

Estrategias para enfrentar las Interrupciones en las Cadenas de Suministro de Empresas Manufactureras de Aguascalientes

Strategies to Cope Disruptions in the Supply Chains of Manufacturing Companies in Aguascalientes

Carmen Estela Carlos-Ornelas^a
Tecnológico Nacional de México, México
carmen.co@aguascalientes.tecnm

Recibido: 19 febrero 2024
Aceptado: 07 junio 2024

Luis Arturo Montañez-Carlo
Tecnológico Nacional de México, México

Lourdes Evelin Apodaca-Del Ángel
Universidad Autónoma de Baja California, México

Daniel Castillo-Corral
Tecnológico Nacional de México, México

Martha Patricia González-Rodríguez
Tecnológico Nacional de México, México

Sasi Herrera-Estrada
Tecnológico Nacional de México, México

Silvia Isabel Campos-Viscencio
Tecnológico Nacional de México, México

Resumen:

Con el propósito de conocer las fuentes de interrupciones de la cadena de suministro en empresas manufactureras de Aguascalientes, las estrategias que utilizan para enfrentarlas y evaluar el impacto que tienen sobre su resiliencia, se recolectaron datos de 129 empleados de empresas manufactureras mediante un cuestionario sobre la situación de la empresa respecto a 32 fuentes de interrupción, 8 estrategias para enfrentarlas y su percepción sobre la resiliencia de las empresas. Se reportan resultados descriptivos de las fuentes de interrupción y las estrategias utilizadas, así como los resultados de un análisis de regresión múltiple en el que se identificaron a tres estrategias como capaces de explicar el nivel de resiliencia de las empresas. Las tres estrategias son: agilidad, gestión de la vulnerabilidad y transferencia de pedidos a nuevos proveedores. Los resultados sugieren la conveniencia de que las empresas apliquen recursos organizacionales a dichas estrategias para aumentar su capacidad de volver rápidamente a su estado regular después de una interrupción en sus cadenas de suministro.

Palabras clave: Fuentes de interrupciones en la cadena de suministro, estrategias de la cadena de suministro, resiliencia de la cadena de suministro.

Abstract:

With the purpose of knowing the sources of supply chain interruptions in manufacturing companies in Aguascalientes, the strategies they use to face them and evaluate the impact they have on their resilience, data were collected from 129 employees of different manufacturing companies through a questionnaire. The respondents reported the company's situation regarding 32 sources of interruption, 8 strategies to face them and their perception of the companies' resilience. Descriptive results of the sources of interruption and the strategies used are reported, as well as multiple regression analyzes in which three strategies were identified as capable of explaining the level of resilience of companies. The three strategies are: agility, vulnerability management and transfer of orders to new suppliers. The results suggest the convenience of companies applying organizational resources to such strategies to increase their ability to quickly return to their regular state after a disruption in their supply chains.

Keywords: Sources of supply chain disruptions, supply chain strategies, supply chain resilience.

Notas de autor

^a Autor de contacto: carmen.co@aguascalientes.tecnm

Introducción

La gestión de las empresas enfrenta interrupciones en sus procesos de suministro causadas por fuentes internas o externas que ponen a prueba la capacidad de las empresas para resistirlas, y superarlas evitando o mitigando sus consecuencias adversas como: la interrupción y retrasos en la producción; el aumento en los costos de producción por incrementos en los costos de transporte o precios de proveedores alternos; incumplimiento de entregas y posible pago de sanciones; disminuciones de la calidad del producto; pérdida en la imagen de marca; disminución de la satisfacción y la lealtad de los clientes con posible pérdida de éstos, de oportunidades comerciales y de participación en el mercado.

Las consecuencias de dichas interrupciones pueden ser desastrosas para la supervivencia y rentabilidad de las empresas y para la satisfacción de las necesidades de la sociedad. El conocimiento, el pronóstico y la evaluación de los acontecimientos que son capaces de interrumpir las cadenas de suministro son sustantivos para que los involucrados en la gestión de las organizaciones analicen las vulnerabilidades de las empresas y promuevan el desarrollo de competencias y estrategias para enfrentarlas.

La recuperación de la crisis mundial, ocasionada por la pandemia de Covid 19 iniciada en 2020, en las cadenas de suministro internacionales ha sido desigual entre países, sectores y regiones los cuales también están siendo afectados de manera desigual por la Guerra en Ucrania iniciada en febrero de 2022 y por otros eventos particulares de cada contexto que también generan impactos diferenciados como los actos delictivos como el robo de transportes y mercancías.

Además de los fenómenos que tienen impacto en el ámbito mundial otros fenómenos particulares afectan a las cadenas de suministro de las empresas manufactureras locales. La gran diversidad de fuentes de interrupciones, también llamadas factores de riesgo o fuentes de incertidumbre, ya sea que se originen en las empresas, en las cadenas de suministro o en el contexto, hacen necesario enfocar la atención en sectores específicos para generar conocimiento útil para proporcionar elementos de juicio a las empresas sobre cómo prepararse y enfrentar las interrupciones específicas que las afectan o podrían afectarlas.

Fundamentos teóricos

Fuentes de interrupciones de la cadena de suministro

Diversas denominaciones y clasificaciones han surgido respecto a las fuentes de interrupción de la cadena de suministro. La incertidumbre y el riesgo tienen una cercanía conceptual. Igual que Christopher y Peck [1], Um & Han [2] denominaron factores de riesgo a los eventos que interrumpen la cadena de suministro, Pettit [3] los llamó vulnerabilidades, Simangunsong et al. [4] fuentes de incertidumbre y Katsaliaki et al. [5] razones de disrupciones.

