo de sistemas o tecnología, al más mínimo fallo las consecuencias pueden ser fatales, tomando en cuenta que puede haber un paro en la C.S. ya sea parcial o total, trayendo como consecuente una pérdida de productividad y rentabilidad a la empresa, en casos más extremos se podría hasta secuestrar virtualmente la empresa parando todo tipo de procesos afectando así a la C.S. y su capacidad de continuar produciendo.

## CAPÍTULO 3

# METODOLOGÍA

---

La indagación específica sobre el concepto de la cadena de suministro resiliente ha sido estudiada y rastreada desde principios de los años 2000 (Rice y Caniato, 2003).

Desde entonces, una gran cantidad de investigación ha sido tomada desde varios enfoques metodológicos, incluyendo los casos de estudio, el trabajo teórico, el trabajo conceptual, encuestas, etc.

Por técnica de metodología se entienden prácticas, métodos y técnicas mediante los cuales se selecciona a los individuos, se colecta información, se analizan e interpreta los resultados.

Una vez que ya se tiene noción del problema a resolver dentro de la investigación el paso consiguiente es decidir qué técnica se utilizará. En pocas palabras, el diseño o técnica que nos va a posibilitar el contestar las preguntas de investigación de la mejor manera posible.

La metodología a utilizarse será de análisis cualitativo, utilizando como recurso secundario el análisis cuantitativo, esto para mostrar cifras y gráficas relacionados a niveles de pérdidas en productividad, utilidad, financieras, lugar en el mercado, etc.

Entre muchas técnicas cualitativas que pueden ser utilizadas para la recopilación

ción de datos, se han considerado dos enfoques a tomar:

- El enfoque de estudios de casos: específicamente del tipo de estudio colectivo e intrínseco, para así entender las particularidades de los casos abarcando no solo 1 o 2 casos, si no abarcando así muchos otros más.
- El desarrollo de teórica básica o pura: esto a partir de estudios previos con experiencia sobre el tema, comprendiendo y controlando como aplicar los casos para determinar resultados.

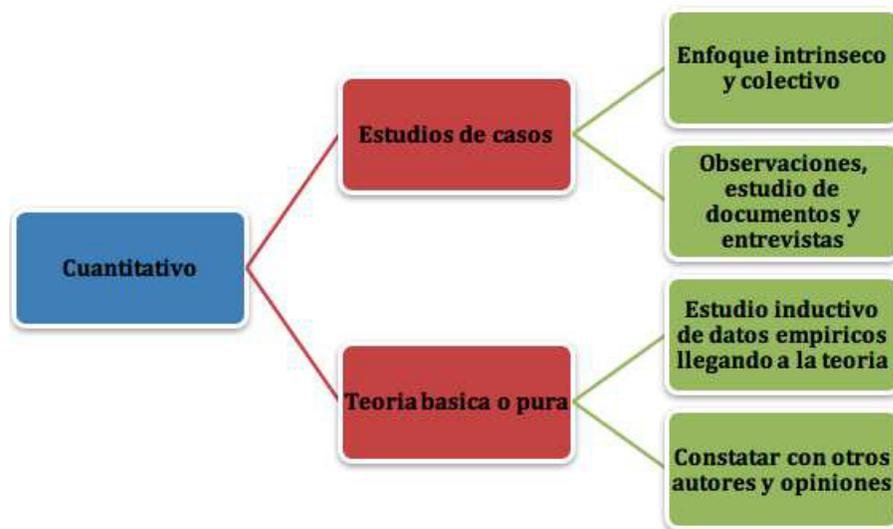


Figura 3.1: Métodos cuantitativos de investigación, enfoques y observaciones.

### 3.1 METODOLOGÍA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Por medio de una revisión extensa de literatura y estudio de diferentes fuentes de información se localizan los factores que son de suma importancia para crear una cadena de suministro resiliente. Como también se trabaja bajo las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué tipos de riesgos existen y cuáles son los más recurrentes afectando las cadenas de suministro?

Se localizan los tipos de riesgo que existen y cuáles son los más recurrentes con la finalidad de encontrar estos mismos dentro de las cadenas de suministro que han sido elegidas para el estudio de esta tesis. Haciéndose más sencillo el tenerlos detectados dentro del documentos e identificar en qué estado de riesgo está la cadena de suministro propuesta.

¿Cuáles son los factores que hacen de una cadena de suministro resiliente?

Al identificarse los factores que hacen de una cadena de suministro resiliente se puede detectar el nivel de exposición al riesgo al que esta misma está expuesta en el día a día, siendo capaces de hacerle saber a la empresa los factores faltantes, dándole resiliencia y seguridad a su misma cadena de suministro.

¿Cómo es que los factores influyen internamente al desarrollo de la organización o a la mejora de la resiliencia?

Al saber cómo los factores influyen dentro de una cadena de suministro se es capaz de demostrar a estas mismas la importancia de la mejora en la resiliencia, como también se puede demostrar en un contraste de cadenas de suministro el ritmo de recuperación después de un siniestro en una que es resiliente y una que no lo es.

## 3.2 ESPECIFICACIONES PARA LA METODOLOGÍA

- Se centrarán en industrias automotrices de gran renombre de los países tales como Alemania, Japón y Estados Unidos. Se eligen a estos países debido a que se encuentran dentro de los primeros 20 lugares de 130 países en la escala de FM Global que mide el nivel de resiliencia de acuerdo al riesgo dentro de la cadena de suministro, mencionando causas tales como la corrupción, la infraestructura, y la calidad del proveedor local. Como también se incluyen

estas países debido a que la complejidad dentro de las cadenas de suministro es alta, poniéndolas en un mayor riesgo a una disrupción.

- Otra razón importante del porque se eligen estos países es debido a que su conocimiento de resiliencia es alto o medio. La escala de la resiliencia de acuerdo a global se mide de un nivel del 0 al 100 siendo el 0 el nivel más bajo de la resiliencia y el 100 el nivel más alto de la resiliencia dentro de estos 130 países investigados.

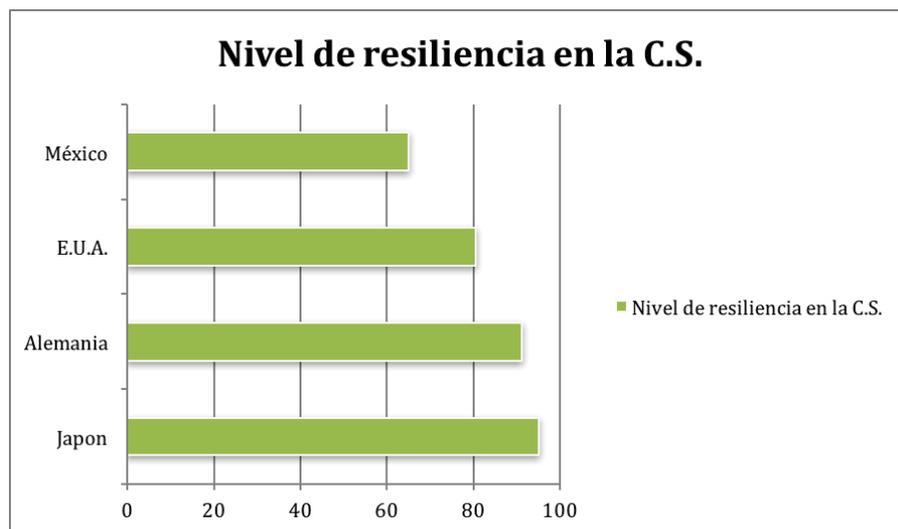


Figura 3.2: Nivel de resiliencia de las cadenas de suministro de Alemania, Japón, E.U.A., y México.

### 3.3 ESCALA DE RESILIENCIA

- Alemania se encuentra en el lugar número 4 de 130 países que son investigados dentro de este estudio. Con una escala de 91.2 de 100 dentro del aspecto resiliente en la cadena de suministro. La infraestructura esta evaluada con una escala de 85.5 puntos resilientes, la calidad de su proveedor local de materia prima tiene una escala de 94.4 puntos resilientes y el control de corrupción dentro de la cadena de suministro está en una escala de 88 puntos resilientes.

