



Facultad de Ciencias Humanas y Sociales
Grado en Relaciones Internacionales

Trabajo Fin de Grado

Diversificación y digitalización de las redes de suministro

Revisión tras la crisis del COVID-19

Estudiante: Clara Palacios García

Director: Laura Fernández Méndez

Madrid, junio de 2020

Resumen

La crisis del COVID-19 ha afectado gravemente a un sistema internacional de abastecimiento muy fragmentado y vulnerable a disrupciones. En los últimos meses, se ha demostrado la importancia de disponer de cadenas de suministro resilientes, capaces de responder a imprevistos en un entorno cada vez más inestable. La sostenibilidad de la empresa depende en gran medida de la gestión de las capacidades de la cadena de valor, ya que se trata de un elemento imprescindible para ganar ventaja competitiva en el mercado. Este trabajo defiende la urgencia de abordar una reforma de las cadenas de suministro globalizadas y propone un modelo de análisis, apostando por las estrategias de diversificación y digitalización de las redes de suministro, que crecen en complejidad. El objetivo del análisis es estudiar el grado de independencia del sistema internacional que tiene cada país, que constituye uno de los principales factores determinantes del riesgo de la base de proveedores. De esta manera, se facilita elaborar una red de suministro resiliente, poco expuesta a disrupciones externas. Se desarrolla también una revisión de bibliografía relevante y se destaca la importancia de tener en cuenta consideraciones como la flexibilidad y la redundancia para reducir el riesgo al que están expuestos los elementos de la red. Pretende servir como herramienta práctica, aportando una solución rápida y eficaz para comenzar una revisión de la base de proveedores.

Abstract

The COVID-19 crisis harmed a very fragmented international supply system and exposed its vulnerability to disruptions. In recent months, the importance of having resilient supply chains, capable of responding to unforeseen events in an increasingly unstable environment, has been demonstrated. The sustainability of the company depends to a great extent on the management of the capabilities of the value chain since it is an essential element to gain a competitive advantage in the market. This work defends the urgency of undertaking a reform of globalized supply chains and proposes an analysis model, betting on the strategies of diversification and digitization of supply networks, which grow in complexity. The goal of the analysis is to study the degree of independence from the international system of all countries, which constitutes one of the main factors determining the risk of the supplier base. In this way, it is facilitated to develop a resilient supply network, less exposed to external disruptions. A review of the relevant bibliography states the importance of considering features such as flexibility and redundancy to reduce the risk to which the elements of the network are exposed. It is intended to serve as a practical tool, providing a quick and effective solution to begin a review of the supplier base.

Índice

1. Finalidad y motivos.....	1
2. Estado de la cuestión y marco teórico.....	5
3. Objetivos.....	19
4. Metodología.....	21
5. Análisis.....	27
6. Resultados.....	31
7. Conclusiones.....	34
8. Bibliografía.....	36
Anexo.....	41

1. Finalidad y motivos.

Las consecuencias económicas de la pandemia mundial del COVID-19, que ha paralizado la actividad comercial desde principios de 2020, han dejado al descubierto la vulnerabilidad del modelo de cadenas de suministro globalizadas. Hasta un 86% de las empresas encuestadas por el ISM (2020) en abril, han sufrido importantes disrupciones en su cadena de suministro debido a falta de materiales, retrasos, disminución de capacidad por falta de personal o interrupciones del transporte. La emergencia sanitaria ha provocado que no puedan abastecer a sus clientes, debido, primero, a la reducción de la producción en países asiáticos, y luego, a las restricciones en el tráfico internacional.

Se han dado circunstancias, como la falta de liquidez en muchas empresas, que han agravado la situación, pero el objetivo de este trabajo es analizar la crisis de suministro que ha tenido lugar en los últimos meses para proponer un cambio en el modelo. Habría sido complicado prever una crisis de estas características, pero la magnitud del impacto en el comercio mundial podría haberse amortiguado estableciendo un modelo de producción más diversificado y menos dependiente de proveedores únicos.

Muchos productos están fuera de catálogo, los precios fluctúan rápidamente, y resulta difícil para las empresas gestionar la distribución de sus artículos debido a las restricciones impuestas en fronteras y la descoordinación con servicios de transporte, habitualmente subcontratados. La fuerte interdependencia entre la red de proveedores de diferentes países ha quedado patente durante esta crisis, y, también, cómo un fallo localizado puede paralizar el sistema. Es de vital importancia corregir las debilidades que presentan las cadenas de valor globalizadas y mejorar su operatividad.

Durante mucho tiempo se ha subestimado el impacto que pueden tener este tipo de acontecimientos en la economía global, que, tras sucesivas crisis en los últimos años, ha demostrado estar expuesta a un gran riesgo en este sentido. La emergencia nuclear de Fukushima en 2011, el tifón Haiyan de Filipinas en 2013, o el terremoto de Chile en 2015, son algunos ejemplos de emergencias locales que alteran temporalmente el tráfico comercial mundial, con consecuencias económicas devastadoras. Estas experiencias deberían haber impulsado ya una reforma del sistema, que prioriza la reducción de costes mediante la concentración de proveedores y la externalización de la producción en países de ingreso bajo, a costa de asumir más riesgo.

Mientras muchas empresas han centrado su estrategia competitiva en la optimización de costes y los gobiernos han facilitado la externalización de la producción, algunos países asiáticos, y especialmente China, han monopolizado la producción de bajo coste a nivel mundial. La concentración de la producción incrementa el riesgo de la cadena de suministro y otorga poder a los proveedores. Por consiguiente, el diseño actual de la estructura comercial internacional amplifica el impacto de las disrupciones locales.

Ante esta situación, las empresas no tienen el suficiente control sobre sus cadenas de producción y dependen de agentes externos, principalmente de sus proveedores. Estos dependen a su vez de sus propias relaciones comerciales, lo que incrementa la diversidad de actores que intervienen en la red de suministro de cualquier artículo hoy en día. Confiar en una estructura anárquica, compuesta por cada vez más agentes autónomos, significa que las potenciales disrupciones son difíciles de predecir. Además, depender de proveedores únicos, provoca que las consecuencias de cualquier imprevisto paralicen la estructura comercial. En estas circunstancias, es complicado coordinar las operaciones y responder eficazmente a contratiempos.

Un estudio de Reuters hecho hace unos meses (Reuters & BlueYonder, 2020) concluyó que un 40% de las empresas de *retail* encuestadas no tienen visibilidad completa sobre su primera capa de proveedores, por lo que esta crisis está afectando gravemente a su actividad, al no poder hacer un seguimiento exhaustivo de sus pedidos. Un 83% de los participantes indicaron que compartir datos para disponer de información centralizada y actualizada permitiría gestionar esta situación. Sin embargo, no existe colaboración para construir sistemas de información unificados, porque las empresas consideran que su sistema de operaciones forma parte de su ventaja competitiva. De esta manera, es muy complicado gestionar el bloqueo comercial globalizado que está teniendo lugar.

Una de las consecuencias más graves de la fragilidad de la red comercial y de abastecimiento global es la falta de material médico que están sufriendo los sistemas sanitarios de muchos países. Algunos gobiernos han reaccionado produciendo nacionalmente productos básicos para hacer frente a la escasez, pero esta es una medida de emergencia, que aumenta el coste de los productos de primera necesidad y, además, limita la capacidad de producción a los recursos nacionales. Es necesario disponer de la estructura de producción globalizada desarrollada en las últimas décadas para poder satisfacer la demanda de bienes de consumo básicos a un precio asequible. Sin embargo, se ha demostrado el riesgo que provoca la dependencia global de China.

El rol fundamental de China en industrias de bienes de consumo, tecnología, electrónica, o maquinaria, entre otras, ha hecho que el impacto de su paralización se sienta en todos los sectores. Pero también otros, como energía, agricultura o las farmacéuticas, se han visto muy afectados por la crisis, lo que ha provocado el surgimiento de un sentimiento nacionalista para situar la producción en los países consumidores.

Sin embargo, la estrategia más efectiva para disminuir el riesgo de interrupciones en redes complejas es la diversificación de proveedores, y ya se habla de países como Vietnam, India, Turquía o incluso Brasil para reconfigurar la estructura que estaba concentrada en China y diversificar la producción. A finales del año pasado, muchas empresas estaban ya transformando sus cadenas de suministro para disminuir su dependencia de proveedores chinos, debido a la guerra comercial que estaba lidiando con Estados Unidos.

Incluso meses antes, Google ya estaba trasladando su producción fuera de China (Wu & Bergen, 2019). Compañías como Apple (Neely, 2020) o Asics (Nakafuji, 2020) supieron responder rápidamente a las circunstancias, y, para cuando comenzó la crisis del COVID-19, se encontraban fortalecidas; si bien no lo suficiente como para evitar contratiempos.

Además de la necesidad de diversificación de proveedores, la crisis ha reflejado también la dificultad que implica hacer proyecciones de ventas y ajustar la producción para gestionar el stock, debido a la volatilidad de la demanda. Los consumidores podrían aumentar las ventas por tener mucho tiempo libre durante el confinamiento, o reducir su gasto por miedo al futuro y aumentar sus ahorros. No está claro qué tendencia será la predominante, y esto pone a muchas empresas en una situación muy comprometida. Necesitan tener una cadena de producción y suministro flexible para poder ajustarse a los cambios tanto las condiciones de producción como en la demanda.

Por otra parte, la complejidad de las cadenas de suministro hace que solo puedan gestionarse eficazmente por medios digitales. Sin embargo, la digitalización de las cadenas de producción está siendo lenta, por lo que la coordinación resulta complicada. La gestión de riesgos no se percibe como algo prioritario, y, de hecho, solo el 66% de las empresas encuestadas por el ISM dispone de protocolos básicos de prevención (ISM, 2020), pero es precisamente en estas circunstancias cuando se evidencia la necesidad de tenerlo en cuenta para evitar pérdidas. Se da la paradoja de que, centrándose en la optimización de costes, las empresas terminan por aumentarlos, al no tener en cuenta los efectos negativos que tienen las interrupciones a nivel financiero.

Fortalecer la cadena de suministro supone una ventaja competitiva en este sentido, porque permite hacer previsiones más acertadas y optimizar los recursos. Además, es de vital importancia que se promueva la agilidad de la estructura y el alineamiento con la estrategia global de la empresa. Las empresas deben diseñar su base de proveedores de tal forma que aumenten la flexibilidad y resiliencia de sus redes de suministro.

La importancia de potenciar la resiliencia en la cadena de suministro reside, tanto en el papel fundamental que esta ejerce a nivel estratégico para la empresa, como en el aumento de los factores en riesgo del sistema y la frecuencia de las crisis de oferta durante las últimas décadas. El impacto de crisis como la actual sería menor y más manejable con una estructura más flexible, transparente y coordinada.

Este trabajo propone la diversificación de las cadenas de suministro y su digitalización como estrategias clave para optimizar su gestión haciéndolas más flexibles, y, de esta manera, responder a la crisis actual y fortalecer la estructura global frente a futuros acontecimientos. Una cadena de abastecimiento eficiente supone una ventaja competitiva muy importante, por lo que aquellas compañías que consigan responder adecuadamente a las circunstancias actuales estarán invirtiendo en su supervivencia en el mercado. Con esta idea, se ofrece un modelo de análisis de riesgo para orientar el diseño de cadenas de suministro resilientes.

Uno de los principales factores de riesgo para cualquier proveedor es el país en el que realiza sus operaciones, que pueden sufrir interrupciones. La interdependencia del sistema internacional ha aumentado el riesgo al que están expuestos todos los países, cada vez más interconectados por la globalización. Este trabajo propone priorizar los proveedores que operen en países poco dependientes del sistema internacional a la hora de revisar la estructura de una red de suministro. El modelo propuesto utiliza el índice riesgo-país elaborado por The Economist – de libre acceso – para establecer el grupo de países más independientes del sistema internacional, que ofrecerán las mejores condiciones para configurar una cadena de suministro.