Simangunsong et al. [4] identificaron 14 fuentes de incertidumbre y las categorizaron como: internas a la empresa; externas a la empresa, pero internas a la cadena de suministro; y externas a la cadena de suministro, coincidiendo con Christopher & Peck [1], quienes reportan haber seguido una estructura inicialmente propuesta por Mason-Jones Towill en 1998.

Pettit [3] con base en una revisión de literatura, categorizó en siete grupos a los 40 factores de vulnerabilidades que identificó: turbulencia, amenazas deliberadas, presiones externas, límites de recursos, sensibilidad, conectividad e interrupciones proveedor / cliente; además, los asoció con 40 subfactores mensurables. Katsaliaki et al. [5] identificaron 22 razones de riesgo y las clasificaron en eventos catastróficos/ riesgos a nivel macro, eventos del lado de la demanda, eventos del lado de la oferta, eventos de logística – transporte. Por su parte Anđelković et al. [6] utilizaron una estructura de 19 factores previamente identificados por Christopher y Peck [1].

Algunos autores como Wagner y Bode [7] consideran que el riesgo está asociado con los eventos capaces de ocasionar consecuencias negativas. Para los fines de este trabajo fuentes de riesgo y fuentes de incertidumbre se consideran términos indistintos y se denominan fuentes de interrupciones, que es un término referido a cualquier factor que la suspensión de los flujos en las cadenas de suministro que pueden ser de productos, materiales, información y financieros.

Las fuentes de interrupciones seleccionadas para utilizarlas para medir su impacto en la operación de las empresas fueron las 32 que se muestran en la Tabla 1, de las cuales 22 fueron adoptadas de los factores sintetizados por Katsaliaki et al. [5] de la literatura que revisaron y 9 de los utilizados por Anđelković et al. [6] y uno, actos criminales (robos/sabotaje), propuesto por los autores de este trabajo.

TABLA 1
Fuentes de Interrupción de la cadena de suministro

No.	Fuentes de interrupciones	Autores
1.	Enfermedades o epidemias (por ejemplo, SARS, fiebre aftosa).	Gunessse et al. (2018), Ivanov (2020a) y Sheffi (2001) como los citan et al. (2022)
2.	Problemas de calidad de los productos del proveedor (por ejemplo, retrada de productos, piezas rechazadas).	Aladeniz and Srinathan (2019), Ni et al. (2016), Sarkar and Kumar (2016) como los citan Katsaliaki et al. (2022)
3.	Limitaciones de abastecimiento (contabilidad energía –escasez de recursos naturales, capacidad insuficiente de los proveedores).	
4.	Fallo del proveedor/subcontratista (por ejemplo, quiebra, adquisiciones de empresas, sabotaje deliberado).	
5.	Mal desempeño logístico de los proveedores (retraso en la entrega, capacidad de cumplimiento de pedidos, piezas extraviadas en planta, mala coordinación de entregas).	Dupont et al. (2018), Fan et al. (2017) Majyar and Thakkar (2019) como los citan Katsaliaki et al. (2022)
6.	Retrasos en el despacho de aduanas, permisos e inspecciones en las fronteras.	
7.	Fallas de equipos (camiones, ferrocarriles, barcos, manipulación de carga portuaria y patios ferroviarios).	
8.	Mal desempeño logístico de los proveedores de servicios logísticos (LSP) (errores de programación, piezas mal etiquetadas, selección de rutas de transporte no óptimas).	
9.	Alteración de la red de transporte (causada por el tráfico, el clima, retrasos en las aduanas, manifestaciones).	
10.	Información insuficiente o distorsionada de los clientes sobre pedidos o cantidades de demanda, entrega, coordinación y restricciones de abastecimiento (efecto látigo).	Baghalian et al. (2013), Lee et al. (1997), Yang and Fan (2016) como los citan Katsaliaki et al. (2022)
11.	Demanda de clientes imprevista o muy volátil; pedidos urgentes.	
12.	Eventos relacionados con recursos humanos (por ejemplo, pérdida de talento/habilidades, enfermedades, incidentes de salud y seguridad).	Dwivedi et al. (2018), Elzarka (2013) y Griffith et al. (2019) como los citan Katsaliaki et al. (2022)
13.	Nuevas leyes, normas o reglamentos (por ejemplo, nuevos tipos arancelarios).	
14.	Incidentes medioambientales (por ejemplo, contaminación, gestión de residuos).	
15.	Falta de crédito, insolvencia en la cadena de suministro.	
16.	Eventos legales, regulatorios, laborales, financieros y burocráticos.	
17.	Desastres naturales (por ejemplo, terremotos, inundaciones, vientos fuertes, incendios, huracanes, tsunamis).	
18.	Inestabilidad política, matanzas en masa, guerra, disturbios civiles u otras crisis sociopolíticas, crisis económicas.	
19.	Incidentes de ética empresarial (por ejemplo, derechos humanos, corrupción, violación de la propiedad intelectual).	
20.	Volatilidad del tipo de cambio de divisas.	
21.	Factores políticos y barreras administrativas para el establecimiento u operación de cadenas de suministro (por ejemplo, autorización de los gobiernos para la extracción de petróleo).	
22.	Ataques terroristas internacionales.	
23.	Variabilidad del tiempo de entrega.	Anđelković et al. (2017).
24.	Fallas en maquinaria y tecnología de la información.	
25.	Retrasos y daños en la entrega de materias primas/mercancías.	
26.	Interrupciones de los procesos comerciales.	
27.	Evaluación inadecuada de la demanda (incapacidad para responder a los requerimientos /sobreinventarios).	
28.	Gran número de fuentes de suministro sin confiabilidad.	
29.	Uno o pocos proveedores de suministros.	
30.	Huelgas de empleados.	
31.	Baja transparencia entre los socios.	
32.	Actos criminales (robos/sabotaje).	Elaboración propia