- Japón se encuentra en el lugar número 2 con una escala de 95 de 100 dentro del aspecto resiliente en la cadena de suministro. Japón cuenta con una escala resiliente de 85.2 en el aspecto de la corrupción dentro de la cadena de suministro, 92.3 puntos resilientes en su infraestructura y 100 puntos en relación a la calidad del proveedor local.
- E.U.A. se encuentra en el lugar 17 con una escala de 80.5 de 100 dentro del aspecto resiliente en la cadena de suministro. El control de corrupción dentro de su C.S. cuenta con 74.1 puntos resilientes de 100, su infraestructura esta evaluada en 82.8 puntos resilientes y la calidad con su proveedor local es de 81.3 puntos.
- Se concentra en el sector automotriz debido a que es una gran parte de la industria que brinda capital y utilidades a estos países.

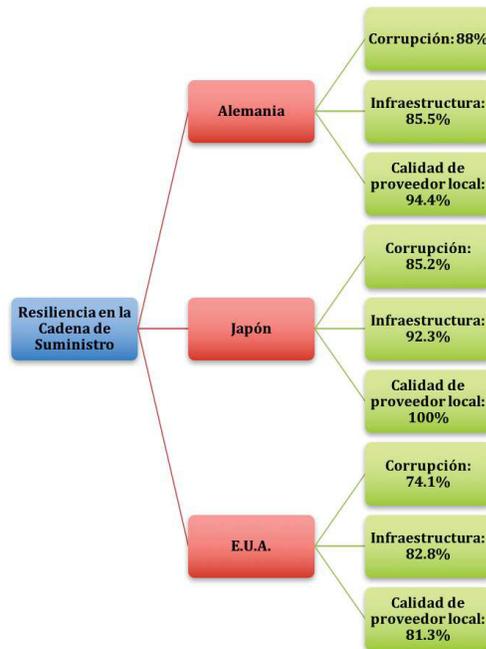


Figura 3.3: La Resiliencia en la Cadena de Suministro en los países de Alemania, Japón y E.U.A.

Alemania produjo 6,033,164 vehículos en el año 2015. La industria automotriz representa el 8% del PIB en este país.

Japón produjo 9,278,238 vehículos en el año 2015.

Estados Unidos produjo 12,100,095 vehículos en el año 2015. La industria automotriz de este país representa entre el 3 y el 3.5 % del PIB.

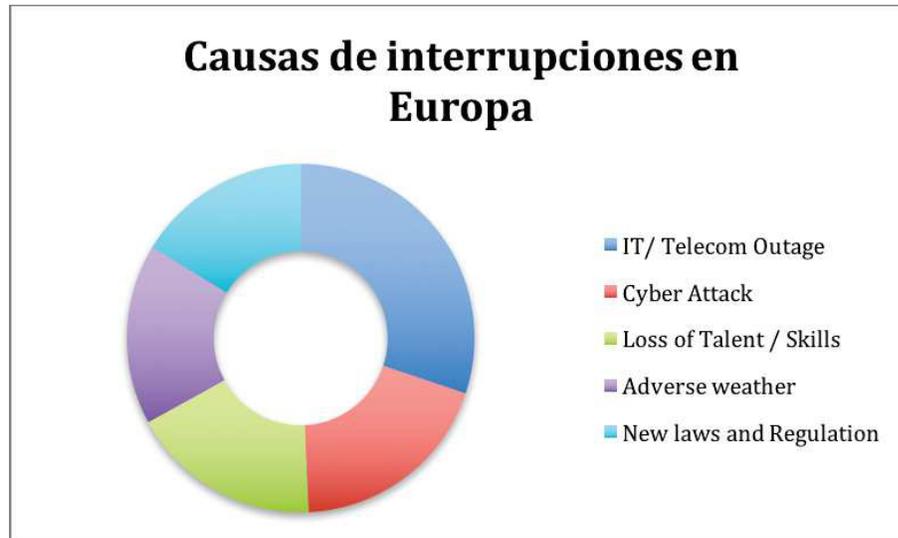


Figura 3.4: Causas de interrupciones en Europa.

La primera causa de interrupción de las cadenas de suministro en la región europea es una suspensión parcial o indeterminada de las tecnologías y telecomunicaciones con un 63 %, los ataques cibernéticos toman un segundo lugar en el top 5 dentro de las interrupciones con un 40 %, pérdida de talentos y habilidades con un 37 %, clima adverso 35 % y finalmente, nuevas reglas y regulaciones con un 34 % (Alcantara y Riglietti, 2016).

### 3.4 ¿CÓMO SE SELECCIONARÁN LOS FACTORES?

La metodología utilizada por los autores para seleccionar el número de factores esta en acuerdo a entrevistas, encuestas y casos de estudios que se hicieron en el momento de la investigación; «Nuestras taxonomías iniciales de los factores de resiliencia se crearon primero en base a la literatura existente» (Pettit *et al.*, 2013). Estos factores también fueron seleccionados gracias a estudios profundos sobre las

características y capacidades de estos mismos, tales como la flexibilidad, redundancia, visibilidad, velocidad, adaptabilidad, etc. que al ser aplicados a la cadena de suministro se obtiene como resultado un trabajo óptimo de la cadena en caso de interrupción parcial o total, siendo capaces de proveer productos finalizados evitando una pérdida financiera fuerte y un impacto a la productividad de la cadena de suministro.

Los factores mencionados en esta tesis se han seleccionado de acuerdo a la repetición de estos mismos en artículos antes mencionados de diferentes autores que han tratado e investigado el tema de la resiliencia.

Las empresas deben de reconocer que el primer paso para poder aplicar los factores de resiliencia es: reconocer sus fortalezas y capacidades, esto con la finalidad de saber que ventaja se tiene sobre la competencia, y que parte o que factor tendría que ser incorporado para la mejora de esta misma.

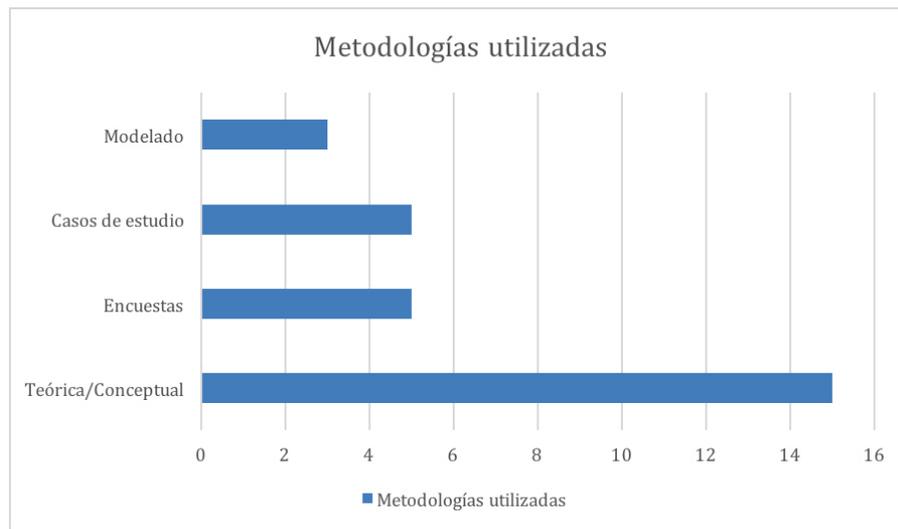


Figura 3.5: Metodologías utilizadas por investigadores de la cadena de suministro resiliente.

### 3.5 ¿QUÉ TIPO DE HERRAMIENTA?

Se utilizará una investigación en las bases de datos para la recolección de información sobre la repetición de los factores seleccionados, una vez seleccionados se crearán gráficas demostrando el factor más repetitivo, incluyendo la ventaja que se tiene en la cadena de suministro al aplicar el factor.

### 3.6 ¿CÓMO SE VAN A APLICAR?

Al tener cada factor identificado y seleccionado para fines de este estudio se hará un análisis más detallado de estos mismos, desarrollando así características y preguntas en una herramienta que sirvan a la empresa para poder identificar fallos y posibles riesgos relacionados con la falta del factor. Esto se creará con el fin de obtener un termómetro resiliente que sea capaz de identificar donde está la proximidad de la falla que sucederá debido a ya sea factores internos o externos a la cadena de suministro.