A partir de esta lista de países, cada empresa debe tener en cuenta sus condiciones particulares en cuanto a estructura de costes y de clientes para adaptar su base de proveedores. El modelo propuesto pretende servir de orientación general para realizar una reconfiguración de las redes de suministro ante la situación actual de crisis, que deben incorporar la diversificación y digitalización para maximizar su resiliencia.

2. Estado de la cuestión y marco teórico.

Arnold Kling (2013) propone la teoría de Patrones de Especialización y Comercio Sostenible, que revisa el sistema comercial internacional y concluye que se trata de una estructura flexible que continuamente se ajusta para alcanzar un equilibrio dinámico. Frente teorías macroeconómicas tradicionales, sugiere que la innovación amplía constantemente los recursos disponibles, y constituye un factor decisivo que provoca cambios estructurales constantes. Se establecen nuevos patrones de especialización y comercio debido a la continua reconfiguración de recursos clave, como la mano de obra, la tecnología o propiedad intelectual.

La interdependencia entre países hace que la teoría clásica no pueda explicar muchos fenómenos, porque, al vincularse, las economías nacionales pasan a ser parte de un sistema dinámico en el que cualquier cambio alrededor del mundo afecta al conjunto. Debido a constantes disrupciones, ya sea por innovación o shocks, la reconfiguración del sistema internacional se da tan rápido que debe ser algo flexible. En un sistema que evoluciona constantemente, las empresas deben adaptarse a esta realidad dinámica desarrollando estrategias que potencien su versatilidad.

Teece (1997) entiende la empresa como una entidad dedicada a procesar conocimiento, desarrollando capacidades y explotándolas para alinearse con las necesidades del mercado. Kling (2013) añade que toda empresa debe responder al sistema internacional, incluso si desarrolla su actividad de forma local, porque las tendencias macroeconómicas determinan la evolución de las economías nacionales. La empresa es un agente económico que integra, construye y reconfigura sus capacidades para generar ventaja competitiva, y debe incorporar un elemento de flexibilidad, buscando el equilibrio dinámico que caracteriza al sistema internacional según Kling (2013).

La estrategia corporativa pretende utilizar las capacidades y recursos disponibles para crear valor, intentando responder a las circunstancias lo mejor posible. Porter define el valor como la ventaja que la empresa crea para el cliente, ya sea por ofrecer una mejor calidad o un coste menor (Porter, *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors*, 1980). La orientación al cliente maximiza el valor que obtiene el consumidor final al mismo tiempo que optimiza los costes para la empresa. De esta manera, además de ganarse la confianza y lealtad del cliente, se fortalece la empresa y se garantiza la estabilidad de las ventas.

La gestión estratégica intenta diferenciar la empresa de sus competidores, crear una ventaja competitiva sostenida para establecerse en el mercado. La cadena de valor es determinante para el éxito de la compañía en este sentido, ya que se trata de una herramienta estratégica para responder al mercado y crear capacidades de las que se deriva ventaja competitiva. Li & Nathan (2006) demostraron que el control de la cadena de suministro está directamente relacionado con la mejora del rendimiento de la empresa y su liderazgo en el mercado. Un diseño eficiente favorece que surjan sinergias entre diferentes elementos del sistema, y optimiza las operaciones. Barney (2012) defiende, además, que una gestión acertada garantiza que la ventaja competitiva sea sostenible, lo que incrementa el poder de la empresa en su industria.

La cadena de suministro se refiere a todo movimiento y almacenamiento de materiales que resultan en el producto terminado que consume el cliente (Bruce & Daly, 2004). La importancia de la cadena de valor reside en que integra todos los elementos que permiten a la empresa responder a las demandas del cliente final, además de diferenciarse de sus competidores. Las relaciones con proveedores y con consumidores son cruciales en este sentido, y el diseño del sistema determina en gran medida el desarrollo de capacidades diferenciadoras e inimitables, que constituyan ventaja competitiva.

Fine (1998) demostró que la supervivencia de las empresas en un entorno globalizado no se trata de la competencia entre organizaciones, sino entre las cadenas de valor que son capaces de consolidar. Por esta razón, son muchas las empresas que han centrado su estrategia en la optimización de su cadena de valor en los últimos años. Pretenden obtener ventaja competitiva centrándose en la gestión del inventario, producción, transporte y logística (Kristianto, Gunasekaran, Helo, & Hao, 2014) y desarrollando estrategias para promover la resiliencia de la cadena de valor ante todo tipo de interrupciones (Ivanov, Sokolov, Solovyeva, Dolgui, & Jie, 2015). Grandes compañías como Inditex, Toyota o McDonald's han demostrado que la optimización de la cadena de valor es clave para obtener un liderazgo sostenido en sus sectores (Vaghefi, 2001).

Deloitte (2014) realizó una encuesta en 2014 y concluyó que aquellas empresas con cadenas de valor más sólidas obtienen un crecimiento mayor que la media de sus industrias – un 80% del total. En este mismo estudio se comprobó que los factores más importantes a la hora de promover la eficiencia son la innovación, la coordinación y la gestión del talento.

Pero es complicado garantizar esta eficiencia y robustez de la estructura, ya que las cadenas de valor están incrementando su complejidad en el entorno de economía globalizada, en la que las tendencias aparecen y desaparecen rápidamente (Christopher & Peck, 2004). Más aún cuando crisis internacionales como la del COVID-19 son cada vez más frecuentes y tienen repercusiones a nivel global. La complejidad se ha incrementado tanto que podemos hablar de redes de suministro, en lugar de cadenas.

La red de suministro es la red de compañías integradas verticalmente a la compañía focal en el sistema de valor (Porter, 1985). Muchas de ellas no tienen contacto con la focal, y esto puede suponer un problema para el control del sistema, y (Choi et al., 2001) estudiaron los sistemas como complejos y adaptativos: consideran que la estructura surge por sí misma, sin que ninguna empresa sea responsable completamente de ella, esta espontaneidad crea riesgos. Al aumentar la diferenciación entre proveedores, aumenta también el gasto y los recursos necesarios para gestionarlo. El compromiso de los proveedores se incrementa cuando tienen poco poder, y tienden a aumentar la innovación.

La gestión de las cadenas de suministro es cada vez más compleja, debido a la globalización de los recursos, la volatilidad de la demanda, la rápida sustitución tecnológica y el aumento del consumo, que acorta el ciclo de vida de los productos. Han pasado de ser locales e integrales a globales y modulares (Laville, 2006), lo que dificulta su gestión integral. Esto ha llevado al incremento en la competencia, que cada vez depende más de la cadena de valor para diferenciarse y crear ventaja competitiva.

Esta situación ha provocado que las disrupciones sean cada vez más comunes y diversas, ya que la cadena de valor depende de gran cantidad de influencias tanto externas como internas, y las empresas no han desarrollado estrategias de respuesta a este tipo de riesgos. Las crisis localizadas tienen repercusiones a nivel global, debido a la interconectividad de la cadena de producción actual.

Una disrupción es un evento inesperado e impredecible que supone una alteración en el flujo normal de materiales en una cadena de valor, lo cual dificulta el control financiero y logístico del sistema (Svensson, 2000). La interrupción de la actividad normal de una empresa puede suponerle grandes pérdidas, tanto por el aumento de costes imprevistos como de clientes insatisfechos, que repercute en las perspectivas de la empresa. Cada vez se dan con más frecuencia eventos inesperados que tienen graves repercusiones en el sistema internacional, y suponen complicaciones a nivel comercial.

Craighead et al. (2007) consideran que las interrupciones son inevitables y que el riesgo es inherente a cualquier diseño de cadena de suministro. Estudian además el impacto de diferentes interrupciones según su severidad, que definen como el número de nodos afectados dentro de la estructura. Relacionan la magnitud del impacto con el diseño de la estructura, que influye en la capacidad de responder ante imprevistos.

El diseño se define según el número de nodos dentro de la estructura, su distribución y la interrelación entre ellos. De todos estos elementos depende la producción de valor para el cliente y la solidez del sistema, que se define por las características de densidad, complejidad y criticidad, según Craighead et al. (2007).

La densidad se refiere al número de agentes involucrados en la cadena de suministro y su proximidad, determinante para la gestión del riesgo inherente a la estructura. Cuantos más sean los proveedores de componentes para un mismo producto, más probable es que tenga lugar un fallo de producción o logístico. En caso de que la estructura no cuente con alternativas para este tipo de contratiempos, sería imposible el ensamblaje del producto y su comercialización.

En cuanto a la complejidad de la red, Choi & Krause (2006) la definen como el número de nodos y el flujo de materiales entre ellos, las transacciones dentro de la estructura y su relación con otras. Entienden la complejidad de la base desde tres dimensiones: el número de proveedores, el grado de diferenciación, el nivel de interrelación entre ellos, haciendo referencia también al modelo NK de Kauffman (1993).

El número de nodos implicados en la red es la dimensión que más repercusión tiene en la complejidad del sistema. Cuanto mayor sea el número de traslados de materiales dentro de la red, más complicada resulta la coordinación de las operaciones. Por esta razón, es necesario centralizar el control para poder resolver incidencias en la actividad normal de la cadena de valor.

Aunque el aumento de la complejidad puede suponer una reducción en los costes de las operaciones, habitualmente resulta también en mayor riesgo de interrupciones al no tener la empresa una relación cercana con los proveedores. Además, la complejidad incrementa el riesgo al que está expuesta la estructura y dificulta responder eficazmente, porque el impacto de cualquier interrupción afectaría rápidamente al conjunto debido a la interdependencia entre los nodos.

La tercera dimensión que incrementa la severidad de las interrupciones es la criticidad de la estructura. Es decir, cuando la relevancia de cada nodo en la estructura es similar, el poder está uniformemente distribuido y el sistema diversifica mejor el riesgo, mientras que la dependencia de ciertos elementos pone en riesgo la red de suministro en su conjunto en caso de que se den interrupciones en nodos críticos. Por ejemplo, si la distribución del producto depende de un solo almacén en concreto, su criticidad es muy alta, ya que cualquier fallo imprevisto paralizaría el sistema y provocaría grandes pérdidas. También si la producción dependiese de una sola fábrica o de proveedores concretos para ciertas piezas.

Vachon & Klassen (2002) señalaron que la complejidad de la cadena de valor es el elemento que más afecta a la efectividad. Las tendencias comerciales de las últimas décadas han promovido la densidad, complejidad y criticidad de las redes de suministro globales, haciendo el sistema más vulnerable a shocks tanto internos como externos. Con el objetivo de optimizar los costes de producción, las empresas han recurrido a la externalización de procesos clave, perdiendo control sobre su cadena de valor.

Una de las estrategias más habituales para promover las economías de escala es la reducción de base de abastecimiento, que consiste en concentrar la actividad en nodos concretos de la red para aumentar el control de la empresa (Ogden, 2006). La base de abastecimiento es el conjunto de la red de suministro que es gestionada directamente por la compañía “focal” mediante contratos e intercambios comerciales. Sin embargo, al consolidar el gasto de la empresa, también se aumenta el poder que tiene cada uno de estos proveedores, y la criticidad de la red. Por lo tanto, la estrategia debería tener en cuenta la gestión de riesgos, no solo criterios de costes.

Además, muchas empresas han externalizado su producción a países en desarrollo, que están acumulando la producción y distribución mundiales, aumentando el riesgo de que una crisis localizada bloquee el flujo de mercancías hacia los mercados consumidores. En general, cuanto más se decida externalizar, más aumenta la dependencia de agentes externos (Dobler & Burt, 1996). La tendencia al aprovisionamiento global, que implica coordinar e integrar procesos, materiales, tecnologías y socios clave internacionalmente, dificulta un control exhaustivo de los procesos. No se trata solo de realizar compras, sino de llevar a cabo diferentes procesos de la cadena de valor en países alrededor del mundo (Trent & Monczka, 2005). Implicar a actores globales, aunque aumenta las oportunidades de la empresa, incrementa la complejidad de su red de suministro.