Estrategias para enfrentar las fuentes de interrupción en la cadena de suministro

Las estrategias utilizadas para enfrentar las interrupciones y generar resiliencia en la cadena de suministro pueden tener dos enfoques: uno de contingencia y otro de mitigación [8]. La principal diferencia es que las estrategias de contingencia se toman antes del evento disruptor y pueden ser: gestión de Inventarios y capacidad; múltiples proveedores y localización; gestión de vulnerabilidad; reingeniería/ rediseño; relación colaborativa y flexibilidad/capacidad dinámica. Por otra parte, las estrategias de mitigación se toman después del evento disruptor y pueden ser: cambio de ruta del envío (re-ruteo de embarques); transferencia de pedidos a nuevos proveedores; gestión de la demanda; conocimiento de la situación/detección temprana y agilidad (respuesta rápida). Contrariamente al proceso seguido por Pires y Barbosa-Pova [9] antes de analizar los avances en el desarrollo de modelos cuantitativos de resiliencia de la cadena de suministro, se prefirió analizar las estrategias que se han utilizado en el contexto local, partiendo de las 11 que identificaron Spiegler et al. [8], las cuales se describen enseguida.

La gestión de los inventarios y capacidad. La gestión de los inventarios y capacidad implica el control y la optimización de los niveles de inventarios requeridos para satisfacer la demanda, minimizar los costos y maximizar la rentabilidad e incluye el pronóstico de la demanda y la determinación de tamaño óptimo de los pedidos. Una gestión eficaz del inventario reduce los desabastos y los excesos de inventarios [10] y una administración óptima de la capacidad de producción asegura la utilización eficiente de recursos, minimiza cuellos de botella y maximiza la productividad [11].

Múltiples proveedores y localización. Mediante múltiples proveedores las empresas pueden aprovechar precios competitivos y negociar buenos acuerdos y así reducir sus gastos [11] y la estrategia de localización implica concentrar actividades en ubicaciones específicas para reducir los costos a través de mano de obra calificada y escalado de procesos o reingeniería [12] o a través de la sustitución de importaciones. La localización, por otro lado, implica desplazar la producción más cerca del mercado, lo que puede reducir los costos de transporte y los plazos de entrega.

Gestión de la vulnerabilidad. La gestión de la vulnerabilidad implica identificar y mitigar los factores que pueden interrumpir la cadena de suministro.

Reingeniería/ rediseño. La ingeniería y el rediseño puede aplicarse a las cadenas de suministro de las empresas para actualizar sus redes de suministro para lograr de mejor manera sus objetivos operativos y de sustentabilidad reduciendo los tiempos de espera en los almacenes y los costos asociados a los sistemas de producción, transporte, inventarios y colas [13] aumentando la eficiencia, disminuyendo el tiempo de y mejorando los procesos de la toma de decisiones mediante el análisis de las prácticas actuales con el uso de sistemas de información [14].

Relación colaborativa. Para lograr beneficios mutuos y mejorar el desempeño operativo, la relación colaborativa en la cadena de suministro se practica mediante el intercambio de recursos e información y a las actividades de conjuntas entre socios, de planificación y resolución de problemas de [15] lo cual requiere de confianza, compromiso y coordinación entre ellos.

Flexibilidad/capacidad dinámica. La flexibilidad implica la capacidad de ajustar los niveles de producción, los plazos de ejecución y las configuraciones de la red [16] para adaptarse y responder de manera efectiva a los cambios de la demanda en el mercado y a la incertidumbre. Esto se puede lograr con instalaciones de producción dedicadas o equipos de funciones múltiples (van Donk y van der Vaart, 2005 como lo citan Simangunsong et al. [4]) o utilizando trabajadores polivalentes (Miller 1992, como lo citan Simangunsong et al. [4])

Cambio de ruta del envío (re-ruteo de embarques). Las empresas pueden mejorar su capacidad de recuperación de las interrupciones de suministro mediante algoritmos de redireccionamiento efectivos. Estos permiten diagnosticar la ubicación de las interrupciones en las rutas de los embarques para reducir el tiempo de recuperación de la interrupción.

Transferencia de pedidos a nuevos proveedores. La diversificación de proveedores es una estrategia que puede contribuir a la recuperación de la interrupción en una cadena de suministro. Sin embargo, se asocia con una recuperación más lenta, mientras que el uso de relaciones a largo plazo se relaciona con una recuperación más rápida [17]

Gestión de la demanda. La gestión de la demanda establece una conexión entre la demanda del consumidor, los equipos de producción, el suministro, inventario, el marketing y la atención al cliente. Comprende la exploración de su sensibilidad a la incertidumbre y la capacidad de adaptar sus planes. También comprende la negociación de un plazo de entrega más largo para los pedidos de los clientes en comparación con el plazo de fabricación esperado [18]

Conocimiento de la situación/detección temprana. El análisis de riesgos, la identificación de eventos que podrían interrumpir el flujo normal del suministro puede llevarse a cabo mediante el monitoreo de los proveedores y los clientes, el mercado y el contexto en asuntos como regulaciones gubernamentales y eventos globales utilizando tecnologías y sistemas de seguimiento.