### 3.7 ¿QUÉ SE ESPERA OBTENER?

Con la escala de resiliencia que se desarrollará se espera poder proporcionar a las empresas y su administración una visión sobre sus fortalezas, debilidades y prioridades para poder hacerle frente a las posibles interrupciones que se puedan presentar.

La escala de resiliencia también será capaz de identificar debilidades dentro de la empresa, ayudando así a que la fragilidad ya sea mediana o alta puede seguir aumentando al punto de afectar drásticamente la capacidad de recuperación de la misma cadena de suministro.

Tabla 3.1: Factores de una cadena de suministro resiliente.

Autores	Flexibilidad	Disposición	Agilidad	Redundancia	Eficiencia	Visibilidad	Adaptabilidad	Controlabilidad	Velocidad	Capacidad
Dinh, Pasman y Mannan. (2011)	.				.			.		
Klibi y Martel. (2010)	.			.			.		.	
Carvahlo et al. (2011)	.			.		.				
Christopher y Towill. (2001)	.								.	
Pettit et al. (2010)	.	.	.	.	.	.			.	
Rice y Caniato. (2003)	.			.						
Sheffi y Rice. (2005)	.			.						
Kleindorfer y Saad. (2005)	.		.	.	.	.				
Peck et al. (2002)	.		.	.		.			.	
Longo y Ören. (s.f.)	.		.	.		.			.	
Pereira y Da Silva. (2015)	.	.		.	.			.		
Aigbougun et al. (2014)	.					.	.			.
Fiksel et al. (2010)	.				.	.	.			

La flexibilidad y redundancia en una cadena de suministro son 2 de los factores más importante mencionados por los autores nombrados.

La flexibilidad afecta positivamente el rendimiento y el desarrollo, especialmente en entornos dinámicos y no certeros, en estos casos la flexibilidad ayuda a la cadena de suministro a responder rápidamente a los cambios del mercado. De acuerdo a Kleindorfer y Saad (2005) la flexibilidad y movilidad dentro de la cadena de suministro ayuda a reducir los riesgos e incrementa la velocidad de respuesta en las contingencias. «La flexibilidad promueve la resiliencia en la cadena de suministro mejor cuando los recursos y los insumos esenciales son fungibles, ya que están bajo diseño modular, diferenciación diferida y otros elementos del diseño moderno de la cadena de suministro» (Kleindorfer y Saad, 2005).

De acuerdo a Pettit *et al.* (2010) la cadena de suministro global podrá obtener niveles superiores de conectividad gracias a los factores de colaboración, visibilidad y flexibilidad, esto con el objetivo de administrar la gran cantidad de operaciones que están relacionadas entre los niveles de la cadena de suministro de proveedores y clientes.

Sheffy y Rice (2005) establecen que la flexibilidad crea una ventaja competitiva en las actividades diarias de la cadena de suministro. Inversiones hechas en el factor de flexibilidad están justificadas por los resultados de la actividad diaria de la empresa. Este factor apunta a crear capacidades que ayudaran a la empresa a poder identificar y esquivar las perturbaciones presentadas. Wieland y Wallenburg (2013) establecen que el factor de flexibilidad es también conocido como agilidad, siendo esta la capacidad de responder rápidamente al cambio, adaptándose a su forma inicial.

La redundancia dentro de la cadena de suministro es utilizada cuando uno de los siniestros se presenta ante la cadena, haciendo que esta pierda funcionalidad parcial o total; es el factor que denota el tener un inventario extra, pudiendo proveer ya sea a la cadena o al cliente con producto a pesar de la disrupción, pero hay

que tomar en cuenta que este es uno de los factores más costosos en la cadena de suministro. Otra definición del factor redundancia, de acuerdo a (Longo y Ören, 2008) es el aumento en la capacidad e inventario en cada nodo de la cadena de suministro, esto con la finalidad de poder hacerle frente a las perturbaciones que se llegasen a presentar. Blackhurst *et al.* (2005) definen la resiliencia como un limitante o mitigante para las consecuencias negativas, teniendo un stock de emergencia para poder suplir el desabasto, como también se considera redundante el tener más de un proveedor para opción del abastecimiento de la empresa.

Para Pettit *et al.* (2010) la redundancia entra dentro del factor de resiliencia de capacidad, haciéndose un factor secundario para la creación de resiliencia en la cadena de suministro, pero para los autores Sheffy y Rice (2005) y Longo y Ören (2008) la redundancia es uno de los factores principales para poder crear la resiliencia. La redundancia permite una recuperación más rápida, reduciendo las probabilidades de un ataque a futuro.

### 3.8 CONCLUSIÓN

Como se puede apreciar, tanto el factor de flexibilidad como el de redundancia hacen de la cadena de suministro lo suficientemente capaz de poder hacerle frente a las perturbaciones e interrupciones que se puedan llegar a presentar en las actividades del día a día, tomándolos en cuenta como dos factores principales para que una C.S. pueda ser considerada resiliente. Por una parte, la flexibilidad da la capacidad a la cadena de suministro de poderse adaptar y cambiar su estado para no ser afectada en alguno de sus eslabones o en la mayoría de la cadena de suministro, por otro lado la redundancia da la capacidad a la cadena de suministro de poder seguir proveyendo después de que ha pasado un paro parcial o total de la cadena de suministro, siendo capaces de cumplir con las ordenes previamente establecidas por los clientes ante la empresa.

---

A pesar de que los factores de flexibilidad y redundancia son los que más se mencionan por los autores de artículos relacionados con este tema, se debe de estar consciente que una cadena de suministro capaz de integrar la mayoría de estos será la más capaz de hacerle frente a las interrupciones o imprevistos presentados. Sin duda alguna, los 10 factores mencionados hacen de una cadena de suministro resiliente, siendo esta la característica o la habilidad de resistirse al cambio sin tener que hacer movimientos o adaptaciones al plan original de la cadena de suministro.

## CAPÍTULO 4

# RESULTADOS

---

En esta investigación, se condujo un estudio sobre la resiliencia en la cadena de suministro automotriz para poder desarrollar la herramienta que facilitará la incorporación de esta característica. El fin de esta herramienta es la incorporación mas factible de esta característica dentro de la C.S.

El enfoque utilizado para seleccionar los factores para el desarrollo de la cadena de suministro automotriz constaba de 5 etapas:

1. Recopilar información de los antecedentes de este tema por medio de bases de datos utilizando palabras claves, esto con el fin de obtener indicios de los factores generales adaptados a las cadenas de suministro en el ámbito universal.
2. Cuando la búsqueda en las bases de datos no daba la extensión necesaria se utilizaban las referencias que los mismos autores utilizaron para poder hacer mas amplia la variedad de los artículos y libros encontrados
3. Se hacia una búsqueda mas exhaustiva con el objetivo de encontrar aquellos artículos, casos de estudio, entrevistas, etc. que estuvieran enfocados a las cadenas de suministro automotrices
4. Dentro de la búsqueda específica se investigaban los fallos potenciales que pudieran convertirse en riesgos para una cadena de la industria automotriz;

5. Por ultimo, se desarrolló la herramienta tomando en cuenta factores y características, con el fin de poder mitigar los riesgos a los que están propensas las C.S. automotrices, validando esta misma con los casos específicos de las C.S. automotriz de las empresas Nissan y Toyota.