El mayor exponente de esta tendencia es la estrategia *just-in-time* (Kootanaee, 2013), que permite optimizar los costes, pero es muy sensible a cualquier retraso o pérdida de materiales, que pueden desestabilizar todo el proceso. Debido al aumento de la competencia en mercados globales, las empresas necesitan sistemas de producción muy eficientes. Las grandes multinacionales han basado su modelo de negocio en mejorar la eficiencia de su cadena de suministro, y apostar por esta estrategia para competir en precio, reduciendo sus costes enormemente gracias al volumen de recursos que controlan.

Sin embargo, al poseer muy pocas existencias en stock, cualquier disrupción puede tener un efecto rápido en toda la cadena de valor, por lo que las empresas dependen enormemente de sus proveedores. Durante décadas ha proporcionado grandes beneficios, pero el aumento de sucesos imprevistos en los últimos años ha dejado a la vista la vulnerabilidad de muchas cadenas de valor.

La centralización de recursos también ha favorecido la formación de clústeres en determinadas localidades. Se trata de concentraciones de empresas pertenecientes a la misma industria que establecen relaciones entre ellas para mejorar su competitividad. Algunos ejemplos serían Hollywood, máximo exponente de la industria del entretenimiento, Silicon Valley, que concentra empresas dedicadas a negocios digitales, o Wall Street, donde encontramos más compañías financieras que en ningún otro lugar del mundo. Wu & Yue (2006) estudiaron la ventaja competitiva que ofrece China, por ser el mayor clúster industrial del mundo de las últimas décadas.

Porter (1999) estudió las ventajas que supone esta situación para las empresas. La primera es la accesibilidad inmediata a todos los recursos necesarios para realizar su actividad, reduciendo la incertidumbre y mejorando las relaciones con socios clave. La productividad aumenta por la disponibilidad de recursos compartidos, que generan sinergias y reducen los costes de la actividad. Supone ventajas en cuanto a eficiencia y flexibilidad, porque se crean relaciones informales entre los diferentes actores de la cadena de valor. Se fortalecen las relaciones con proveedores, mejorando la comunicación y el control sobre la cadena de suministro, facilitando la colaboración.

El factor más importante en un clúster es que se acumula conocimiento especializado de la industria, lo que favorece la competitividad de las empresas y el surgimiento de mano de obra experta. Esto resulta especialmente interesante en industrias que dependan de la tecnología y el conocimiento evolucione rápidamente.

Los clústeres acogen a proveedores, distribuidores, productores, y todo tipo de servicios complementarios. Habitualmente surgen asociaciones, *think tanks* y Universidades, y suelen contar con el apoyo institucional. Estas condiciones reducen las barreras de entrada y aumentan la competencia, lo que promueve la innovación en el sector.

Por lo tanto, la concentración en clústeres constituye una ventaja estratégica en sectores estables. Sin embargo, en entornos inestables, se trata de un modelo arriesgado, porque aumenta la densidad y criticidad de la red – cualquier imprevisto local afectaría a muchos elementos de la cadena de valor. La exposición al riesgo de la cadena de suministro se incrementa al concentrar los recursos y actores que intervienen en la cadena de valor.

La densidad de las cadenas de suministro ha aumentado enormemente en los últimos años, por el incremento del número de actores y de su proximidad (Falasca, Zobel, & Cook, 2008). Además, ha crecido la complejidad del diseño, que involucra a empresas de diferentes países, lo que dificulta la coordinación de las operaciones. Un aumento en la densidad y complejidad estructural de la cadena de suministro incrementa su vulnerabilidad a alteraciones puntuales, que se ven amplificadas por la interdependencia del sistema global (Bode & Wagner, 2015).

Peck (2006) define la vulnerabilidad como la exposición de la cadena de valor a perturbaciones serias. Según Elleuch et al. (2016), la vulnerabilidad se refiere al grado de fragilidad del sistema de producción y distribución. Se refiere a la capacidad para prepararse ante amenazas tanto externas o internas y prevenir sus consecuencias. La vulnerabilidad contiene tres características: la predisposición al riesgo, elasticidad ante el evento y la fragilidad (Gondard-Delcroix & Rousseau, 2004). Por lo tanto, las empresas deben analizar la exposición de sus cadenas de suministro al riesgo.

ISO/IEC (2002) define el riesgo como la combinación de la probabilidad de un suceso y su impacto. La vulnerabilidad crece según lo hace el impacto y las posibilidades del evento. Petit (2009) lo define como la combinación del estado del sistema y su sensibilidad a amenazas que podrían tener un impacto negativo. Por lo tanto, el riesgo combina tres elementos: amenazas, vulnerabilidad del sistema a ellas, y su impacto. Zsidisin y Ritchie (2008) añaden que los riesgos resultan en la incapacidad de cumplir con las expectativas de la demanda. Los riesgos aumentan cada día al crecer la inestabilidad internacional, la competencia y la complejidad de la logística global, los clientes demandan respuestas más rápidas y más opciones a bajo coste.

El riesgo se presenta como un concepto dinámico, que depende de un contexto cambiante, que evoluciona diariamente. Las empresas deben adoptar las estrategias necesarias para identificar, analizar riesgos y su vulnerabilidad ante ellos, para desarrollar las herramientas que promuevan la resiliencia en sus redes de suministro, construyendo capacidades y fortalezas.

Gallopins (2006) considera la resiliencia como la capacidad de respuesta del sistema ante interrupciones para sobreponerse a vulnerabilidades. Hollnagel (2011) señala cuatro componentes de la resiliencia: conocer cómo se producen las interrupciones, anticiparse a ellas, prevenirlas, y responder ante ellas. Pettit (2010) estudió que la resiliencia aumenta cuando lo hacen las capacidades de la empresa y se superan las vulnerabilidades.

Aplicándolo a la cadena de valor, la resiliencia es la habilidad para regresar a un estado estable después de una interrupción (Laville, 2006). Por lo tanto, es una característica que garantiza la continuidad del sistema, y debe enfocarse desde un punto de vista proactivo. En mercados competitivos, la resiliencia supone una oportunidad de liderazgo, que permite responder rápidamente a interrupciones y adquirir cuota de mercado, por lo que debe ser visto también desde el punto de vista estratégico.

Típicamente, se relaciona con la flexibilidad del sistema y su redundancia (Sheffi, 2005). La redundancia se refiere a un diseño que permita disponer de múltiples socios para una misma función en la cadena de valor, de forma que en caso de que se produzcan contratiempos, no se detenga la actividad. Implica un aumento en los costes fijos, pero garantiza que la empresa pueda realizar sus funciones al contar con diferentes proveedores, distribuidores, almacenes, etc. Esto permite a la estructura ser flexible a la hora de responder a interrupciones, construyendo capacidades para detectar amenazas y mantener su ventaja competitiva (McManus, Seville, Vargo, & Brunson, 2008).

Diseñar un sistema resiliente es indispensable para garantizar un buen servicio al consumidor, anticipándose a riesgos y previniendo fallos internos (Woods, Hollnagel, & Levenson, 2006). Por lo tanto, la mejor forma de garantizar la seguridad de la cadena de valor es promover la adaptabilidad de la estructura, ya que, variando la producción la demanda la demanda real, se favorece la disminución de costes y la satisfacción del consumidor al mismo tiempo. La flexibilidad permite responder a interrupciones en la red y a cambios en la demanda, incrementando la competitividad de la empresa.

Se habla también de la agilidad como una característica clave de un sistema competitivo (Marchese, 2014). Esto se refiere a facilitar el flujo de información lo más posible entre los actores que intervienen en la actividad de la empresa. De esta manera, se promueve el alineamiento de todos los agentes clave con capacidad de tomar decisiones a lo largo de la estructura. Gestionar el equilibrio entre la independencia de cada nodo de la cadena y su subordinación a la estrategia general del sistema debe ser prioritario.

Según Madhani (2019), la resiliencia, adaptabilidad y alineamiento son capacidades dinámicas que crean ventaja competitiva, al evolucionar según lo hace la demanda para adaptarse a cambios en la estructura del mercado y la economía. Poseer capacidades dinámicas es crucial para poder adaptar los recursos de la empresa a los requerimientos del entorno, y así mantener su posición en el mercado.

Un diseño óptimo de la red puede eliminar riesgos y vulnerabilidades, previniendo disrupciones y mejorando el control de los procesos. La estructura de flujos de material y productos debe ser flexible y eficaz para adaptarse a los cambios, y evolucionar con la actividad y la estrategia de la empresa. Debe tener la capacidad de introducir nuevos productos, mejorar su calidad, y responder a los problemas que pudiesen surgir a diario, especialmente debido a cambios en la demanda (Madhani, 2019).

El desarrollo de una buena gestión de la cadena necesita de puntos de control a lo largo de todas las operaciones, para introducir cambios y ajustes. De esta manera, se reduce el riesgo a la vez que los costes, ya que se optimiza la producción y distribución en la cadena de suministro, al mismo tiempo que se gana control sobre ella. Esto es fundamental, especialmente dada la inestabilidad del contexto internacional, que afecta muy duramente al comercio y las economías nacionales.

Las turbulencias que se dan hoy en día en el comercio internacional hacen que la volatilidad aumente, que sea muy difícil predecir disrupciones y reducir la incertidumbre. La capacidad de la cadena depende de la coordinación e integración de estrategias para responder rápidamente a las circunstancias. Para mantener una coordinación entre producción y demanda, la cadena de valor debe ser lo más flexible posible, y estar bien integrada, lo que necesita de una muy buena gestión dada la creciente densidad y complejidad de las redes.

La vulnerabilidad de las cadenas de valor ha quedado a la vista en los últimos meses, debido en un primer momento a la guerra comercial entre Estados Unidos y China, y

después a la crisis global generada por la pandemia del COVID-19. Muchas empresas están encontrando dificultades para realizar sus operaciones por la ralentización del comercio internacional, que provoca retrasos en la llegada de pedidos y falta de stock. Los expertos coinciden en que esta situación provocará cambios en la gestión de las cadenas de valor globales, que saldrán reforzadas de esta crisis (Weissman, 2020).

La crisis del COVID-19 y el confinamiento de gran parte de la población mundial, han causado un incremento muy rápido en el riesgo inmediato y a medio plazo de muchas industrias, que no estaban preparadas para este tipo de acontecimientos. A pesar de las medidas extraordinarias que han tomado muchos países para prevenir una depresión económica pronunciada en unos meses, se prevé que la tensión financiera provoque una recesión global (Risk Ledger, 2020). Ante la incertidumbre actual y la que se espera para este año, las empresas deberían aprovechar para adaptar su cadena de suministro y aumentar su flexibilidad.

La inestabilidad internacional en la que nos encontramos involucrados ha provocado que se reduzcan las expectativas de crecimiento y rentabilidad para todo este año. El impacto que esta situación tendrá en muchas industrias, especialmente las relacionadas con el ocio y los bienes de consumo, provocará que muchas empresas tengan que abandonar el mercado. Aquellas que consigan adaptarse a las nuevas circunstancias tendrán la oportunidad de revisar su modelo productivo e introducir nuevas estrategias.

En un estudio realizado por Reuters EFT (2020) hace unos meses, el 38% de los encuestados consideran que su industria se encuentra muy fragmentada, y un 19% consideran que esta complejidad es un obstáculo para la visibilidad. La falta de concienciación también es un factor importante para que muchas empresas se estén quedando atrás. La introducción del blockchain podría ayudar a resolver la desconfianza, por ser la tecnología más segura desarrollada hasta la fecha.

La importancia de la visibilidad es que permite equilibrar el inventario a lo largo de la cadena, adaptarse a las fluctuaciones de la demanda y los problemas que puedan surgir desde los proveedores. Un 58% de los participantes en el mismo estudio (Reuters EFT, 2020), la consideran un aspecto clave para conseguir la satisfacción del cliente y mantener la competitividad. Un 62% de las empresas respondieron que estaban trabajando en la automatización de sus fábricas e instalaciones.