Agilidad (respuesta rápida). La agilidad se refiere a la capacidad de responder no sólo de manera rápida sino también rentable a las interrupciones de la cadena de suministro.

En este trabajo, fueron consideradas las 11 estrategias descritas propuestas por Spiegler et al. [8] y mostradas en la Tabla 2.

TABLA 2.
Estrategias para enfrentar las cadenas de suministro.

No.	Estrategias	Autor
1.	Gestión de Inventarios y capacidad.	Spiegler et al. (2012)
2.	Múltiples proveedores y localización.	
3.	Gestión de vulnerabilidad.	
4.	Reingeniería/rediseño.	
5.	Relación colaborativa.	
6.	Flexibilidad/capacidad dinámica.	
7.	Cambio de ruta del envío (re-ruteo de embarques).	
8.	Transferencia de pedidos a nuevos proveedores.	
9.	Gestión de la demanda.	
10.	Conocimiento de la situación/detección temprana.	
11.	Agilidad (respuesta rápida).	

Resiliencia de la cadena de suministro

No existe un consenso en la definición de resiliencia de cadena de suministro [9], aunque es generalmente entendida como la capacidad de una cadena de suministro de volver a su estado original después de una disrupción [19] o de pasar a un nuevo estado más deseable después de que un sistema ha sido perturbado [1].

Los indicadores utilizados para medir la resiliencia de la cadena de suministro proceden de tres fuentes [19], [20] y [21] que se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3.
Indicadores de la resiliencia de la cadena de suministro

No.	Indicadores	Autores
1.	El flujo de materiales se restablece rápidamente	(Brandon-Jones et al., 2014)
2.	La empresa y sus proveedores no tardan mucho en recuperar el rendimiento operativo normal.	
3.	La empresa y sus proveedores recuperan fácilmente su estado original.	
4.	Las perturbaciones se solucionan rápidamente	
5.	La empresa y sus proveedores desarrollan conocimiento útil a partir de interrupciones.	(Zariboni Alvarenga et al., 2021)
6.	La empresa y sus proveedores cuentan con una estrategia de comunicación y movilización de recursos para hacer frente a las disrupciones.	Munikhah & Ramdhani, 2022)
7.	La estructura de la cadena de suministro (proveedores, clientes, almacenes, centros de distribución, clientes, tecnologías de información, coordinación) es adaptable para hacer frente a los cambios provocados por las interrupciones del suministro.	
8.	La empresa hace frente a los cambios provocados por la interrupción de la cadena de suministro a través de tecnologías.	

Muchos factores entran en juego en el proceso de hacer frente a eventos inesperados; uno de los más relevantes es la velocidad [20] Las acciones proactivas requieren una planeación que se anticipe a las disrupciones para que sea posible tener una reacción apropiada para una pronta recuperación del flujo de operaciones cuando esta ha sido interrumpida. Las organizaciones resilientes identifican riesgos, los gestionan y construyen capacidades para hacer frente a las situaciones inesperadas y la resiliencia es el resultado de integrar completamente un enfoque proactivo en toda la empresa [8]

Sin embargo, es necesaria una cuidadosa selección de las estrategias a utilizar. Las estrategias de contingencia pueden ser más costosas que los problemas generados por la disrupción en sí misma y puede resultar mejor el riesgo financiero de hacer frente a las repercusiones que el de prevenirlas [8]. También es necesario diferenciar el impacto que las estrategias tienen sobre la capacidad de las empresas para hacer frente a los eventos disruptivos, por lo que se propone la siguiente hipótesis.

H.: Las estrategias utilizadas explican la resiliencia de la cadena de suministro de las empresas.

Materiales y métodos

La muestra estudiada fue de conveniencia. Las variables fueron medidas mediante un cuestionario aplicado a 129 empleados de diferentes empresas manufactureras.

Para medir el impacto de las 32 fuentes de interrupción sobre en la operación de las empresas, se utilizó una escala con los valores posibles: 1=Impacto nulo o insignificante, 2=Impacto leve, 3=Impacto notorio, 4=Impacto intenso y 5=Impacto catastrófico. Las medias y desviaciones típicas del impacto atribuido a cada fuente de interrupción fueron calculadas y ordenadas de manera decreciente (Tabla 4).

A los ocho indicadores con los que se midió la resiliencia se les calculó la media y la desviación típica (Tabla 5).

La utilización de las 11 estrategias consideradas fue medida con un solo indicador. Sus medias y desviaciones típicas fueron calculadas y ordenadas de manera decreciente (Tabla 6).

Luego, a la media de los indicadores de los valores de cada estrategia se sometió a un análisis de correlación de Spearman con relación a la media de los indicadores de la resiliencia (Tabla 6).

Para someter a prueba la hipótesis y lograr el objetivo de evaluar el impacto que tienen las estrategias utilizadas por las empresas estudiadas sobre la resiliencia de sus cadenas de suministro, se utilizó la técnica de regresión lineal múltiple con el método por pasos considerando a la resiliencia como variable dependiente y a las estrategias utilizadas como variables independientes (Tabla 7).