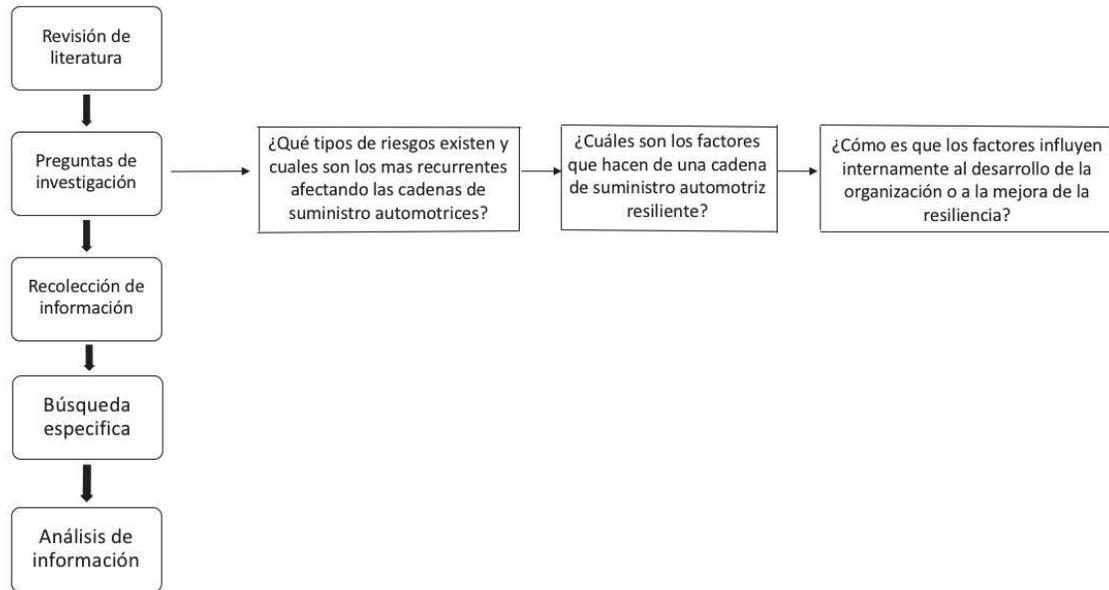


Figura 4.1: Adaptación del proceso de investigación basado en Kamalahmadi et al. (2016)

## 4.1 ETAPA UNO: BÚSQUEDAS EN BASES DE DATOS

«La calidad de un estudio de revisión de literatura es impulsada por las fuentes de datos que se utilizan» (Kamalahmadi y Parast, 2016). Guiándonos por la frase de estos investigadores decidimos indagar en las bases de datos de dos universidades:

- La Universidad Autónoma de Nuevo León.
- La Universidad de Nottingham en Londres, Inglaterra.

Ambas universidades cuentan con listas extensas de revistas que colaboran con ambas instituciones para facilitar la investigación de casi cualquier tema. Las palabras clave, tales como cadena de suministro, resiliencia, factores resilientes, que fueron utilizadas para esta investigación ayudaron a obtener la búsqueda deseada.

Principalmente en esta etapa se buscaba localizar los primeros factores resilientes, esto con la finalidad de tener un indicio de cuales podrían ser los mas generales, los cuales aplican a las cadenas de suministro en general sin importar al ámbito al que pertenezcan, como también se buscaban las características especiales de una cadena de suministro resiliente para que pudiera ser comparada con una cadena de suministro tradicional.

La siguiente tabla muestra los factores que se fueron encontrando conforme se fue avanzando con la investigación:

Tabla 4.1: Factores resilientes obtenidos en la búsqueda inicial

Factores de la búsqueda inicial	
Flexibilidad	Cumplimiento
Capacidad	Velocidad
Eficiencia	Visibilidad
Adaptabilidad	Controlabilidad
Anticipación	Recuperación
Dispersión	Colaboración
Organización	Posición en el mercado
Seguridad	Redundancia
Gestión del riesgo	Transporte

Todos los factores tienen importancia dentro de las cadenas de suministro, al momento de ser más específicos y encontrar los que aplicaban a la industria automotriz no se eliminaba ningún factor, puesto que estos pueden ser útiles en investigaciones futuras para que sean aplicados a los diferentes eslabones de la C.S.

Autores como: Jain *et al.* (2014); Fynes *et al.* (2014); Leat y C.Revoredo-Giha

(2013); Mandal (2014); Carvalho *et al.* (2012); Diabat *et al.* (2012); Allen *et al.* (2007) establecen que la utilización de los factores antes mencionados es de suma importancia cuando se esta construyendo o rediseñando una cadena de suministro y se desea ser resiliente, puesto que estos elementos le dan un balance a esta misma frente a los eventos imprevistos que llegasen a suceder, esta estrategia esta clasificada como proactiva.

Cabe mencionar que algunos otros autores tales como: Longo y Ören (2008); Carvalho *et al.* (2012); Rice y Caniato (2003); Sheffi (2005); Sheffy y Rice (2005); Tang (2006); Glickman y White (2006); Lakovou *et al.* (2007); Allen *et al.* (2007); Pettit (2008); Pettit *et al.* (2010); Jain *et al.* (2014) ; Barroso *et al.* (2011); Zhang *et al.* (2011) consideran que cada factor puede ser utilizado por separado como una estrategia reactiva dentro de la cadena de suministro.

## 4.2 ETAPA DOS: INVESTIGACIÓN EN REFERENCIAS DE AUTORES

Cuando las bases de datos no nos daban el alcance esperado, se comenzaban las búsquedas en las referencias de los mismo artículos descubiertos en la investigación posterior. En cada trabajo de investigación que se estudió a lo largo de esta tesis, se siguieron las referencias con la finalidad de continuar identificando estudios de importancia citados por los autores que encontramos en las bases de datos. Este tipo de apoyo por parte de las referencias antes mencionadas ayudó a determinar si existían estudios pertinentes que no hubieran sido encontrados o identificados en la revisión de literatura que se manejó.

La mayoría de los artículos encontrados por medio de este método de compilación de información nos dio las bases mas importantes para comenzar con nuestra investigación, puesto que las referencias de los autores ya estaban seleccionados para concordar con algunas, si no con la mayoría, de las frases que nosotros utilizamos

para buscar antecedentes en las bases de datos.

Cabe mencionar que conforme se fueron leyendo todos estos artículos, casos de estudio, entrevistas, etc. también pudimos hacer un recuento de las metodologías que se utilizaban frecuentemente para investigar sobre la resiliencia, descubriendo que de las 87 referencias encontradas la mayoría utilizaba una metodología conceptual/teórica, similar a la que nosotros utilizamos en esta investigación.

### 4.3 ETAPA TRES: INDAGACIÓN ESPECÍFICA

Se obtuvieron 78 referencias las cuales trataban sobre resiliencia, factores resilientes, riesgos en la cadena de suministro, etc. En este momento, es cuando se empezaron a clasificar artículos que tuvieran una conexión con la industria que se había propuesto en este estudio: la automotriz.

De los 87 artículos que forman nuestra revisión de literatura, entre 5 y 7 pertenecían exclusivamente a la industria automotriz, mientras que los demás documentos mencionaban solamente algunos ejemplos y fallos dentro de la industria automotriz.

### 4.4 ETAPA CUATRO: PATRONES EN LAS CADENAS DE SUMINISTRO AUTOMOTRICES

Conforme se fue estudiando la revisión de literatura de los casos específicos encontrados sobre las cadenas de suministro automotrices, el siguiente paso era definir los patrones de fallo que pudieran convertirse en riesgos potenciales para estas mismas.

Se estudiaron casos de estudios tales como los de:

- GM (General Motors)

- Land Rover
- Ford
- Peugeot
- Nissan
- Toyota
- Volkswagen

La mayoría de las empresas antes mencionadas tienen cadenas de suministro con una complejidad elevada que las hace más vulnerables al riesgo.

La siguiente imagen muestra los 6 fallos que se descubrieron en los patrones de los casos de estudio:

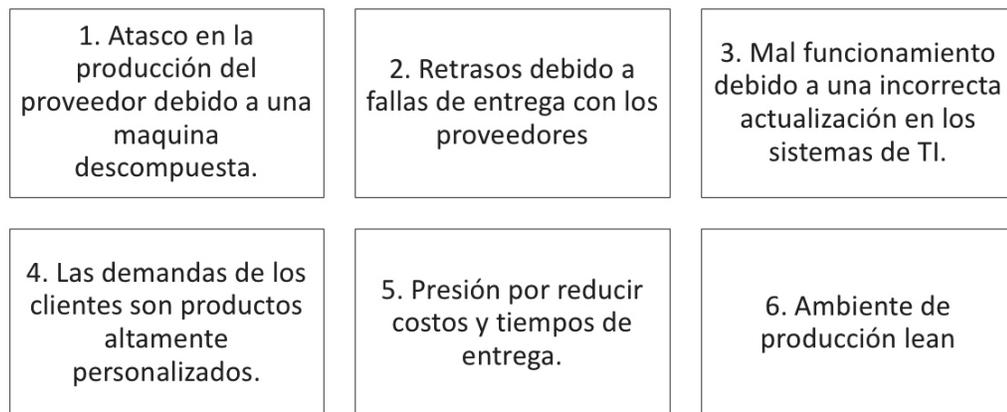


Figura 4.2: Fallos potenciales a convertirse en riesgos dentro de una C.S. automotriz.