A pesar de los esfuerzos por controlar la cadena de suministro, la visibilidad de muchas empresas de su cadena de valor se ha visto muy disminuida. Se calcula que tener mejor visibilidad puede incrementar las ventas en un 6% y reducir los costes hasta un 20% (Walter, Cordes, Rodríguez, Lowe, & Pandey, 2018), por lo que el aumento de eficiencia es muy significativo. Además, al ser capaz de responder más eficazmente a las fluctuaciones de la demanda, el inventario se gestiona de forma más eficiente.

Las empresas que habían invertido en revisar sus redes de suministro antes de la pandemia han resultado estar mejor preparadas para afrontar sus consecuencias. Tienen mejor visibilidad de la estructura, por lo que disponen de información a tiempo real y pueden detectar vulnerabilidades del sistema. Un 70% de los participantes en una encuesta de Resilinc (2020), poco antes de la entrada del COVID-19 en Europa, estaban instalando este tipo de herramientas, pero aún no estaban en marcha, por lo que debían comprobar cuál era la situación personalmente cada día.

Las empresas que mejor están respondiendo a la crisis y están encontrando menos dificultades para continuar con su actividad son aquellas que habían diversificado su red de proveedores antes del comienzo de la crisis. Esto ha podido evitar el bloqueo de su cadena de producción y distribución. Apple, por ejemplo, ya confiaba en la descentralización de la producción antes, y aunque muchos de sus proveedores se han visto afectados por el confinamiento, otros en diferentes localizaciones han podido satisfacer la demanda; aun así, se han producido retrasos en pedidos de todo el mundo.

La Unión Europea sugiere que las empresas diversifiquen su red de proveedores para disminuir su dependencia de determinados países, especialmente China (Reuters, 2020). Algunos países están promoviendo las alianzas entre empresas nacionales, que ofrecen mejores garantías, aunque a un precio mucho más alto. La Unión Europea ha resaltado que no es posible nacionalizar la producción y tender a la autosuficiencia de la región, pero promueve la descentralización de la producción.

En apoyo a la posición de la UE, los expertos en gestión de riesgo vienen recomendado durante muchos años la diversificación como estrategia clave para responder a situaciones especialmente inestables. El primer trabajo que propuso la diversificación como estrategia para mitigar el riesgo de la red de suministro, fue de Babich et al. (2004), que concluyeron que es preferible descentralizar la cadena de suministro. Cuanto más poder tienen los proveedores, más ventajoso es diversificar.

Tomlin (2006) también consideraba que distribuir los pedidos entre diferentes proveedores permitiría a la empresa ajustarse mejor a sus condiciones. Por ejemplo, si un pedido se retrasa, la empresa puede recurrir rápidamente a otro proveedor con el que ya tiene una relación establecida para conseguir el material que necesita. Además, mantiene su control y poder en el sistema, eliminando la dependencia de sus proveedores.

Tang & Kouvelis (Tang & Kouvelis, 2011) demuestran que, además de fortalecer la red de suministro frente a disrupciones, la diversificación aumenta la rentabilidad de la actividad normal de cualquier empresa porque reduce la incertidumbre y fomenta la estabilidad. También Dong & Tomlin (2012) presentan la diversificación como una forma de asegurar la continuidad de la actividad de la empresa, y por lo tanto muy rentable.

Las disrupciones resultan más caras que el coste extra en el que incurren las empresas al no concentrar la producción, por lo que deben encontrar un equilibrio entre alcanzar economías de escala y diversificar el riesgo. En general, las empresas están asumiendo demasiado riesgo al no tener su portfolio de proveedores bien diversificado. En concreto, en un estudio realizado para dos proveedores idénticos para una sola empresa, disponer de solo uno resultaba en un incremento del 45% en los costes (Goldschmidt, Kremer, Thomas, & Craighead, 2014).

Recientemente, Chod et al. (2019) han aportado que la diversificación también corrige el de los cambios en la demanda. Tomlin (2009) destacó que es preferible diversificar cuando aumenta el riesgo de la demanda. En esta situación, cuando la oferta es volátil y la demanda es estocástica, Schmitt et al. (2015) demuestra que cualquier empresa debería descentralizar la producción. Hoy en día la mayoría de las redes de suministro tienen un diseño de diamante (Ang, Iancu, & Swinney, 2016), por lo que la empresa focal no puede tener control más allá de la primera capa de proveedores.

La principal fuente de riesgo es la información asimétrica en el sistema, que desequilibra la situación en todos los nodos y provoca que ninguno pueda desarrollar estrategias propias completamente eficaces. Además, es muy difícil que las actividades entre comprador y proveedor estén bien alineadas, lo que supone una dificultad añadida para la gestión de las redes de suministro, que tienden a ser subóptimas (Bimpikis, Fearing, & Tahbaz-Salehi, 2018).

Se pueden considerar varias estrategias para mitigar el riesgo, incluyendo diversificación mediante múltiples proveedores, o inversión directa, siendo la primera más flexible,

menos arriesgada, y más asequible para cualquier empresa. Sin embargo, habitualmente se prioriza el coste frente al riesgo, porque no se entiende la importancia de asegurar la red de suministro (Kalkanci, 2017), y las redes de suministro se encontraban en una situación muy vulnerable antes de la crisis.

Para compensar estas ineficiencias y proteger la red de suministro frente a riesgos de interrupciones, la estrategia óptima es trabajar con múltiples proveedores. Además, deben ser diversos, de tal forma que disminuya la correlación entre ellos, y así asegurarse de que les afectarán interrupciones diferentes. En este contexto, no hay mejor forma de mitigar el riesgo de la red que diversificar la base de proveedores estratégicamente.

Pero, aunque la diversificación aumenta la flexibilidad del sistema, no proporciona más control a la empresa sobre la estructura, únicamente disminuye la dependencia y riesgo de la red de suministro. Para tener control sobre la red de suministro y optimizar el flujo de información, es indispensable digitalizar el sistema.

Según estudian Goh et al. (2013) digitalizar los procesos de la cadena de suministro reduce el coste de la gestión al mismo tiempo que acelera la transmisión de información. Permite utilizar los recursos de la empresa de forma más eficiente al facilitar su control y hacer el seguimiento de actividades clave de la cadena de suministro a tiempo real. Por lo tanto, agiliza la toma de decisiones y su implementación, con lo que la estructura aumenta en flexibilidad y alineamiento.

De esta manera, se localizan riesgos en la red de suministro antes de que se produzcan interrupciones y se promueve la colaboración, agilidad y seguridad, por lo que se optimizan las capacidades del sistema. Un estudio de BCG (2016) concluyó que digitalizar las redes de suministro permite aumentar en un 10% la disponibilidad de los productos y responder a cambios en el mercado un 25% más rápido que empresas que no tengan completamente digitalizado su sistema. La colaboración entre empresas es vital para desarrollar estrategias conjuntas y prevenir riesgos en la estructura globalizada actual.

La combinación de diversificación y digitalización de la estructura mitiga al mismo tiempo los riesgos tanto externos como internos a la red de suministro de la que dependen las empresas para llevar a cabo sus operaciones diarias. Es la mejor estrategia para superar las vulnerabilidades de las cadenas de suministro globalizadas hoy en día.

La crisis del COVID-19 está provocando que se replantee el modelo de abastecimiento global actual, lo que impulsará la digitalización (Broadman, 2020), y la diversificación de proveedores (Galea-Pace, 2020). Este trabajo propone la diversificación de la base de proveedores de las empresas para mejorar la resiliencia de las cadenas de suministro de las empresas, pero es imprescindible introducir también la digitalización, ya que combinación de ambas estrategias permitirá la reconfiguración de las redes de suministro globales de tal forma que se disminuya el riesgo al que están expuestas.

Partiendo del marco conceptual desarrollado, este trabajo pretende elaborar una lista de países que presentan características interesantes para formar una estructura de abastecimiento de riesgo bajo. Ante la complicada situación en la que se encuentra el comercio internacional, se propone un modelo para escoger los países más independientes del sistema internacional, para así reconfigurar las redes de suministro globalizada de forma que se reduzca el riesgo total.

3. Objetivos.

El motivo de haber planteado este trabajo es la grave situación en la que se encuentra el comercio internacional en este momento, ya que el modelo de producción globalizada que se lleva utilizando hasta ahora no es capaz de responder a las circunstancias actuales. Las empresas deben replantearse la gestión que vienen haciendo de sus cadenas de valor, y abordar una reestructuración estratégica.

La importancia de reconfigurar el sistema para evitar futuras disrupciones crece, teniendo en cuenta la volatilidad del contexto internacional actualmente. La situación se ha visto agravada por la crisis del COVID-19, que ha puesto en jaque los sistemas de producción globalizada al interrumpir la actividad económica en países clave como China y bloquear el tráfico comercial internacional. Como se ha desarrollado en el apartado anterior, la mejor forma de responder a esta realidad es promover la diversificación de la base de proveedores en las redes de suministro.

El principal objetivo de este trabajo es proponer un método para reducir el riesgo al que están expuestas las redes de suministro utilizando la estrategia de diversificación. Distribuyendo la actividad de la empresa en diferentes países, se consigue una estructura más robusta, capaz de resistir disrupciones localizadas y responder a ellas rápidamente. Este trabajo considera la diversidad inherente al sistema internacional y la utiliza como herramienta para fortalecer las cadenas de valor.

Importantes instituciones y organizaciones privadas apuntan que esta crisis traerá una reforma sustancial del sistema económico internacional. Se pretende demostrar que diversificar el riesgo es la mejor forma de afrontar la complicada situación a la que se enfrenta el comercio internacional actualmente, y que la reconfiguración del sistema resulta imprescindible en estos momentos.

Tras evaluar la situación actual, se propone un diseño diversificado de las redes de suministro globalizadas. Considerando el riesgo particular de cada país, se elabora una cartera de países en los que resulta interesante desarrollar la actividad de la empresa para reducir el riesgo final que se asume. Esta estrategia también aumenta la flexibilidad de las cadenas de suministro y permite responder a fluctuaciones en la demanda con más exactitud. La diversificación promueve el liderazgo de la empresa y le otorga ventaja estratégica frente a sus competidores.

Las empresas deben entender la importancia de que sus cadenas de valor sean flexibles y adaptables en un entorno tan volátil como el actual. Esto sería imposible sin la digitalización generalizada de las redes de suministro, imprescindible para garantizar la visibilidad de las empresas sobre sus propias cadenas de suministro.

Este trabajo defiende que la digitalización debe comprenderse como un complemento indispensable a la diversificación sin el cual no se puede tener control sobre la red. La combinación de ambas optimiza la resiliencia del sistema y lo fortalece frente al dinamismo inherente al sistema internacional actual.

Se asume que la volatilidad internacional supone un aumento de la complejidad de la gestión de redes de suministro, lo cual puede resultar ventajoso para las empresas que consigan disponer de cadenas de valor resilientes. Este trabajo sostiene que una estructura de abastecimiento eficiente constituye una ventaja competitiva muy importante, que fortalece la posición de la empresa en el mercado.

En las últimas décadas, la competencia no se da tanto entre empresas como entre cadenas de valor, por lo que resulta imprescindible desarrollar una estrategia eficaz para su gestión. Los elementos de estas redes, al establecer relaciones entre ellos, dan lugar a ecosistemas globalizados, en los que la interdependencia crea sinergias, pero también vulnerabilidades. Una buena coordinación supone una ventaja para todas ellas, para lo que debe promoverse la colaboración entre los elementos de la red.

Al final, las capacidades de las que dispone una empresa dependen de la cadena de valor que sea capaz de construir, por lo que las relaciones con socios comerciales resultan una inversión. Dado que el riesgo es una variable fundamental en cualquier inversión, las empresas deben considerar la exposición de sus proveedores a vulnerabilidades para reducir la incertidumbre en sus cadenas de suministro. Se intenta simplificar la toma de decisiones en este proceso, ofreciendo un método simple, rápido y asequible del que partir para desarrollar la estrategia de abastecimiento.

A partir de la revisión de literatura relevante y de la consulta de propuestas de autoridades notables como la UE, se propone la reconfiguración de las cadenas de suministro globalizadas de acuerdo a criterios de riesgo. Ante la situación de crisis actual, se plantea la pregunta de cuáles son los países más interesantes para diseñar una red de suministro resiliente, capaz de resistir a la inestabilidad internacional.