Resultados y discusión

Los respondientes fueron 40% hombres y 60% mujeres. Las edades de los respondientes claves fueron 91% entre 18 y 29, 4% entre 30 y 39, 3% entre 40 y 49 y 2% mayores de 50 años. El nivel de escolaridad de los respondientes fue: 2% posgrado, 88% licenciatura, 12% técnico superior universitario y 1% bachillerato.

El tamaño de empresa de las empresas reportado por los respondientes fue en un 1% de microempresas (1 a 10 empleados), 31% pequeñas (11 a 50 empleados), 16 % medianas (51 a 250 empleados) y 52% grandes (251 o más).

Los resultados descriptivos de las tres variables estudiadas se presentan en las Tablas 4, 5, y 6. En la Tabla 4 se aprecia que las fuentes de interrupción están sumamente diversificadas. Las cinco fuentes de interrupción del suministro que más alto impacto tienen en la operación de la empresa son: enfermedades o epidemias; variabilidad del tiempo de entrega; problemas de calidad de los productos del proveedor; fallas en maquinaria y tecnología de la información; y mal desempeño logístico de los proveedores. Dada la reciente pandemia de Covid 19 no sorprende que las enfermedades o epidemias ocupen el primer lugar.

Esos resultados coinciden ampliamente con los de Anđelković [6] quien encontró que las fuentes de interrupción del suministro que más impacto causaban en una muestra de 30 empresas serbias en orden decreciente de su impacto negativo fueron: volatilidad del mercado y tasas de cambio; retrasos o daños en la distribución de materia prima o productos; pobre calidad de la materia prima; variabilidad en el tiempo de entrega; y una o pocas fuentes de suministro.

La coincidencia se presenta en tres de los factores, que son los relacionados con la variabilidad del tiempo de proveedor y mal desempeño logístico de los proveedores. Dado que el trabajo de Anđelković fue efectuado antes de la pandemia que tuvo su impacto más intenso en los años 2020 y 2021, es comprensible que no figure en sus resultados entre los factores con más intenso impacto en las interrupciones de la cadena de suministro.

TABLA 4.
Fuentes de Interrupción de la cadena de suministro

No.	Fuentes de interrupción	Media	Desv. Típ.
1.	Enfermedades o epidemias (por ejemplo, SARS, fiebre aftosa).	3.05	1.32
23	Variabilidad del tiempo de entrega.	2.93	1.28
2.	Problemas de calidad de los productos del proveedor (por ejemplo, retirada de productos, piezas rechazadas).	2.92	1.19
24.	Fallas en maquinaria y tecnología de la información.	2.92	1.26
5.	Mal desempeño logístico de los proveedores (retraso en la entrega, capacidad de cumplimiento de pedidos, piezas extraviadas en planta, mala coordinación de entregas).	2.87	1.20
6.	Retrasos en el despacho de aduanas, permisos e inspecciones en las fronteras.	2.84	1.41
7.	Fallas de equipos (camiones, ferrocarriles, barcos, manipulación de carga portuaria y patios ferroviarios).	2.81	1.35
25.	Retrasos y daños en la entrega de materias primas/mercancías.	2.78	1.28
3.	Limitaciones de abastecimiento (confiabilidad, energía – escasez de recursos naturales, capacidad insuficiente de los proveedores).	2.71	1.20
4.	Fallo del proveedor/subcontratista (por ejemplo, quiebra, adquisiciones de empresas, sabotaje deliberado).	2.71	1.30
8.	Mal desempeño logístico de los proveedores de servicios logísticos (LSP) (errores de programación, piezas mal etiquetadas, selección de rutas de transporte no óptimas).	2.69	1.21
10.	Información insuficiente o distorsionada de los clientes sobre pedidos o cantidades de demanda, entrega, coordinación y restricciones de abastecimiento (efecto látigo).	2.61	1.23
9.	Alteración de la red de transporte (causada por el tráfico, el clima, retrasos en las aduanas, manifestaciones).	2.6	1.25
26.	Interrupciones de los procesos comerciales.	2.6	1.31
27.	Evaluación inadecuada de la demanda (incapacidad para responder a los requerimientos/sobreenventarios).	2.57	1.22
11.	Demanda de clientes imprevista o muy volátil, pedidos urgentes.	2.57	1.24
12.	Eventos relacionados con recursos humanos (por ejemplo, pérdida de talento/habilidades, enfermedades, incidentes de salud y seguridad).	2.52	1.23
13.	Nuevas leyes, normas o reglamentos (por ejemplo, nuevos tipos arancelarios).	2.5	1.27
32.	Actos criminales (robos/sabotaje).	2.5	1.43
28.	Gran número de fuentes de suministro sin confiabilidad.	2.43	1.22
29.	Uno o pocos proveedores de suministros.	2.43	1.24
14.	Incidentes medioambientales (por ejemplo, contaminación, gestión de residuos).	2.39	1.21
30.	Huelgas de empleados.	2.36	1.29
15.	Falta de crédito, insolvencia en la cadena de suministro.	2.35	1.31
16.	Eventos legales, regulatorios, laborales, financieros y burocráticos.	2.34	1.23
17.	Desastres naturales (por ejemplo, terremotos, inundaciones, vientos fuertes, incendios, huracanes, tsunamis).	2.31	1.3
31.	Baja transparencia entre los socios.	2.3	1.2
18.	Inestabilidad política, matanzas en masa, guerra, disturbios civiles u otras crisis sociopolíticas, crisis económicas.	2.29	1.26
19.	Incidentes de ética empresarial (por ejemplo, derechos humanos, corrupción, violación de la propiedad intelectual).	2.27	1.18
20.	Volatilidad del tipo de cambio de divisas.	2.26	1.19
21.	Factores políticos y barreras administrativas para el establecimiento u operación de cadenas de suministro (por ejemplo, autorización de los gobiernos para la extracción de petróleo).	2.26	1.26
22.	Ataques terroristas internacionales.	2.08	1.3