Cada descuido mostrado en el gráfico anterior puede ser clasificado de la siguiente manera:

- Riesgo externo a la empresa: Los cuales pertenecen a todo aquello que este relacionado al mercado y a los proveedores.

- Riesgo interno a la empresa: Todo lo relacionado con funciones y operaciones dentro de las instalaciones.
- Riesgo externo a la C.S.: Todo aquel evento en el cual no se tiene voz ni voto para cambiar la circunstancia de la situación.

Y cada fallo fue descifrado como un riesgo de la siguiente manera:

1. Se produce un atasco en la producción de nuestro proveedor debido a un evento externo a nosotros, a menos de que se tenga un abastecedor de emergencia este fallo podría reducirse potencialmente.
2. Si la cadena de suministro no tiene incorporado el factor de la redundancia, esta puede tener un paro parcial o total debido a faltantes en las piezas de suministro para continuar producción.
3. Una incorrecta actualización de los sistemas de TI puede conllevar a faltantes de piezas para poder producir algún modelo de automóvil que el cliente este solicitando a la empresa.
4. Los automóviles son productos altamente personalizados, una atención inadecuada en cuanto a inventario de partes puede causar paros en la producción de algunos modelos específicos.
5. El enfoque que toman las cadenas de suministro tradicionales es el de reducción de costos y optimización en tiempos de entrega, los cuales pueden dar la impresión de que la C.S. es una de las mejores en esos aspectos, pero se crea distracción del hecho que puede ser poca o nula resistencia al riesgo haciéndola muy vulnerable.
6. Producción lean trabaja bajo la filosofía de poco inventario, mejora en reducción de costos, mejor eficiencia en el equipo, disminución de desperdicios, etc. no hay duda que este sistema trabaja de la mejor manera para hacer eficiente la

C.S. pero no toma en cuenta que dentro toda esta reducción que crea también puede crear deficit en piezas de suministro para producción.

## 4.5 ETAPA CINCO: DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA

Los factores fueron encontrados por medio de la indagación de la revisión de literatura, pero las características de algunos de estos requirieron una búsqueda mas específica del factor para poder conocer la particularidad que ayudaría a la C.S.A. a incorporar la resiliencia. Cada factor seleccionado cuenta con tres características que empatan con los riesgos mencionados anteriormente, ayudando a minimizar y reducir el efecto de los fallos que se encuentran presentes en la cadena de suministro automotriz incorporando la resiliencia.

Para el desarrollo de la herramienta se decidió utilizar una escala de likert, puesto que para el investigador es mas sencillo de interpretar, y para el empleador de la herramienta es mas fácil saber utilizarla y aplicarla para asesorarse en su nivel de resiliencia, con la finalidad de que sea mas fácil incorporarlo a la C.S.

Se decidió incorporar una escala de likert del 1-5 puesto que el punto medio es más evidente, el cual no esta inclinado hacia ninguna tendencia ya sea positiva o negativa. Si se utilizara una escala del 1-7 o del 1-9 el punto medio estaría inclinado hacia alguna de las preferencias. Otra de las razones de porque se utilizó esta escala es debido a que no importa tanto que se le de un valor mayor como un siete, un 8 e inclusive hasta 100, puesto que lo que interesa es el promedio con el cual se interpretó la herramienta.

Después de desarrollar la herramienta se decidió validarla con dos casos de la industria automotriz los cuales demostraban un conocimiento total o elevado de la resiliencia y uno que tuviera poca o baja resiliencia. Ambos casos fueron enfocados a

Tabla 4.2: Nivel de resiliencia en la cadena de suministro automotriz.

Nivel de resiliencia en la cadena de suministro automotriz						
Indique el nivel que corresponda de acuerdo a cada enunciado:	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Muy de acuerdo	Puntuación
<i>Flexibilidad</i>						
La C.S. tiene flexibilidad en la producción de automóviles	1	2	3	4	5	
La C.S. tiene habilidad para modificar el producto basado en especificaciones del cliente.	1	2	3	4	5	
La C.S. tiene flexibilidad para ajustar los horarios de entrega	1	2	3	4	5	
<i>Redundancia</i>						
La C.S. tiene capacidad de reserva en piezas para fabricación de emergencia.	1	2	3	4	5	
La C.S. tiene resguardado buffers de inventario.	1	2	3	4	5	
La C.S. tiene reserva en fuentes de energía externas para continuar con producción.	1	2	3	4	5	
<i>Agilidad</i>						
La C.S. cuenta con rapidez para responder a una disrupción en caso de suceder un evento imprevisto.	1	2	3	4	5	
La C.S. responde efectivamente para minimizar la magnitud del daño causado por un evento inesperado.	1	2	3	4	5	
La C.S. cuenta con un equipo de riesgo efectivo.	1	2	3	4	5	
<i>Visibilidad</i>						
Hay una correcta cultura de colaboración entre los eslabones de la C.S.	1	2	3	4	5	
La información fluye correctamente a través de la C.S.	1	2	3	4	5	
Se conocen las estrategias, procesos, aplicaciones, etc. a lo largo de la C.S.	1	2	3	4	5	
<i>Velocidad</i>						
Se puede responder con rapidez al cambio repentino a la demanda.	1	2	3	4	5	
Se puede responder con rapidez a las amenazas del medio ambiente.	1	2	3	4	5	
Se puede adaptar la configuración de la C.S. a una estable en caso de imprevisto.	1	2	3	4	5	
Puntuación total:						

dos industrias japonesas, las cuales sufrieron daños parciales o severos en sus cadenas de suministro debido al terremoto ocurrido el 11 de marzo del 2011.

Nissan cuenta con un nivel de resiliencia alto, puesto que el máximo valor de la escala utilizada es un 5 esta empresa cuenta con un 4.9 haciendo de su cadena de suministro resistente a eventos inesperados y riesgos previstos. Las razones principales de porque es resiliente son las siguientes:

- **Compartir información:** se pidió a cada región donde Nissan tenía una planta que enviaran 2 miembros para recolección de información sobre el suceso, donde los miembros de esas regiones y las plantas a las afueras de donde sucedió el siniestro ayudaron a crear soluciones al desastre.
- **Asignación de recursos:** Los departamentos de ventas, mercadotecnia y gestión de la cadena de suministro regional se reunieron para identificar cómo asignar globalmente los suministros para centrarse en los bienes que producían un mayor margen para la empresa.
- **Administración de la producción:** Nissan pudo frenar sus líneas de producción de una manera estratégica y específica. La administración de la empresa examinó detenidamente el inventario en existencia y en tránsito dentro de su red, retrasando la producción.
- **Dando autorización a la administración:** Para poder ser más ágiles y flexibles, una autoridad central de la empresa dio autorización a la gerencia de tomar decisiones requeridas, sin tomar mucho tiempo haciendo un análisis.

Por otro lado, Toyota es una de las cadenas de suministro con muy poca o nula resiliencia, con una nivel de 1.4 en la escala de likert. Esta empresa es reconocida por su reducción de costos, tiempo de entregas, inventarios, etc. pero como se había mencionado anteriormente se creía era una de las más competitivas, pero era extremadamente vulnerable al riesgo y eventos inesperados.

Tabla 4.3: Nivel de resiliencia en la cadena de suministro automotriz: Nissan.