4. Metodología.

Este trabajo argumenta que, ante la crisis de suministro globalizada que estamos atravesando, las empresas deben diversificar su red de proveedores. Con este fin, se propone un método para el desarrollo de una estrategia que minimice el riesgo asumido por la empresa, facilitando la toma de decisiones. Cabe puntualizar que no se tienen en cuenta criterios de costes o de agilidad, siendo el único objetivo del trabajo la optimización del riesgo al que está expuesta una red de suministro globalizada.

No obstante, como se ha discutido en la revisión de literatura relevante, aumentar la seguridad de la red de suministro la fortalece, otorgando a la empresa una ventaja competitiva sostenible a medio y largo plazo. De esta manera, potencia también la seguridad financiera de la empresa y optimiza los costes y la rentabilidad del negocio a medio y largo plazo. Evitando interrupciones en el sistema de abastecimiento, se garantiza que la empresa pueda realizar su actividad, lo cual repercute directamente en su buena imagen en el mercado y en su capacidad para responder ante sus clientes.

La diversificación es la estrategia que desarrolla Markowitz en su obra *Selección de Carteras* (1959). Aplicándola a inversiones en bolsa, demostró de forma empírica de que la diversificación de una cartera de acciones es una estrategia superior a cualquier otra en términos de minimización del riesgo y optimización del rendimiento de la inversión. Se utiliza la teoría de Markowitz por su capacidad para reducir el riesgo total de la cartera, dejando de lado criterios de rentabilidad, que excede los objetivos de este trabajo.

Markowitz (1959) demostró que la diversificación da lugar siempre a una cartera cuyo riesgo es menor (o igual) que el de la media ponderada de los elementos que la componen. El riesgo combinado del conjunto depende de la covarianza entre los pares de inversiones individuales. Concluye que, para minimizar el riesgo de la cartera, el inversor debería escoger aquellas opciones de inversión cuya correlación sea lo menor posible, de modo que sean independientes entre ellas.

Por lo tanto, la teoría propone que la clave no está en analizar el riesgo de cada inversión por separado, sino que debe considerarse su relación con los demás elementos y su contribución al riesgo total de la cartera. La idea es que el inversor debería elegir las inversiones según la relación que tienen entre ellas, en lugar de analizarlas individualmente. Las conclusiones de Markowitz son extrapolables a cualquier decisión de inversión de capital.

En el contexto de este trabajo, la cartera de inversión que las empresas deben tratar de diversificar es la base de proveedores, y el riesgo individual de cada uno de ellos se equipara al del país en el que operan. El resultado es un modelo que pretende servir de orientación a la hora de escoger aquellos países a los que externalizar la producción, ya sea mediante contratos con empresas locales o inversión directa.

Cada inversión contiene dos componentes básicos: el riesgo sistemático y el específico. En este caso, las condiciones generales de la economía global constituirían el riesgo sistemático: la exposición de la economía mundial a enfrentamientos internacionales, catástrofes naturales, o recesiones globales, como la que se espera para este año. El riesgo del sistema no se puede eliminar, ya que afecta a todas las inversiones por igual. Sin embargo, la diversificación permite eliminar los riesgos específicos a cada país.

El riesgo específico de cada país es el que depende exclusivamente de las circunstancias internas, y solo tiene impacto en inversiones nacionales. Cualquier riesgo derivado de la situación específica de un país, como inestabilidad política, monetaria o falta de infraestructuras constituye riesgo específico. Se puede minimizar al elaborar una cartera de inversión de tal forma que los países incluidos reaccionen de forma diferente a las mismas circunstancias; es decir, que estén expuestos a diferentes riesgos y no sean dependientes entre sí.

La teoría de Markowitz se utiliza en este trabajo considerando el riesgo sistémico como el propio del sistema económico internacional, y el riesgo específico como el particular de cada país, para elaborar una cartera de países de tal forma que se diversifique el riesgo específico y se garantice que la empresa no tendrá dificultades de suministro para llevar a cabo su actividad – a no ser que el propio sistema sufra una crisis global. De esta manera, situaciones nacionales extraordinarias, como el confinamiento en regiones industriales de China de los últimos meses, no provocarían el bloqueo de toda una red de suministro.

El riesgo específico se refiere al grado de incertidumbre que hay en un país en concreto respecto a diferentes aspectos que impactan directamente a la capacidad productiva de la región. Se diversifica al combinar inversiones cuya interdependencia sea lo más pequeña posible. Markowitz propone utilizar la covarianza para medir la correlación de cada uno de los pares de inversiones que componen la cartera, y minimizarla para disminuir la volatilidad y la exposición al riesgo del conjunto – la red de suministro. En este caso, sería necesario calcular la covarianza de los índices de riesgo de cada país.

Para medir el riesgo particular de cada país, se utiliza el índice de riesgo elaborado por *The Economist*, que intenta evaluar el entorno empresarial y de negocios de 178 países. Parece la fuente más adecuada para desarrollar el modelo dado que se centra en medir el riesgo específico que el entorno empresarial de cada país tiene para los negocios locales y la inversión extranjera. También desarrollan predicciones a dos años e incluyen estos resultados en el índice. Además, no pretende medir el riesgo particular de cada país, sino proporcionar una herramienta que permita compararlos entre ellos, utilizando la escala de 0 a 100. El índice está desarrollado por expertos y líderes de diversos sectores y países, que analizan el riesgo según los factores que consideran más relevantes.

Es especialmente conveniente también porque se actualiza de forma continua, con lo que se presupone que refleja adecuadamente las condiciones en que se encuentra el sistema internacional actualmente. Sería necesario consultar el índice cada vez que se repita el estudio propuesto en este trabajo para desarrollar la estrategia de abastecimiento.

El índice considera diez criterios de riesgo por separado, medidos por 70 indicadores en total tanto cuantitativos como cualitativos, establecidos por expertos. Cada una de las dimensiones se puntúa entre 0-100, siendo 0 “ningún riesgo para la rentabilidad del negocio” y 100 indicando “riesgo extremadamente alto”. Utilizan diversos recursos como análisis de los bancos centrales, estadísticas oficiales, publicaciones de organizaciones internacionales como la ONU, FMI, Banco Mundial, o el Foro Económico Mundial. La puntuación global de cada país se obtiene a partir de la media aritmética entre las puntuaciones de estos diez criterios.

El modelo propone utilizar estos diez criterios por separado para maximizar la diversidad en la cartera, que debe estar formada por aquellos países que estén menos correlacionados en cada una de estas diez variables. Para ello, la web de *The Economist* ofrece la puntuación de este año y del pasado para cada dimensión considerada en el índice, por lo que se puede analizar la variación del riesgo de todos los países en un contexto actualizado. A continuación, se discute la importancia de los criterios escogidos:

- Seguridad: evalúa el riesgo de que tenga lugar un conflicto armado en el país, si habría medios para contenerlo, y cómo influiría en las actividades de los negocios. Por ejemplo, estudia si habría hostilidad hacia los negocios extranjeros en caso de que se diese una escalada de violencia. En los últimos años, también se considera

el caso de que se diesen ciberataques al gobierno o a negocios en el país, y los recursos de organizaciones de crimen organizado.

- Estabilidad política: evalúa la fortaleza de las instituciones para apoyar las necesidades de los inversores y nuevos negocios. Analiza la inestabilidad civil de los últimos años y el poder que ejerce el gobierno. Estudia el grado de desobediencia a las autoridades y la influencia que poseen grupos políticos que puedan provocar inestabilidad o perjudicar a los negocios. Las tensiones políticas y las disputas internacionales también afectan muy negativamente al entorno empresarial de cualquier país.
- Efectividad del gobierno: considera si la cultura política permite a los negocios operar y controlar sus actividades de forma efectiva. Considera la tendencia a implementar medidas liberales y la facilidad para la inversión extranjera. En este criterio también se considera la estructura de poder del país y la corrupción institucional, que supone un gran obstáculo a la libre competencia.
- Entorno legal: evalúa el riesgo de que el sistema legal desproteja a los inversores, centrándose en la vulnerabilidad del sistema legal, su efectividad y la aplicabilidad de la ley. Cuestiones como la exigibilidad de los contratos, la eficacia de los procesos judiciales y los efectos de la corrupción son clave para la seguridad de los negocios. La medida en que se protege la competencia, la propiedad privada y la propiedad intelectual, es determinante a la hora de tomar decisiones de inversión, así como restricciones para ciertos sectores.
- Riesgos macroeconómicos: se evalúa la estabilidad de la economía en su conjunto, y cómo repercutiría un shock en el país. Se tienen en cuenta dimensiones como la volatilidad de la tasa de cambio, la estabilidad monetaria, la inflación, los riesgos de una recesión y el momento del ciclo económico.
- Comercio internacional: se evalúa la estabilidad del flujo de importaciones y exportaciones, la facilidad para comerciar y establecer relaciones comerciales con sus países vecinos. Los acuerdos internacionales y la imposición de aranceles son condiciones a tener muy en cuenta por cualquier inversor. Las posibilidades de que se incremente la inestabilidad en los próximos años o incremente el control de inversores por parte de las instituciones también es muy importante.
- Mercado de trabajo: evalúa la posibilidad de que la situación en el mercado laboral provoque interrupciones. Condiciones como el poder de los sindicatos, la disponibilidad de convenios, posibilidades de huelga, y restricciones a las

empresas son cruciales para el desarrollo de la actividad de cualquier empresa. Además, el nivel educativo de la población y la disponibilidad de trabajadores especializados determinan la capacidad productiva.

- Riesgos financieros: evalúa la capacidad financiera y las posibilidades de que tenga lugar una crisis financiera, la facilidad de transacciones financieras y el acceso a los mercados internacionales, así como la deuda soberana. La fortaleza del sistema bancario o la disponibilidad de líquido de los negocios es crucial para su estabilidad.
- Riesgos fiscales: evalúa las condiciones fiscales de los países. Se favorece la inversión mediante impuestos bajos, estables, predecibles y transparentes. Se analiza la presencia de incentivos fiscales en ciertos sectores, o el grado de presión fiscal que se impone en determinadas industrias.
- Infraestructura nacional: evalúa el riesgo de las ineficiencias de la infraestructura causará problemas de ventas. Condiciones como la disponibilidad de carreteras, aeropuertos, y canales de distribución determinan la facilidad de comunicación en territorio nacional y con otros países. Además, las redes de teléfono, electricidad, y la disponibilidad y estabilidad de acceso a internet son cruciales para coordinar las actividades de la empresa. La vulnerabilidad a ciberataques se ha incluido recientemente.

Utilizando cada una de estas dimensiones, se elabora un set de datos que incluya la puntuación que otorga el índice a cada país respecto a cada uno de los diez indicadores principales, para este año y el año pasado. De esta manera, se puede analizar la variación anual de cada uno y calcular la correlación de los países por parejas respecto a los diferentes criterios que se han propuesto.

El primer paso consiste en analizar el grado de dependencia de cada país respecto a todos los demás. Con este objetivo, una vez elaborado el set de datos general, se extraen los datos para cada indicador y se crean diez matrices de correlación – una para cada uno – considerando los 178 países. Se utiliza la covarianza como medida de correlación porque analiza el comportamiento de una variable frente a otra, según la siguiente función:

$$\text{Cov}(x,y) = \frac{\sum(x-x')(y-y')}{n}$$

Por lo tanto, la covarianza permite analizar si las variables son dependientes entre ellas. El signo del resultado determina la naturaleza de dicha relación si la hubiese – directa o indirecta. Para este análisis no interesa diferenciar entre el tipo de relación que puede tener el riesgo de dos países, sino si existe o no dependencia entre ellos. En cada una de las matrices, se obtiene la varianza de los países por parejas.

A continuación, se cuenta el número de correlaciones de cada país en cada una de las diez matrices, y se suman para obtener en número de correlaciones total de cada uno de los países. Estos resultados se asignan a una nueva matriz. Los países más independientes serán aquellos que obtengan un total de correlaciones más bajo en este conjunto.