Como puede verse en la Tabla 5, los valores asignados a los indicadores de la resiliencia distan poco entre sí, el más alto es de 3.64 y el más bajo 3.59. El coeficiente Alfa de Cronbach con el que se evaluó la confiabilidad del grupo de reactivos fue de 0.95.

TABLA 5.
Datos descriptivos de los indicadores de resiliencia de la cadena de suministro

No.	Indicadores	Media	Desv. Típica
1.	El flujo de materiales se restablece rápidamente.	3.64	1.31
2.	La empresa y sus proveedores no tardan mucho en recuperar el rendimiento operativo normal.	3.64	1.25
3.	La empresa y sus proveedores recuperan fácilmente su estado original.	3.60	1.29
4.	Las perturbaciones se solucionan rápidamente.	3.45	1.20
5.	La empresa y sus proveedores desarrollan conocimiento útil a partir de interrupciones.	3.65	1.28
6.	La empresa y sus proveedores cuentan con una estrategia de comunicación y movilización de recursos para hacer frente a las disrupciones.	3.68	1.27
7.	La estructura de la cadena de suministro (proveedores, clientes, almacenes, centros de distribución, clientes, tecnologías de información, coordinación) es adaptable para hacer frente a los cambios provocados por las interrupciones del suministro.	3.71	1.29
8.	La empresa hace frente a los cambios provocados por la interrupción de la cadena de suministro a través de tecnologías.	3.59	1.32

Con pocas diferencias con respecto al resto, las tres estrategias más utilizadas para enfrentar las interrupciones fueron: la gestión de inventarios; múltiples proveedores y localización; y gestión de la demanda (Tabla 6).

TABLA 6.
Datos descriptivos de las estrategias para enfrentar las interrupciones en la cadena de suministro

No.	Estrategias	Media	Desv. Típica	Coefficientes de correlación con la variable resiliencia.
1.	Gestión de inventarios y capacidad.	4.20	1.13	.570**
2.	Múltiples proveedores y localización.	4.02	1.26	.587**
3.	Gestión de vulnerabilidad.	3.69	1.25	.637**
4.	Reingeniería/rediseño.	3.70	1.31	.509**
5.	Relación colaborativa.	3.82	1.21	.568**
6.	Flexibilidad/capacidad dinámica.	3.86	1.16	.607**
7.	Cambio de ruta del envío (re-ruteo de embarques).	3.61	1.29	.565**
8.	Transferencia de pedidos a nuevos proveedores.	3.71	1.28	.637**
9.	Gestión de la demanda.	4.01	1.13	.560**
10.	Conocimiento de la situación/detección temprana.	3.87	1.09	.623**
11.	Agilidad (respuesta rápida).	3.91	1.20	.663**

** La correlación es significativa al nivel 0,01.

En la misma Tabla puede apreciarse que todas las estrategias mostraron una relación positiva significativa con la resiliencia. Por ello y dada la falta de identificación de reportes previos que proporcionarían elementos para la depuración de esas variables exploratorias, para someter a prueba la hipótesis se utilizó un método de regresión por pasos en el que el control de las variables que formaron parte de la ecuación de regresión quedó en manos de una regla de decisión basada en criterios estadísticos. Los criterios utilizados fueron el de significación y el de tolerancia que es el que utiliza el programa estadístico SPSS.

Se tuvieron once variables explicativas que son las estrategias que hipotéticamente, explican la variable respuesta llamada resiliencia. Se propuso un modelo de regresión lineal de la forma $\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_{12} X_{12} + \#$, en el que se denotan X_1, X_2, \dots, X_{11} , al conjunto de variables independientes y Y al promedio de las puntuaciones de los reactivos con los que se midió la resiliencia. Los parámetros del modelo son $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{12}$ y # es un error aleatorio que tiene una distribución normal con media cero y varianza $\sigma^2 > 0$. Para obtener las estimaciones de los parámetros se contó con n=129 observaciones independientes.

Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 7, en la que puede verse que en el tercer modelo tres estrategias explican el 53.8% de la varianza. Las estrategias son: agilidad, gestión de la vulnerabilidad y transferencia de pedidos a nuevos proveedores. Esta última contribuye muy poco a aumentar la varianza explicada.