Indique el nivel que corresponda de acuerdo a cada enunciado:	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Muy de acuerdo	Puntuación
<i>Flexibilidad</i>						
La C.S. tiene flexibilidad en la producción de automóviles	1	2	3	4	5	5
La C.S. tiene habilidad para modificar el producto basado en especificaciones del cliente.	1	2	3	4	5	5
La C.S. tiene flexibilidad para ajustar los horarios de entrega	1	2	3	4	5	5
<i>Redundancia</i>						
La C.S. tiene capacidad de reserva en piezas para fabricación de emergencia.	1	2	3	4	5	5
La C.S. tiene resguardado buffers de inventario.	1	2	3	4	5	5
La C.S. tiene reserva en fuentes de energía externas para continuar con producción.	1	2	3	4	5	4
<i>Agilidad</i>						
La C.S. cuenta con rapidez para responder a una disrupción en caso de suceder un evento imprevisto.	1	2	3	4	5	5
La C.S. responde efectivamente para minimizar la magnitud del daño causado por un evento inesperado.	1	2	3	4	5	5
La C.S. cuenta con un equipo de riesgo efectivo.	1	2	3	4	5	5
<i>Visibilidad</i>						
Hay una correcta cultura de colaboración entre los eslabones de la C.S.	1	2	3	4	5	5
La información fluye correctamente a través de la C.S.	1	2	3	4	5	5
Se conocen las estrategias, procesos, aplicaciones, etc. a lo largo de la C.S.	1	2	3	4	5	5
<i>Velocidad</i>						
Se puede responder con rapidez al cambio repentino a la demanda.	1	2	3	4	5	5
Se puede responder con rapidez a las amenazas del medio ambiente.	1	2	3	4	5	4
Se puede adaptar la configuración de la C.S. a una estable en caso de imprevisto.	1	2	3	4	5	5
Puntuación total:						4.9

Tabla 4.4: Nivel de resiliencia en la cadena de suministro automotriz: Toyota.

Indique el nivel que corresponda de acuerdo a cada enunciado:	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Muy de acuerdo	Puntuación
<i>Flexibilidad</i>						
La C.S. tiene flexibilidad en la producción de automóviles	1	2	3	4	5	1
La C.S. tiene habilidad para modificar el producto basado en especificaciones del cliente.	1	2	3	4	5	3
La C.S. tiene flexibilidad para ajustar los horarios de entrega	1	2	3	4	5	3
<i>Redundancia</i>						
La C.S. tiene capacidad de reserva en piezas para fabricación de emergencia.	1	2	3	4	5	1
La C.S. tiene resguardado buffers de inventario.	1	2	3	4	5	1
La C.S. tiene reserva en fuentes de energía externas para continuar con producción.	1	2	3	4	5	1
<i>Agilidad</i>						
La C.S. cuenta con rapidez para responder a una disrupción en caso de suceder un evento imprevisto.	1	2	3	4	5	2
La C.S. responde efectivamente para minimizar la magnitud del daño causado por un evento inesperado.	1	2	3	4	5	1
La C.S. cuenta con un equipo de riesgo efectivo.	1	2	3	4	5	1
<i>Visibilidad</i>						
Hay una correcta cultura de colaboración entre los eslabones de la C.S.	1	2	3	4	5	2
La información fluye correctamente a través de la C.S.	1	2	3	4	5	1
Se conocen las estrategias, procesos, aplicaciones, etc. a lo largo de la C.S.	1	2	3	4	5	1
<i>Velocidad</i>						
Se puede responder con rapidez al cambio repentino a la demanda.	1	2	3	4	5	1
Se puede responder con rapidez a las amenazas del medio ambiente.	1	2	3	4	5	1
Se puede adaptar la configuración de la C.S. a una estable en caso de imprevisto.	1	2	3	4	5	1
Puntuación total:						1.40

Algunos de sus fallos y consecuencias fueron:

- Toyota fue afectada en su tasa de producción en una 74 %
- El único proveedor de Toyota, Renesas, estaba localizado en la región donde sucedió el siniestro.
- La cadena de suministro automotriz de esta empresa trabaja bajo la filosofía lean, esto significa pocas piezas, que se traduce en poca o nula redundancia.
- El 11 de marzo del 2011 paro producción en todo el mundo debido a este evento inesperado.
- Nuevamente, en el 2016 Japón sufre un terremoto, haciendo que la C.S. de Toyota colapse una vez mas, parando producción en 20 líneas de ensamblaje a lo largo de Japón.
- Para algunos de sus componentes su inventario no dura mas que horas.
- Mientras las operaciones, manufactura y producción sigan solamente localizadas en Japón seguirán sufriendo de estas interrupciones, mientras que otras empresas como Honda y Nissan cuentan con plantas distribuidas en varios países y regiones.

## CAPÍTULO 5

# CONCLUSIONES

---

La resiliencia ha sido estudiada desde diferentes puntos de vista, sin embargo en esta investigación se buscó el enfoque en la cadena de suministro, obteniendo como resultado el hecho de que este concepto es relativamente nuevo en el ámbito aplicado. 78 referencias fueron utilizadas para indagación, de las cuales el 7% pertenecía exclusivamente a la industria automotriz, mientras que el 93% hacía solamente una mínima mención de esta industria.

Puesto que la resiliencia en una cadena de suministro esta considerada como un área de investigación relativamente nueva, la herramienta desarrollada en esta investigación es solamente una posible visión para la incorporación de la resiliencia a la industria automotriz. Esta investigación colabora a la literatura ya existente resumiendo investigaciones y puntos de vista de los autores que previamente estudiaron este tema.

### 5.1 LA RESILIENCIA EN LA CADENA DE SUMINISTRO

La hipótesis a comprobar fue la siguiente: «Al identificar los factores que afectan la vulnerabilidad de la cadena de suministro automotriz se puede determinar el nivel de resiliencia de la misma.»

Para poder demostrar esto se trabajó en base a 5 etapas las cuales están nombradas como:

1. Búsquedas en bases de datos
2. Investigación en referencias de autores
3. Indagación específica
4. Patrones en las cadenas de suministro automotrices
5. Desarrollo de la herramienta

Cada etapa tenía el propósito de ir reduciendo la investigación al enfoque de la industria automotriz que se le quería dar.

Gracias al desarrollo de la herramienta y la validación de esta misma con dos empresa automotrices se pudo comprobar que los factores junto con sus características ayudan a situar a las empresas en un nivel alto o bajo en la resiliencia, haciendo más sencillo para las empresas el saber que factor es el faltante en su C.S. teniendo que invertir más atención en el elemento identificado.

Se investigó que para poder tener una empresa resiliente, los gerentes de cada departamento deben de tener una comprensión entera de su ambiente y las tendencias en el cambio. En caso de haber cambios imprevistos en el medio ambiente, la empresa deberían de tener la capacidad de poder sobrevivir, responder y adaptarse a los cambios que se llegasen a presentar. Es aquí donde se requieren del desarrollo de ciertos factores.

A lo largo del proceso llevado a cabo para la conclusión de esta tesis se fueron identificando factores que eran de importancia para las cadenas de suministro en un ámbito general. Como se menciona con anterioridad, dos factores son de suma importancia para que una C.S. se pueda considerar resiliente:

- La redundancia, la cual implica que la C.S. sea capaz de proveer piezas de emergencia con el fin de continuar con la producción de la empresa, manteniendo los objetivos de los compromisos previamente establecidos con los clientes.
- La flexibilidad, que esta establecida en la literatura como la capacidad de la empresa para adaptarse a los requerimientos del ambiente y decisiones de partes establecidas con un mínimo tiempo y esfuerzo.

A pesar de que estos dos factores son importantes en la resiliencia se deben de considerar algunos otros más para poder dar un nivel resiliente lo suficientemente alto para la C.S. automotriz que se desea considerar. En nuestro caso los factores de adaptabilidad, velocidad y visibilidad se tomaron en cuenta puesto que al empatar estos factores, sus características y los problemas encontrados dentro de las C.S. automotrices ayudan a elevar el nivel de la resiliencia.

La identificación de estos factores es considerada como una de las estrategias proactiva de una cadena de suministro resiliente capaz de dar un paso ante los riesgos de la cadena de suministro y rebotar de inevitables interrupciones.

El objetivo de las compañías debería de estar enfocado a mitigar todas las vulnerabilidades posibles. Esto puede ser capaz al identificar los factores y sus capacidades que empaten con las vulnerabilidades de la C.S. encontradas para así hacer más resistente a esta misma.

Cabe mencionar que en la investigación los factores fueron elegidos puesto que son los más acordes a resolver los problemas antes mencionados. De las 7 empresas mencionadas en esta investigación cada una de ellas presentaba un problema con características similares, las cuales podían ser resueltos con la ayuda de los factores resilientes.