La cartera óptima de cualquier empresa deberá contener países lo más independientes posible para reducir el riesgo total de la cartera. Una vez que se tiene el número de correlaciones de cada país, se pueden dividir en grupos con herramientas estadísticas según su grado de dependencia – realizando un Análisis Clúster. El grupo más interesante es el que tiene menor número de correlaciones, que son los más independientes y tienen la capacidad de reducir el riesgo de la red de suministro. Por lo tanto, el conjunto de países que una empresa debe tener en cuenta para diversificar su base de proveedores deberá incluir parte de los de este grupo.

Una vez determinada la cartera de países más independientes, se propone utilizar el índice general de cada país – elaborado por The Economist – para elaborar un nuevo ranking teniendo en cuenta estos únicamente. Así, las empresas podrán apoyarse en esta información para tomar decisiones de inversión y desarrollar la estructura de su red de suministro escogiendo las opciones más adecuadas según la lista proporcionada. Los riesgos específicos a los que está expuesto cada país, que resultarán de interés para adaptar el análisis a la situación de cada empresa en particular, se pueden consultar utilizando los indicadores desglosados en la web de The Economist.

Para realizar este trabajo se utiliza el programa R Studio, que ofrece herramientas potentes de análisis de datos. Aunque R dispone de paquetes específicos dedicados a la optimización de carteras, para el caso concreto de este trabajo – que no considera variables de rendimiento de la inversión, sino únicamente el riesgo – se han utilizado funcionalidades genéricas, con el objetivo de simplificar el análisis. En el siguiente apartado se detallan las operaciones realizadas a lo largo del análisis y se presentan los resultados de cada operación.

5. Análisis.

El trabajo parte de un set de datos que contiene el índice de riesgo y los diez indicadores analizados por *The Economist* (2020) por separado para cada uno de los 178 países, extraídos de la web oficial. La muestra incluye el riesgo asignado para este año y el año pasado, con lo que se construye una matriz de 178 observaciones (filas) para 24 variables (columnas) – dos años diferentes para cada indicador y el riesgo global. Los datos están contenidos en un fichero Excel (“Datos”), que se introduce en R creando el dataset “mydata” con el siguiente código:

```
library(readxl)

mydata <- read_excel("./Datos.xlsx")
```

A partir de este dataset, construimos una matriz de correlación para cada uno de los diez indicadores. Para empezar, se extraen los índices del Riesgo de Seguridad para este año y el pasado para crear la tabla “SecurityRisk”.

```
SecurityRisk<-mydata[,c(4,5)]

row.names(SecurityRisk)<-mydata$Countries
```

Una vez definido el subset de datos, se puede crear la matriz de correlación calculando la covarianza entre las variables (en este caso, los 178 países), dándole el nombre de “CorrelSecurityRisk”.

```
SecurityRisk<-t(SecurityRisk)

CorrelSecurityRisk<-as.data.frame(cov(SecurityRisk,use =

"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))
```

Para contar el número de relaciones de cada país, se añade al final de la matriz una nueva variable (“Total1”) que recoge el número de celdas distintas de cero en cada una de las columnas; es decir, el número de países con los que cada país en concreto tiene algún tipo de correlación. De esta manera, se puede comparar la dependencia que tiene cada país respecto del resto en el indicador de Seguridad.

```
Total1<-colSums(CorrelSecurityRisk !=0)

CorrelSecurityRisk<-rbind(CorrelSecurityRisk,Total1)
```

Se repite este mismo procedimiento para obtener las otras nueve matrices de correlación necesarios para hacer el análisis: Estabilidad Política, Efectividad del gobierno, Entorno Legal, Riesgo Macroeconómico, Comercio Internacional, Mercado de Trabajo, Riesgos Financieros, Riesgos Fiscales, e Infraestructura nacional. Se incluye el código en el Anexo I del trabajo.

A continuación, para comparar la dependencia global de cada país con los demás, se suma la última fila de las matrices de correlación – que cuenta el número de correlaciones de cada uno – y se crea la tabla “SumCorrel” con la siguiente función:

```
SumCorrel<-CorrelFinancialRisk[179,]+CorrelForeignTradeRisk[179,]+  
CorrelGovernmentRisk[179,]+CorrelInfrastructureRisk[179,]+  
CorrelLabourRisk[179,]+CorrelLegalRisk[179,]+CorrelMacroeconomicRisk[179,]+  
CorrelPoliticalRisk[179,]+CorrelSecurityRisk[179,]+CorrelTaxPolicyRisk[179,]
```

A continuación, se procede a realizar un Análisis Clúster, una técnica estadística que pretende dividir un conjunto de datos en grupos, de tal forma que las características de los elementos de cada grupo sean similares entre sí. Se busca que cada clúster sea lo más representativo posible del conjunto de datos al que se refiere.

En R, se necesita calcular primero el número óptimo de clústeres para representar el set de datos global, a través de la siguiente función:

```
library("factoextra")  
SumCorrel<-as.matrix(t(SumCorrel))  
fviz_nbclust(SumCorrel,kmeans,method="silhouette")
```

La función devuelve un gráfico en el que se muestra que el número óptimo de clústeres para este conjunto de datos es 10. Sabiendo que 10 es el número óptimo de clústeres, se puede utilizar la función kmeans() para analizar la estructura, y crear el objeto “Clusters”:

```
Clusters<-kmeans(SumCorrel,10)
```

De esta manera, se obtiene una clasificación de todos los países por grupos, según su independencia, medida a través del número de correlaciones de cada uno. Comparando el centro de cada clúster, se comprueba que el grupo más independiente es el 1 – por tener el centro más cercano a cero –, compuesta por 35 países:

```
> Clusters$centers
  1  0.5428571
  2 209.5000000
  3  71.0000000
  4 132.1785714
  5 233.3333333
  6 220.6666667
  7  20.7500000
  8 253.3333333
  9 188.6000000
 10 160.1750000
```

```
> Clusters$size
[1] 35 6 4 56 3 3 8 3 20 40
```

Llegados a este punto, se puede añadir al dataset principal “mydata” una nueva variable (“C”) como columna que contenga el clúster de cada país:

```
C<-as.matrix(Clusters$cluster)
mydata<-cbind(mydata,C)
```

Para obtener el conjunto de los países del clúster 1 junto con su índice de riesgo global, se filtra la matriz “mydata” y se crea “Countries” de la siguiente manera:

```
Countries<-mydata[,c(3,24)]
Countries<-Countries[(Countries$C==1),]
```

Por último, se proporciona un ránking de los países más independientes, ordenados según su índice de riesgo global utilizando la función `arrange()` para organizar “Countries”.

```
library(tibble)
Countries<-rownames_to_column(Countries,var="countries")
library(dplyr)
Ranking<-arrange(Countries,Countries$`Overall assessment2020`)
```

La matriz resultado “Ranking” proporciona la siguiente lista:

	COUNTRIES	OVERALL ASSESSMENT	C
		2020	
1	Canada	17	1
2	Aruba	20	1
3	Ireland	24	1
4	Slovenia	26	1
5	Portugal	27	1
6	United States of America	27	1
7	Malaysia	31	1
8	Slovakia	31	1
9	Czech Republic	33	1
10	Bahrain	43	1
11	Ghana	46	1
12	Sri Lanka	47	1
13	Vietnam	48	1
14	Guyana	50	1
15	Bosnia and Hercegovina	51	1
16	Timor Leste	51	1
17	Kazakhstan	52	1
18	Côte d’Ivoire	53	1
19	Nepal	53	1
20	Azerbaijan	54	1
21	Kosovo	56	1
22	Papua New Guinea	56	1
23	Argentina	59	1
24	Cuba	59	1
25	Bolivia	60	1
26	Mozambique	60	1
27	Mauritania	61	1
28	Ukraine	62	1
29	Angola	63	1
30	Liberia	64	1
31	Central African Republic	69	1
32	Iran	69	1
33	Guinea	72	1
34	Zimbabwe	78	1
35	Venezuela	86	1

6. Resultados

En el apartado anterior, se ha realizado un análisis de los datos de riesgo publicados por *The Economist* para proporcionar una lista con los países más independientes del sistema internacional. Según los cálculos, son los que tienen un menor número de correlaciones con el resto en cada uno de los diez indicadores que se consideran imprescindibles para evaluar el riesgo del ámbito empresarial de un país. Esta información resulta interesante para diseñar una red de suministro global resiliente, menos expuesta a disrupciones en el sistema internacional.

El país en el que opera un proveedor condiciona enormemente su exposición a riesgos y su capacidad de respuesta ante disrupciones. Por lo tanto, es un factor clave a tener en cuenta a la hora de establecer la base de suministro de una empresa. Aquellos proveedores que se encuentren en condiciones favorables, tanto políticas, sociales y económicas, dispondrán de mejores capacidades para realizar sus operaciones ininterrumpidamente, de tal forma que se garantice el abastecimiento a sus clientes.

El análisis se ha centrado en estudiar las condiciones de dependencia que existen entre los países respecto al resto, elaborando una lista de los países más independientes del sistema internacional ordenados según su riesgo específico. Para reducir el riesgo de la base de proveedores de una empresa, se propone priorizar el establecimiento de relaciones con socios que operen en estos países, que están menos expuestos a riesgos externos.

Sin embargo, la red de suministro debe ser lo más resiliente posible ante disrupciones tanto externas como internas. Por esta razón, también debe tenerse en cuenta el riesgo específico de cada país, por lo que, finalmente, se elabora un ranking considerando la valoración asignada por el índice a cada país de la lista.

Es poco aconsejable establecer relaciones comerciales con proveedores de un país de riesgo alto, como Venezuela o Irán, que restringen el comercio internacional, por lo que se debe estudiar el nivel de riesgo específico que se está dispuesto a considerar. Si se estableciese el criterio de que ningún país debe tener un índice de riesgo mayor a 50/100, la lista se reduciría a los siguientes 13 países, por orden: Canadá, Aruba, Irlanda, Eslovenia, Portugal, Estados Unidos, Malasia, Eslovaquia, República Checa, Bahreín, Ghana, Sri Lanka y Vietnam.

Mientras la independencia de cada país en la red disminuye su vulnerabilidad global frente a crisis externas, las condiciones específicas de cada uno, que se analizan mediante el índice del riesgo-país, determinan su capacidad de respuesta a disrupciones nacionales. Por lo tanto, la combinación de estos dos criterios resulta en la cartera de países menos expuestos tanto a riesgos internos como externos. Estas características los convierten en los más apropiados para componer una red de suministro resiliente.

El método propuesto prioriza la resiliencia ante disrupciones externas frente a las internas, al establecer primero los países más independientes, y después los de riesgo específico más bajo. Esto se debe, por un lado, a que la mayoría de las crisis de suministro en los últimos años han sido provocadas por la interdependencia internacional. Y por otro, a que se presupone la diversificación dentro de la red, por lo que las disrupciones localizadas no tendrían repercusiones reseñables en el conjunto.

El objetivo de este trabajo ha sido proporcionar un conjunto de países que combinen una baja exposición tanto a riesgos externos como internos, proponiendo a las empresas diseñar sus redes de suministro incluyendo los elementos de esta lista. Se ha elaborado considerando el riesgo de cada país en términos relativos a los de todos los demás, sin intención de cuantificarlo. Los datos empleados se utilizan para comparar el riesgo de cada uno frente al sistema internacional, sin pretender medirlo.

Se tiene en cuenta únicamente el riesgo intrínseco a la red de suministro, dejando de lado principios de rentabilidad, porque se ha demostrado que, a medio y largo plazo, la vulnerabilidad de la red de suministro provoca un incremento de costes. Sin embargo, las empresas han de tener en cuenta más criterios a la hora de diseñar su red de proveedores.

Como se ha presentado en el marco teórico de este trabajo, la vulnerabilidad de las redes de suministro depende principalmente de la densidad, complejidad y criticidad de su diseño. Las empresas deben buscar la flexibilidad y redundancia en la red, que aumentan la resiliencia frente a disrupciones y disminuyen su severidad. La diversificación y la descentralización de la estructura fortalece el sistema y supone una gran ventaja en entornos inestables. Para que se den estas características, es imprescindible promover la diversidad en la base de proveedores y adaptarla a las necesidades específicas de la empresa en cuestión.