TABLA 7.
Resumen del modelo de regresión lineal múltiple

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.663 ^a	.440	.436	.80365	
2	.717 ^b	.514	.506	.75161	
3	.734 ^c	.538	.527	.73558	1.811

a. Variables predictoras: (Constante), Agilidad (respuesta rápida).

b. Variables predictoras: (Constante), Agilidad (respuesta rápida), Gestión de vulnerabilidad

c. Variables predictoras: (Constante), Agilidad (respuesta rápida), Gestión de vulnerabilidad, Transferencia de pedidos a nuevos proveedores.

d. Variable dependiente: Resiliencia

Los datos de la robustez estadística del modelo de regresión se presentan en la Tabla 8. El tamaño del efecto del tercer modelo fue calculado mediante la aplicación Gpower en la que se propone que se consideren grandes a los valores mayores de 0.35, por lo que puede decirse que la magnitud de la relación entre las variables predictoras y la variable de resultado, que es lo que mide el tamaño del efecto, es grande. La potencia estadística fue de 1 por lo que se considera adecuada dado que supera el valor de .20 indicando así la probabilidad de rechazar correctamente una falsa hipótesis nula.

TABLA 8.
Datos del Modelo de regresión

		Coeficientes Tipificados β
Constante	.928***	
Agilidad (respuesta rápida).		.284**
Gestión de vulnerabilidad.		.309***
Transferencia de pedidos a nuevos proveedores.		.240*
F	48.585	
(Grados de libertad de regresión, residuo)	(3, 128)	
R ²	.538**	
p (del modelo)	.001	
Tamaño del efecto (f ²)	1.1645022	
Potencia estadística (1- β)	1	

Nota: ***. La correlación es significativa al nivel 0,001.

** . La correlación es significativa al nivel 0,01.

*. La correlación es significativa al nivel 0.05.

Los supuestos del modelo de regresión fueron probados. El supuesto de linealidad se evaluó a través de un diagrama de los residuos que resultaron del análisis de regresión. Los residuos se encontraron dispersos sin patrón evidente lo cual fue una indicación de linealidad. La suposición de independencia de error referida a que los residuos sean independientes entre sí y no estén autocorrelacionados fue probada mediante el estadístico Durbin-Watson que, al tomar el valor de 1.811, muy cercano al 2, indicó que la inexistencia de autocorrelación positiva en los residuos.

La homocedasticidad o igualdad de varianzas que requiere que la variación de los residuos sea uniforme en todo el rango de valores pronosticados se probó mediante el análisis del diagrama de dispersión de los pronósticos y de los residuos tipificados, en el cual se apreció una variación aproximadamente uniforme y no se encontró ninguna pauta de asociación. La estructura de la distribución de los residuales fue probada con las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks que mostraron que la estructura de los datos era aceptablemente normal. La multicolinealidad entre las variables predictoras también fue aceptable.

Los coeficientes de Pearson entre las variables explicativas fueron moderados (Tabla 2), no llegaron a rebasar 0.9, el valor máximo fue de .637, lo cual se reflejó en los factores inflacionarios de varianza (VIF) en los que el más alto fue de 2.628, lo cual es menor del nivel máximo de 5 recomendado por los especialistas. El cumplimiento de las condiciones indicó la validez del modelo en el que tres de las estrategias explican la resiliencia.

Una gran oportunidad de mejora en la gestión de la cadena de suministro de las empresas se identifica en cuatro de las fuentes de incertidumbre con mayor impacto negativo en las interrupciones de la cadena de suministro, ya que se encuentra bajo el control de las empresas analizadas o de sus proveedores: la variabilidad del tiempo de entrega; los problemas de calidad de los productos del proveedor; las fallas en maquinaria y tecnología de la información y el mal desempeño logístico de los proveedores.

En diversas fuentes de interrupción de la cadena de suministro las empresas que mayor impacto tienen en el desempeño operativo de las empresas, tanto estas como la cadena de suministro en su conjunto, tienen una limitada capacidad para evitar eventos disruptivos como en los casos de epidemias, retrasos en el despacho de aduanas, permisos e inspecciones en las fronteras, fallas de equipos (camiones, ferrocarriles, barcos, manipulación de carga portuaria y patios ferroviarios, limitaciones de abastecimiento (confiabilidad, energía – escasez de recursos naturales, capacidad insuficiente de los proveedores), por mencionar algunas ubicadas entre las 10 primeras calificadas por los respondientes. Por ello, la identificación y categorización de las fuentes de interrupción que mayor impacto tienen en el desempeño operativo de las empresas y las cadenas de suministro es un paso importante para su prevención atención.

Conclusiones

La gran diversificación de fuentes de interrupción de las cadenas de suministro que enfrentan las empresas contribuye a resaltar la importancia de que las empresas generen conocimiento sobre el riesgo de su ocurrencia y se preparen para enfrentarlas de manera que se minimice el costo de preparación versus el de los daños que podrían derivarse de ellas.

Los resultados indican que intensificación en la atención y aplicación de recursos organizacionales a las estrategias de agilidad, gestión de la vulnerabilidad y la transferencia de pedidos a nuevos proveedores, redundaría en la prevención y enfrentamiento eficaz de las interrupciones, ya que fueron las tres estrategias que revelaron capacidad para explicar la resiliencia de la cadena de suministro de las empresas. También sugieren que: la identificación, categorización y valoración del impacto adverso y de las probabilidades de ocurrencia de los eventos disruptivos a las que las cadenas de suministro se encuentran más expuestas; el continuo monitoreo del contexto; la compartición de información y la implementación conjunta de planes de contingencia con los socios de la cadena de suministro para prevenir o mitigar sus efectos adverso; y el aprendizaje de las situaciones enfrentadas, son recursos capaces de mitigar los impactos negativos de las fuentes de interrupciones.

Dado que el trabajo que se reporta excluye el análisis de las interacciones entre las diversas fuentes de interrupción y el pequeño tamaño de la muestra y su carácter de conveniencia los resultados, aunque arrojan luz sobre el tema, deben tomarse con cautela.