La C.S.R. no es un evento único, este debe se mantenerse, y los procesos involucrados en una C.S.R., tales como lo es la agilidad, adaptabilidad, flexibilidad, etc., no pueden ser entendidos en un solo momento en el tiempo, si no que necesitan ser

examinados conforme el tiempo avanza.

Ya que la resiliencia se enfoca en la solución de eventos inesperados, la mitigación de la posible interrupción requiere de un nivel elevado de capacidad para poder crear, implementar y diseñar soluciones en un corto tiempo. Por lo tanto uno de los factores principales de la resiliencia es la agilidad, que refleja la capacidad de la organización para implementar realmente una solución innovadora.

El incremento de los riesgos los cuales son el resultado de complejas y geográficamente dispersas cadenas de suministro global requiere que las empresas obtengan una mejor comprensión teórica de este tema crítico emergente con el fin de gestionar eficazmente en este entorno de negocios.

Para que la resiliencia pueda ser parte de una empresa esta misma debe de ser inculcada dentro de los subsistemas, si no es inculcada desde ese nivel de la empresa no se puede tener una empresa que sea resistente. La resiliencia debe de estar fijada dentro de la cultura organizacional de la empresa.

Se concluyó que la cadena de suministro resiliente es difícil de estudiar, y que no solo se debe de enfocar en una sola cadena de suministro automotriz, si no que se necesita ser examinada de una mejor manera utilizando varios casos de empresas relacionadas al ámbito a estudiar. Como también se concluyó que a diferencia de ciertos riesgos, tales como los externos a las C.S., por ejemplo los tsunamis, terremotos, etc., algunos otros como los internos a la empresa, son eventos que pueden ser continuos en comparación a los antes mencionados que son eventos mas discretos.

La contribución de esta investigación fue desarrollar y proporcionar una herramienta para que se pueda facilitar la incorporación de la resiliencia en la cadena de suministro y, por lo tanto, mejorar la resiliencia dentro del campo específico que es la industria automotriz. Como también se demuestra que una sola práctica no es suficiente para abordar todos los tipos de incertidumbre, incluyendo el hecho de que el utilizar una estrategia puede parecer que esta bien en una situación incierta, pero puede carecer de poder o certidumbre en alguna otra.

Dentro de la herramienta se encuentran mas contribuciones, tales como:

- Señalar los factores y características para mejorar la resiliencia en las cadenas de suministro complejas de la industria automotriz.
- Es una herramienta desarrollada específicamente para la industria automotriz. Puesto que la mayoría de los enfoques es hacia industrias manufactureras diferentes a este ámbito.
- Se utilizaron los factores identificados como una sola estrategia para mejorar la resiliencia en la C.S. automotriz.

## 5.2 LIMITACIONES

La herramienta tiene como objetivo la gestión de incertidumbre en la cadena de suministro a través de los factores resilientes, tomando en cuenta que cada uno puede funcionar individualmente, se decidió tomar el enfoque de estos mismos fusionados para dar un mejor funcionamiento a la C.S. Esta herramienta esta desarrollada con los factores específicos que puede ayudar a la vulnerabilidad de las cadenas de suministro automotrices.

# BIBLIOGRAFÍA

---

- ALCANTARA, P. y G. RIGLIETTI (2016), «Supply chain resilience reporta 2016», *Business Continuity Institute*.
- A.LENGNICK-HALL, C., T. E. BECK y M. L. LENGNICK-HALL (2011), «Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management», *Human Resource Management Review*, **21**(3), págs. 243–255.
- ALLEN, P., M. CHRISTOPHER y P. DATTA (2007), «Agent-based modelling of complex production/distributionsystems to improve resilience», *International Journal of Logistics: Research and Applications*, **10**(3), págs. 187–203.
- BARROSO, H., V. MACHADO y V.C.MACHADO (2011), «upply Chain Resilience Using the Mapping Approach. Supply Chain Management», *InTech*.
- BEARDSHAW, P., B. CATTANEO y S. J. MARICONDA (2013), «Beyond Resilience Turning Volatility and Uncertainty into Business Opoortunity», *Accenture*.
- BLACKHURST, J., C. CRAIGHEAD, D. ELKINS y R. HANDFIELD (2005), «An empirically derived agenda of critical research issues for managing supply-chain disruptions», *International Journal of Production Research*, **43**(19), págs. 4067–4081.
- BLANCO, E. (2011), «Resiliencia y Cadenas de Abastecimiento», *Instituto tecnologico de Massachusetts*.
- BRINTRUP, A., T. KITO, E. LÓPEZ, S. NEW y F. REED-TSOCHAS (2011),

- «Mapping the Toyota Supply Network: Implications for Resilience», *Institute for Operations Research and the Management Sciences*.
- CARVALHO, H., A. P. BARROSO, V. H. MACHADO, S. AZEVEDO y V. CRUZ-MACHADO (2012), «Supply chain redesign for resilience using simulation», *Computers Industrial Engineering*.
- CHRISTOPHER, M. y M. HOLWEG (2011), «Supply Chain 2.0”: managing supply chains in the era of turbulence», *International Journal of Physical Distribution Logistics Management*, **41**(1), págs. 63–82.
- CHRISTOPHER, M. y H. PECK (2004), «Building the resilient supply chain», *The International Journal of Logistics Management*, **15**(2), págs. 1–14.
- CHRISTOPHER, M. y C. RUTHERFORD (2004), «Creating a supply chain Resilience through Agile Six Sigma.», *Critical Eye Publications*.
- CORPORATION, S. (), «The Cyber-Resilient Enterprise: Harnessing Your Security Intelligence», .
- COUTU, D. (2002), «How resilience works», *Harvard Business Review*, **80**(5), págs. 46–55.
- DA SILVA, A., P. SMITH, A. U. MAUTHE y A. SCHAEFFER-FILHO (2015), «Resilience support in software-defined networking: a survey», *Computers Network*, **92**(1), págs. 189–207.
- DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, D. (2017), «Definición de Resiliencia», *Real Academia Española*.
- DIABAT, A., K. GOVADIN y V. PANICKER (2012), «Supply chain risk management and its mitigation in a food industry», *International Journal of Production Research*.
- DICTIONARY, B. (2017), «Resilire Definition», .

- EROL, O., B. SAUSER y M. MANSOURI (2010), «A Framework for Investigation into Extended Enterprise Resilience», *Enterprise Information Systems*, págs. 111–136.
- FYNES, B., K. SCHOLTEN y P. SCOTT (2014), «Mitigation processes – antecedents for building supply chain resilience», *Supply Chain Management: An International Journal*, **19**(2), págs. 211–228.
- GLICKMAN, T. S. y S. WHITE (2006), «Security, visibility and resilience: The keys to mitigating supply chain vulnerabilities», *International Journal of Logistics Systems and Management*, **2**, págs. 107–119.
- GLOBAL, F. (), «FM global resilience index», .
- GOLGECI, I. y S. Y. PONOMAROV (2013), «Does firm innovativeness enable effective responses to supply chain disruptions? An empirical study», *Supply Chain Management: An International Journal*.
- GROUP, W. (2012), «Japan Production by Month, 2005-2011», .
- HARRINGTON, L. y R. H. SMITH (2013), «Lean and Resilient», *DHL*.
- HARRINGTON, L. y R. H. SMITH (2014), «The resilient supply chain», *DHL*.
- HENDRICKS, K. B. y V. R. SINGHAL (2005), «An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long-Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm», *Production and Operations Management*.
- HERTZ, D. B. y H. THOMAS (1983), «Risk Analysis: Important new tool for business planning», *Journal of Business Strategy*, **3**(3), págs. 23–29.
- JAIN, V., S. KUMAR y U. SONI (2014), «Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach.», *Computers Industrial Engineering*, **74**, págs. 11–25.
- JÜTTNER, U. y S. MAKLAN (2011), «Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study», *An International Journal*, **16**(4).