Aunque utilizar el modelo propuesto permite disminuir la exposición a riesgos externos por priorizar la independencia de los países en los que operan los proveedores, es de vital importancia tener una red bien diversificada, de tal manera que, en caso de que tengan lugar interrupciones concretas, no afecten a todos los nodos del sistema de la misma manera. El análisis realizado pretende servir como guía para realizar una primera aproximación a la reconfiguración de la cadena de suministro, pero es necesario que cada empresa incorpore su propia experiencia a la hora de tomar decisiones de inversión.

Más allá del diseño, el funcionamiento de la red debe promover la agilidad y alineamiento con la estrategia de la empresa, lo cual se consigue aumentando el control y la visibilidad de toda la estructura. Para ello, resulta imprescindible la digitalización de la empresa, para poder coordinar las operaciones y actividad de la cadena de valor. Se propone la digitalización como complemento imprescindible a la diversificación de proveedores.

El resultado del análisis proporciona una lista de países interesantes para la inversión basándose únicamente en criterios de riesgo generales, cuando es posible que, para ciertas industrias, sea necesario hacer un estudio más exhaustivo de los indicadores específicos de cada país. Por ejemplo, una empresa que opere en la industria del automóvil, una de las más afectadas por esta crisis, debería dar más importancia al riesgo de infraestructuras, al depender enormemente de la capacidad industrial de sus proveedores. El propio índice proporciona datos específicos adaptados a algunas industrias en la página web.

En cualquier caso, el método propuesto en este trabajo resulta de gran interés a la hora de conducir un análisis de la base de proveedores de una empresa. Sirve para realizar una primera aproximación a la selección de socios comerciales que ofrezcan características ventajosas para construir una red de suministro resiliente y eficaz. Además, se utilizan herramientas accesibles gratuitamente y procedimientos estadísticos básicos, que no necesitan de conocimiento experto. Esto hace el método propuesto muy apropiado para responder a la crisis de suministro que estamos enfrentando actualmente.

7. Conclusiones

Con motivo de la crisis de suministro internacional que ha provocado la emergencia del COVID-19, ha quedado de manifiesto la vulnerabilidad de las cadenas de abastecimiento globalizadas. La creciente interdependencia a nivel mundial propaga las disrupciones localizadas, lo que hace que la estructura esté expuesta a grandes riesgos. El objetivo principal de este trabajo ha sido el estudio de la crisis para proponer un cambio en el modelo de cadenas de suministro, actualmente muy dependiente de proveedores únicos, para aumentar la resiliencia del sistema.

Durante las últimas décadas se ha externalizado y centralizado la producción, priorizando la optimización de costes frente a riesgo, lo que ha resultado en estructuras muy sensibles a fallos localizados. Sin embargo, la experiencia de grandes empresas y expertos en este campo demuestran que la diversificación constituye una estrategia superior, al favorecer la sostenibilidad de la red. Además, la complejidad de las redes de suministro y la falta de control de las empresas hace que sea imprescindible avanzar en el proceso de digitalización para fortalecer la estructura frente a disrupciones, que cada vez son más frecuentes debido a la creciente inestabilidad del sistema internacional.

Este trabajo propone la combinación de las estrategias de diversificación y digitalización en la urgente reconfiguración de las cadenas de valor que se necesita a nivel global. Invertir en la resiliencia de las cadenas de suministro, fortalece la ventaja competitiva de las empresas, en un entorno cada vez más volátil. También se expone la importancia de promover la flexibilidad, agilidad y coordinación en la estructura, para garantizar el alineamiento con la estrategia corporativa en todo momento.

En este contexto, se propone un modelo para analizar el riesgo al que están expuestos los proveedores, partiendo de que el país en el que realizan sus operaciones es uno de los factores más influyentes. Para ello, se analiza el riesgo al que están expuestos los países incluidos en el índice de riesgo-país elaborado por *The Economist* midiendo su dependencia en términos relativos.

A partir de este análisis, se propone priorizar los países más independientes a la hora de considerar nuevas relaciones con proveedores, ya que incluirían menos riesgo en la red al estar menos expuestos a riesgos externos. A continuación, para seleccionar los menos vulnerables a riesgos internos, puede utilizarse el mismo índice. De todas formas, el proceso debe adaptarse a los requerimientos específicos de la empresa y tenerse en cuenta

la importancia de promover la diversificación y digitalización de la red para minimizar el riesgo al que está expuesta.

En los últimos meses se ha demostrado la importancia de gestionar eficazmente las redes de suministro globales, que suponen un recurso clave para cualquier empresa. El surgimiento de ecosistemas empresariales amplía la capacidad de la que disponen, pero también incrementa la complejidad de las redes de suministro. El modelo propuesto en este trabajo intenta ofrecer una herramienta práctica para ayudar a las empresas a realizar una profunda revisión de sus cadenas de valor, que, en las circunstancias actuales, se torna urgente e indispensable.

8. Bibliografía

- Ang, E., Iancu, D. A., & Swinney, R. (2016). Disruption Risk and Optimal Sourcing in Multitier Supply Networks. *Management Science*, 63(8) 2397-2419. Obtenido de https://web.stanford.edu/~daniiancu/Papers/Journal/08.Disruption_Risk/disruption_networks.pdf
- Arnold Kling. (2013). Patterns of Sustainable Specialization and Trade. *Capitalism and Society*, 6(2). Obtenido de <https://arnoldkling.com/essays/papers/PSST-Smith.pdf>
- Babich, V., Burnetas, A., & Ritchken, P. (2007). Competition and Diversification Effects in Supply Chains with Credit Risk. *Manufacturing & Service Operations Management*, 9(2) 123-146. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228604526_Competition_and_Diversification_Effects_in_Supply_Chains_with_Credit_Risk
- Barney, J. (2012). Purchasing, Supply Chain Management and Sustained Competitive Advantage: The Relevance of Resource-Based Theory. *Journal of Supply Chain*, 48(2). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/263557272_Purchasing_Supply_Chain_Management_and_Sustained_Competitive_Advantage_The_Relevance_of_Resource-Based_Theory
- BCG. (2016). *Three Paths to Advantage with Digital Supply Chains*. Obtenido de https://image-src.bcg.com/Images/BCG-Three-Paths-Digital-Supply-Chain-January-2016_tcm104-62596.pdf
- Bimpikis, K., Fearing, D., & Tahbaz-Salehi, A. (2018). Multi-Sourcing and Miscoordination in Supply Chain Networks. *Operations Research*, 66(4) 1023-1039. Obtenido de https://web.stanford.edu/~kostasb/publications/multisourcing_miscoordination.pdf
- Bode, C., & Wagner, S. M. (2015). Structural drivers of upstream supply chain complexity and the frequency of supply chain disruptions. *Journal of Operations Management*, 36 215-228. Obtenido de <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/43922.pdf>
- Bruce, M., & Daly, L. (2004). Lean or agile a solution for supply chain management in the textiles and clothing industry? *International Journal of Operations and Production Management*, 24(2), 151-170. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/242348933_Lean_or_agile_a_solution_for_supply_chain_management_in_the_textiles_and_clothing_industry_International_Journal_of_Operations_and_Production_Management_24_151-170
- Chod, J., Trichakis, N., & Tsoukalas, G. (2019). Supplier Diversification Under Buyer Risk. *Management Science*, 1-24. Obtenido de <http://web.mit.edu/nitric/www/SupplierDiv.pdf>
- Choi, T. Y., & Krause, D. R. (2006). The supply base and its complexity: implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation. *Journal of Operations Management*, 637-652. Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/technische-universiteit-delft/advanced-operations-and-production-management/trabajo-tutorial/choi-krause-2006-the-supply-base-and-its-complexity-1/1680736/view>
- Choi, T. Y., Rogers, D., & Vakil, B. (2020). *Coronavirus Is a Wake-Up Call for Supply Chain Management*. Obtenido de Harvard Business Review: <https://hbr.org/2020/03/coronavirus-is-a-wake-up-call-for-supply-chain-management>
- Choi, T., & Krause, D. (2006). The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation. *Journal of Operations Management*, 24, 637-652. Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/technische-universiteit-delft/advanced-operations-and-production-management/trabajo-tutorial/choi-krause-2006-the-supply-base-and-its-complexity-1/1680736/view>

- Choi, T., Dooley, K., & Rungtusanatham, M. (2001). Supply networks and complex adaptive systems: control versus emergence. *Journal of Operations Management*, 19, 351–366.
- Craighead, C. W., Blackhurst, J., & Handfield, R. B. (2007). The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. *Decision Sciences*, 38(1) 131-156. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/229462953_The_Severity_of_Supply_Chain_Disruptions_Design_Characteristics_and_Mitigation_Capabilities
- Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., & Handfield, R. B. (2007). *The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/245330912_An_Empirically_Derived_Agenda_of_Critical_Research_Issues_for_Managing_Supply-Chain_Disruptions
- Dobler, D., & Burt, D. (1996). *Purchasing and Supply Management*. New York: McGraw-Hill.
- Dong, L., & Tomlin, B. (2012). Managing Disruption Risk: The Interplay Between Operations and Insurance. *Management Science*, 58, 1898-1915. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Managing-Disruption-Risk%3A-The-Interplay-Between-and-Dong-Tomlin/caea0d6ea0b6948d866054c1d9ea785664c483ce>
- Elleuch, H., Dafaoui, E., Elmhamedi, A., & Chabchoub, H. (2016). Resilience and Vulnerability in Supply Chain: Literature review. *IFAC*, 1448-1453. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/313346/1-s2.0-S2405896316X00122/1-s2.0-S2405896316310564/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjECAaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIASIVgeHLi%2BF7lmgkuEVEq4qljoGmQXiMC5vqKIGNys4AiEAyX9GnVKekSv2dqKU0%2BZjRiGHzkNIUEcEyKOPnARw>
- Fine, C. H. (1998). *Clockspeed: Winning industry control on the age of temporary advantage*. Boston: Perseus Books.
- Gallopin, G. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16, 293-303.
- Goh, R., Wang, Z., Yin, X., & Ponnambalam, L. (2013). *RiskVis: Supply chain visualization with risk management and real-time monitoring*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/261418480_RiskVis_Supply_chain_visualization_with_risk_management_and_real-time_monitoring
- Goldschmidt, K., Kremer, M., Thomas, D. J., & Craighead, C. W. (2014). *Supply Base Diversification in the Presence of High Impact, Low Probability Supply Disruptions*. Obtenido de Ideas for Leaders: <https://www.ideasforleaders.com/ideas/supply-chain-risk-diversification-vs-under-diversification>
- Gondard-Delcroix, C., & Rousseau, S. (2004). Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques : une étude appliquée aux ménages ruraux de madagascar. *Développement Durable et Territoires*, 3. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/30455641_Vulnerabilite_et_Strategies_durables_de_gestion_des_risques_Une_etude_appliquee_aux_menages_ruraux_de_Madagascar
- Hollnagel, E. (2011). *Resilience Engineering in Practice: A Guidebook*. New York: CRC Press.
- ISM. (2020). *Coronavirus Resource Center*. Obtenido de <https://weareism.org/coronavirus-ism.html>
- ISO/IEC. (2002). *Management du risque*. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/fr/standard/34998.html>