Referencias

- [1] Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistic Management*, 15(2), 1–13. <https://doi.org/10.1108/09600030510599904>
- [2] Um, J., & Han, N. (2021). Understanding the relationships between global supply chain risk and supply chain resilience: the role of mitigating strategies. *Supply Chain Management*, 26(2), 240–255. <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2020-0248>
- [3] Pettit, T. J. (2008). *Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework, an Assessment Tool and an Implementation Process*. Tesis de The Ohio State University. <https://www.researchgate.net/publication/235122959>
- [4] Simangunsong, E., Hendry, L. C., & Stevenson, M. (2012). Supply-chain uncertainty: A review and theoretical foundation for future research. *International Journal of Production Research*, 50 (16), 4493–4523. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.613864>
- [5] Katsaliaki, K., Galetsi, P., & Kumar, S. (2022). Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*, 319(1), 965–1002. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>
- [6] Anđelković, A., Barac, N., & Radosavljević, M. (2017). Analysis of Factors of Disruptions/Interruptions in Upstream Supply Chain and Their Influence on Vulnerability. *Teme*, 489. <https://doi.org/10.22190/teme1702489a>
- [7] Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 307–325.
- [8] Spiegler, V. L. M., Naim, M. M., & Wikner, J. (2012). A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience. *International Journal of Production Research*, 50(21), 6162–6187. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.710764>
- [9] Pires Ribeiro, J., & Barbosa-Povoa, A. (2018). Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches – A literature review. In *Computers and Industrial Engineering*, 115, 109–122). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.11.006>

- [10] Malladi, S.S., Erera, A.L. & White, C.C. Managing mobile production-inventory systems influenced by a modulation process. *Anna lof Operations Research*, 304, 299–330 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04193-y>
- [11] Ospina Patino, M.T., De Almedia, G.P., & Paseto, L.A. (2014). The shared services centers of the multinational companies: localization and cultural challenges.. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, 4(3), 3-14.
- [12] A., Sh., o., Shirinov. (2021). Experience of Localizing Value Chains in the Automotive Industry. *Economics and Management. Gestión de la Organización*, 27 (2), 117–131. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-2-117-131>
- [13] Hamed, Jahani., & Hadi, Gholizadeh. (2021). A flexible closed loop supply chain design considering multi-stage manufacturing and queuing based inventory optimization. *Advances in Control and Optimization of Dynamical Systems, IFAC PapersOnLine*. 55(10), 1325-1330. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.574>
- [14] Kuleshova, E., Levi, A., & Esedulaev, R. (2018). Reengineering of supply chain management integrated scheduling processes. *MATEC Web of Conferences* 193. *ESCI 2018*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819300001>
- [15] Susanto, E., Othman, N., Tjaja, A., Rahayu, S., Siri, G., & Adi, S. (2023). The Impact of Collaborative Networks on Supply Chain Performance: A Case Study of Fresh Vegetable Commodities in Indonesia. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 9(1), 79-99. <https://doi.org/10.18196/agraris.v9i1.134>
- [16] Liao, Y. (2020). An integrative framework of supply chain flexibility. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(6), 1321-1342. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2019-0359>
- [17] Jain, N., Girotra, K., & Netessine, S. (2022). Recovering Global Supply Chains from Sourcing Interruptions: The Role of Sourcing Strategy. *Manufacturing & Service Operations Management*, 24 (2), 846-863. <https://doi.org/10.1287/msom.2021.0967>
- [18] Prater, E., Biehl, M., & Smith, M.A. (2001). International supply chain agility: tradeoffs between flexibility and uncertainty. *International Journal of Operations and Production Management*, 21 (5–6), 823–839. <https://doi.org/10.1080/01443570110390507>
- [19] Brandon-Jones, E., Squire, B., Autry, C. W., & Petersen, K. J. (2014). A contingent resource-based perspective of supply chain resilience of supply chain resilience and robustness. *Journal of Supply Chain Management*. 50(3), 55-73.
- [20] Zamboni Alvarenga, M., Valadares De Oliveira, M. P., Zanquetto Filho, H., Desouza, K. C., & Santos Ceryno, P. (2021). Is your Supply Chain Ready for the Next Disruption? Building Resilient Chains. *Journal of Business Management*, 62(1), 1–17. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020220106>
- [21] Munikhah, I. A. T., & Ramdhani, A. Y. (2022). Capability Factor Identification and Influence Assessment on Supply Chain Resilience in Indonesian Automotive Industry. *Jurnal Teknik Industri*, 24(1). <https://doi.org/10.9744/jti.24.1.73-82>



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94481870003>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Carmen Estela Carlos-Ornelas, Luis Arturo Montañez-Carlos,
Lourdes Evelin Apodaca-Del Ángel, Daniel Castillo-Corral,
Martha Patricia Rodríguez-González, Sasi Herrera-Estrada,
Silvia Isabel Campos-Viscencio

**Estrategias para enfrentar las Interrupciones en las
Cadenas de Suministro de Empresas Manufactureras de
Aguascalientes**

**Strategies to Cope Disruptions in the Supply Chains of
Manufacturing Companies in Aguascalientes**

Conciencia Tecnológica

núm. 67-B, p. 21 - 31, 2024

Instituto Tecnológico de Aguascalientes,

ISSN: 1405-5597