- KAMALAHMADI, M. y M. M. PARAST (2016), «An assessment of supply chain disruption mitigation strategies», *International Journal of Production Economics*, **184**, págs. 210–230.
- KARAMI, M., S. MALEKIFAR, A. B. NASIRI, M. B. NASIRI, H. FEILI y U. R. KHANSAIF (2015), «A Conceptual Model of the Relationship Between Market Orientation and Supply Chain Performance», *Global Business and Organizational Excellence*.
- KLEINDORFER, P. y G. SAAD (2005), «Managing Disruption Risks in Supply Chains», *Production and Operations Management*.
- LAKOVOU, E., D. VLACHOS y A. XANTHOPOULOS (2007), «An analytical methodological framework for the optimal design of resilient supply chains», *International Journal of Logistics Economics and Globalisation*, **1**(1), págs. 1–20.
- LEAT, P. y C. REVOREDO-GIHA (2013), «Risk and resilience in agri-food supply chains: the case of the ASDA PorkLink supply chain in Scotland», *Supply Chain Management: An International Journal*, **18**(2), págs. 210–231.
- L. LEE, H. (2004), «The triple A supply chain», *Harvard Business Review*.
- LONGO, F. y T. ÖREN (2008), «Supply Chain Vulnerability and Resilience: A state of the art overview», *Proceedings of European Modeling Simulation Symposium*.
- MALINDRETOS, G. y S. BINORIS (2014), «Supply Chain Resilience and Sustainability», *Investment Research Analysis Journal*, **5**(1).
- MANDAL, S. (2014), «Supply chain resilience: a state-of-the-art review and research directions», *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, **5**(4), págs. 427–453.
- MARCHESE, K. y S. PARAMASLVAM (2013), «The ripple effect: How manufacturing and retail executives view the growing challenge of supply chain risk», .
- MARTIN, C. (1992), «Logistics and Supply Chain Management», *Pitman Publishing*.

- MELNYK, S. A., R. E. SPEKMAN, E. W. DAVIS y J. SANDOR (2010), «Outcome-Driven Supply Chains», *MIT Sloan Management Review*, **51**(2).
- MENSAH, P. y Y. MERKURYEV (2013), «The role of ICT in the supply chain resilience», *International Conference on Applied Information and Communication Technologies*.
- MOCHIMARU, T. (2011), «“Auto sector: Our Stance in Wake of Recent Earthquake», *Mitsubishi UFJ Morgan Stanley Securities Co., Ltd.*
- OF THE ECONOMY, M. (), «Road to Recovery», .
- OICA (), «Economic Contributions», URL <http://www.oica.net/category/economic-contributions/>.
- PECK, H. y U. JÜTTNER (2002), «Risk management in the supply chain», *Journal in Logistics and Transport Focus*.
- PEREIRA, C. R. y A. L. D. SILVA (2015), «Key Organisational Factors For Building Supply Chain Resilience: A Multiple Case Study Of Buyers And Suppliers», *International journal of production economics*.
- PETTIT, T. (2008), «Supply Chain Resilience: Development of a conceptual framework, an assessment tool and an implementation process», .
- PETTIT, T., K. CROXTON y J. FIKSEL (2013), «Ensuring Supply Chain Resilience: Development and Implementation of an Assessment Tool», *Journal in Business Logistics*.
- PETTIT, T., J. FIKSEL y K. CROXTON (2010), «Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework», *Journal of Business Logistics*.
- PICKETT, C. (2006), «Prepare for supply chain disruptions before they hit», **47**(6), págs. 22–25, URL <http://mhlnews.com/global-supply-chain/prepare-supply-chain-disruptions-they-hit>.

- PONIS, S. T. y E. KORONIS (2012), «Supply Chain Resilience: Definition Of Concept And Its Formative Elements», *Journal of Applied Business Research*.
- PONOMAROV, S. Y. y M. C. HOLCOMB (2009), «Understanding the concept of supply chain resilience», *The International Journal of Logistics Management*, **20**(1), págs. 124–143.
- POWLEY, E. H. (2009), «Reclaiming resilience and safety: Resilience activation in the critical period of crisis», *Human Resources*.
- RICE, J. y F. CANIATO (2003), «Building a Secure and Resilient Supply Network», *Supply Chain Management Review*, **7**(5), págs. 22–30.
- SAENZ, M. J. y E. REVILLA (2014), «Creating More Resilient Supply Chains», *MIT Sloan Management Review*.
- SARATHY, R. (2006), «Security and the global supply chain», *Transportation journal*.
- SCAVARDA, L. F., P. S. CERYNO, S. PIRES y K. KLINGEBIEL (2015), «Supply chain resilience analysis: a brazilian automotive case», *Revista de Administração de Empresas*, **55**(3), págs. 304–313.
- SCHMIDT, W. y D. SIMCHI-LEVI (2013), «Nissan Motor Company Ltd.: Building Operational Resiliency», *MIT Sloan Management Review*.
- SCHWAB, K., L. HOWELL, E. LOADES y S. BUCKUP (2013), «World economic forum resilience dynamism», *World Economic Forum*.
- SHEFFI, Y. (2005), «Building a resilient supply chain», *Harvard Business Review*, **1**(8).
- SHEFFY, Y. y J. B. RICE (2005), «A supply chain view of the resilient enterprise», *MIT*, **47**(1).
- STAFF, F. (), «Las 15 automotrices más importantes del mundo», .

- STARR, R., J. NEWFROCK y M. DELUREY (2003), «Enterprise resilience: Managing risk in the networked economy», *Journal in Operations and Management*, (30).
- STATISTA (), «Automotive Industry», URL <https://www.statista.com/topics/1487/automotive-industry/>.
- STENGER, A., R. GANESHAN y T. BOONE (2000), «The integration aspect of Supply Chain Management: a framework and a simulation.», *Supply Chain Management: innovations for education*.
- STICKLES, T. (2002), «Supply Chain Vulnerability», *Cranfield School of Management*.
- SUTCLIFFE, K. y T. VOGUS (2003), «Organizing for Resilience», *Foundations of a new Discipline*.
- TANG, C. S. (2006), «Perspectives in supply chain risk management», *International Journal of Production Economics*, **103**(2), págs. 451–488.
- TUKAMUHABWA, B., M. STEVENSON, J. BUSBY y M. ZORZINI (2015), «Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study», *International Journal of Production Research*.
- WIELAND, A. y C. M. WALLENBURG (2013), «The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view», *International Journal of Physical Distribution Logistics Management*, **43**(4), págs. 300–320.
- WRIGHT, M. O., A. S. MASTEN y A. J. NARAYAN (2013), «Resilience Processes in Development: Four Waves of Research on Positive Adaptation in the Context of Adversity», *Handbook of Resilience in Children*.
- WU, T., J. BLACKHURS y V. CHIDAMBARAM (2006), «A model for inbound supply risk analysis», *Computers in Industry*.

---

ZHANG, D., P. DADKHAH y D. EKWALL (2011), «How robustness and resilience support security business against antagonistic threats in transport network», *Journal of Transportation Security*, **4**(3), págs. 201–219.

ZHOU, R., V. KALLEPALLI, R. CAUDILL y M. ZHOU (2003), «Methods Towards Supply Chain Risk Analysis Systems», *Proceedings of the International Conference on Man and Proceedings of the International Conference on Man and Cybernetics*.

# RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

---

Estefania Janeth Guajardo Guerra

Candidato para obtener el grado de  
Maestría en Logística y Cadena de Suministro

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

FACTORES PARA DESARROLLAR UNA CADENA DE SUMINISTRO  
AUTOMOTRIZ RESILIENTE

Estefania Janeth Guajardo Guerra nació en Monterrey, Nuevo León, México, el 23 de Marzo de 1993. Sus padres son Sr. Socorro Guajardo González y Sra. Judith Janeth Guerra Salinas. En Diciembre 2015 finaliza los estudios de Licenciatura. Graduada de la Universidad Autónoma de Nuevo León recibió el título Licenciada en Negocios Internacionales en la Facultad de Contaduría Pública y Administración. En Diciembre 2015 finaliza los estudios de Licenciatura en una universidad extranjera. Graduada de City University of Seattle con la Licenciatura de Ciencias de la Administración y Negocios. Agosto 2014 hasta la fecha ha trabajado como docente en el Centro de Investigación y Desarrollo de Educación Bilingüe (CIDEB) impartiendo las clases de francés I y II junto con la materia de Matemáticas I (Álgebra) y II (Geometría Analítica y Trigonometría).