- Kalkanci, B. (2017). Supply Risk Mitigation Via Supplier Diversification and Improvement: An Experimental Evaluation. *Georgia Tech Scheller College of Business Research Paper*, 17-29. Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3011383
- Kauffman, S. (1993). *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. New York: Oxford University Press.
- Kootanaee, A. J. (2013). Just-In-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement. *International Journal of Economics, Business and Finance*, 25, 2997-3034. Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2253243
- Laville, J. (2006). Comment sécuriser sa supply chain? *Logistique & Management*, 14(1).
- Li, S., Nathan, B. R., & Rao, S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305048304001343>
- Madhani, P. M. (2019). Customer-Focused Supply Chain Strategy: Developing Business Value-Added Framework. *The IUP Journal of Supply Chain Management*, 14(4). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/333773791_Customer-Focused_Supply_Chain_Strategy_Developing_Business_Value-Added_Framework
- Marchese, K. (2014). *Supply Chain leadership. Innovation, collaboration, talent alignment*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/operations/articles/supply-chain-leadership.html>
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection*. Connecticut: Yale University Press.
- McManus, S., Seville, E., Vargo, J., & Brunson, D. (2008). Facilitated Process for Improving Organizational Resilience. *Natural Hazards Review*, 9, 81.
- Nakafuji, R. (2020). *Multinationals reroute supply chains from China -- for good?* Obtenido de Nikkei Asian Review: <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Coronavirus/Multinationals-reroute-supply-chains-from-China-for-good>
- Neely, A. (2020). *Apple diversifying AirPods supply chain, potentially pushing refresh back*. Obtenido de Apple Insider: <https://appleinsider.com/articles/20/05/08/apple-diversifying-airpods-supply-chain-potentially-pushing-refresh-back>
- Ogden, J. (2006). Supply Base Reduction: An Empirical Study of Critical Success Factors. *Journal of Supply Chain Management*, 42(4), 29-39. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/229765902_Supply_Base_Reduction_An_Empirical_Study_of_Critical_Success_Factors
- Peck, H. (2006). Reconciling Supply Chain Vulnerability, Risk and Supply Chain Management. *International Journal of Logistics*, 9(2), 127-142. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/238318478_Reconciling_Supply_Chain_Vulnerability_Risk_and_Supply_Chain_Management
- Petit, F. (2009). *Concepts d'analyse de la vulnérabilité des infrastructures essentielles- prise en compte de la cybernétique*. Paris: Editions Universitaires Europeennes.
- Pettit, T., Fiksel, J., & Croxton, K. (2010). Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 121.
- Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors*. New York: Free Press. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/333773791_Customer-Focused_Supply_Chain_Strategy_Developing_Business_Value-Added_Framework

- Porter, M. E. (1999). Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions. *Harvard Business School Press*, 98, 80-103.
- Ramdas, K., & Spekman, R. E. (2000). Chain or Shackles: Understanding What Drives Supply-Chain Performance. *Interfaces*, 30(4), 3-21. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/248742527_Chain_or_Shackles_Understanding_What_Drives_Supply-Chain_Performance
- Reuters & BlueYonder. (2020). *Supply Chain Visibility Report 2020*. Obtenido de <https://blog.blueyonder.com/2020-visibility-report/>
- Reuters. (16 de 04 de 2020). *EU trade chief urges for more diverse supply chains after crisis*. Obtenido de <https://business.financialpost.com/pmn/business-pmn/eu-trade-chief-urges-for-more-diverse-supply-chains-after-crisis>
- Reuters EFT. (2020). *Supply Chain Visibility Report* . Obtenido de <https://blueyonder.com/knowledge-center/collateral/reuters-eft-global-logistics-report>
- Risk Ledger. (2020). *A Guide to Supply Chain Security & Financial Resilience during the COVID-19 crisis*. Obtenido de https://riskledger.com/downloads/covid19/#utm_source=pr&utm_medium=press&utm_campaign=COVID-19-wp
- Schmitt, A. J., Sun, S. A., Snyder, L., & Shen, Z. J. (2015). Centralization versus decentralization: Risk pooling, risk diversification, and supply chain disruptions. *Omega*, 52, 201-212. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/279939621_Centralization_versus_decentralization_Risk_pooling_risk_diversification_and_supply_chain_disruptions
- Sheffi, Y. (2005). *The resilient enterprise: overcoming vulnerability for competitive advantage*. Cambridge: The MIT press.
- Sodhi, M. S., Tang, C., & Son, B. (2012). Researchers' Perspectives on Supply Chain Risk Management. *Production and Operations Management*, 21(1). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/256006637_Researchers'_Perspectives_on_Supply_Chain_Risk_Management
- Stalk, G. (1988). Time—The Next Source of Competitive Advantage. *Harvard Business Review*. Obtenido de <https://hbr.org/1988/07/time-the-next-source-of-competitive-advantage>
- Svensson, G. (2000). A Conceptual Framework for the Analysis of Vulnerability in Supply Chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* , 30(9),731-750. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/235280472_A_Conceptual_Framework_for_the_Analysis_of_Vulnerability_in_Supply_Chains
- Tang, S. Y., & Kouvelis, P. (2011). Supplier Diversification Strategies in the Presence of Yield Uncertainty and Buyer Competition. *Manufacturing & Service Operations Management* , 13(4), 439-451. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/262174491_Supplier_Diversification_Strategies_in_the_Presence_of_Yield_Uncertainty_and_Buyer_Competition
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/3088148?seq=1>
- The Economist. (2020). *Índice de riesgo-país*. Obtenido de http://viewswire.eiu.com/site_info.asp?info_name=VW2_RISK_nib&page=rk&page_title=Risk%20table

- Tomlin, B. (2006). On the Value of Mitigation and Contingency Strategies for Managing Supply Chain Disruption Risks. *Management Science* , 52(5), 639-657. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/220534779_On_the_Value_of_Mitigation_and_Contingency_Strategies_for_Managing_Supply_Chain_Disruption_Risks
- Tomlin, B. (2009). Disruption-Management Strategies for Short Life-Cycle Products. *Naval Research Logistics* , 56(4), 318 - 347. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/229964035_Disruption-Management_Strategies_for_Short_Life-Cycle_Products
- Trent, R. J., & Monczka, R. (2005). Achieving Excellence in Global Sourcing. *MIT Sloan Management Review* , 47(1), 24-32. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/289360018_Achieving_excellence_in_global_sourcing
- Vaghefi, M. R. (2001). Creating sustainable competitive advantage: the Toyota philosophy and its effects. *Academy of Management Executive*, 17(2). Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31734468/toyotaphilosophy.pdf?1376696168=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCREATING_SUSTAINABLE_COMPETITIVE_ADVANTA.pdf&Expires=1592565218&Signature=f3omEXgrQ-pn7XeqJoXpOJOJhz9IEv~IgmBq08Tphnv-mypVD9V~
- Walter, G., Cordes, F., Rodríguez, P., Lowe, J., & Pandey, N. (2018). *Turning Visibility into Value in Digital Supply Chains*. Obtenido de Boston Consulting Group: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/turning-visibility-value-digital-supply-chains.aspx>
- Weissman, R. (02 de 04 de 2020). *Supply chains will survive the pandemic, but revised strategies may take hold* . Obtenido de Supply Chain Dive: <https://www.supplychaindive.com/news/coronavirus-supply-chain-strategy-changes/575380/>
- Woods, D., Hollnagel, E., & Levenson, N. (2006). Essential Characteristics of Resilience. *Resilience Engineering: Concepts and Precepts* , 21-34. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/284328979_Essential_characteristics_of_resilience
- Wu, D., & Bergen, M. (2019). *Google Is Moving More Hardware Production Out of China*. Obtenido de <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-06-11/google-is-quickenig-a-shift-of-hardware-production-from-china>
- Wu, L., & Yue, X. (2006). Supply clusters: A key to China's cost advantage. *Supply Chain Management Review*, 10, 46-51. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/286337687_Supply_clusters_A_key_to_China's_cost_advantage

Anexo I - Análisis

A continuación, se recoge el código para crear las tablas de correlación para los 9 indicadores restantes, con el método similar al utilizado para el Riesgo de Seguridad:

```
#TABLA RIESGO2
```

```
PoliticalRisk<-mydata[,c(6,7)]
row.names(PoliticalRisk)<-mydata$Countries
PoliticalRisk<-t(PoliticalRisk)
CorrelPoliticalRisk<-as.data.frame(cov(PoliticalRisk,use =
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))
Total2<-colSums(CorrelPoliticalRisk !=0)
CorrelPoliticalRisk<-rbind(CorrelPoliticalRisk,Total2)
```

```
#TABLA RIESGO3
```

```
GovernmentRisk<-mydata[,c(8,9)]
row.names(GovernmentRisk)<-mydata$Countries
GovernmentRisk<-t(GovernmentRisk)
CorrelGovernmentRisk<-as.data.frame(cov(GovernmentRisk,use =
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))
Total3<-colSums(CorrelGovernmentRisk !=0)
CorrelGovernmentRisk<-rbind(CorrelGovernmentRisk,Total3)
```

```
#TABLA RIESGO4
```

```
LegalRisk<-mydata[,c(10,11)]
row.names(LegalRisk)<-mydata$Countries
LegalRisk<-t(LegalRisk)
CorrelLegalRisk<-as.data.frame(cov(LegalRisk,use =
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))
Total4<-colSums(CorrelLegalRisk !=0)
CorrelLegalRisk<-rbind(CorrelLegalRisk,Total4)
```

#TABLA RIESGO5

```
MacroeconomicRisk<-mydata[,c(12,13)]  
row.names(MacroeconomicRisk)<-mydata$Countries  
MacroeconomicRisk<-t(MacroeconomicRisk)  
CorrelMacroeconomicRisk<-as.data.frame(cov(MacroeconomicRisk,use =  
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))  
Total5<-colSums(CorrelMacroeconomicRisk !=0)  
CorrelMacroeconomicRisk<-rbind(CorrelMacroeconomicRisk,Total5)
```

#TABLA RIESGO6

```
ForeignTradeRisk<-mydata[,c(14,15)]  
row.names(ForeignTradeRisk)<-mydata$Countries  
ForeignTradeRisk<-t(ForeignTradeRisk)  
CorrelForeignTradeRisk<-as.data.frame(cov(ForeignTradeRisk,use =  
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))  
Total6<-colSums(CorrelForeignTradeRisk !=0)  
CorrelForeignTradeRisk<-rbind(CorrelForeignTradeRisk,Total6)
```

#TABLA RIESGO7

```
FinancialRisk<-mydata[,c(16,17)]  
row.names(FinancialRisk)<-mydata$Countries  
FinancialRisk<-t(FinancialRisk)  
CorrelFinancialRisk<-as.data.frame(cov(FinancialRisk,use =  
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))  
Total7<-colSums(CorrelFinancialRisk !=0)  
CorrelFinancialRisk<-rbind(CorrelFinancialRisk,Total7)
```

#TABLA RIESGO8

```
TaxPolicyRisk<-mydata[,c(18,19)]  
row.names(TaxPolicyRisk)<-mydata$Countries  
TaxPolicyRisk<-t(TaxPolicyRisk)  
CorrelTaxPolicyRisk<-as.data.frame(cov(TaxPolicyRisk,use =  
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))  
Total8<-colSums(CorrelTaxPolicyRisk !=0)  
CorrelTaxPolicyRisk<-rbind(CorrelTaxPolicyRisk,Total8)
```

#TABLA RIESGO9

```
LabourRisk<-mydata[,c(20,21)]  
row.names(LabourRisk)<-mydata$Countries  
LabourRisk<-t(LabourRisk)  
CorrelLabourRisk<-as.data.frame(cov(LabourRisk,use =  
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))  
Total9<-colSums(CorrelLabourRisk !=0)  
CorrelLabourRisk<-rbind(CorrelLabourRisk,Total9)
```

#TABLA RIESGO10

```
InfrastructureRisk<-mydata[,c(22,23)]  
row.names(InfrastructureRisk)<-mydata$Countries  
InfrastructureRisk<-t(InfrastructureRisk)  
CorrelInfrastructureRisk<-as.data.frame(cov(InfrastructureRisk,use =  
"pairwise.complete.obs",method = "pearson"))  
Total10<-colSums(CorrelInfrastructureRisk !=0)  
CorrelInfrastructureRisk<-rbind(CorrelInfrastructureRisk,Total10)
```

Una vez se ha conseguido elaborado “SumCorrel” como se ha discutido en el cuerpo del trabajo, la función `fviz_nbclust(SumCorrel,kmeans,method="silhouette")` establece que el número óptimo de clusters para la muestra son 10, y devuelve el siguiente gráfico:

