

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Economía, Administración y
Mercadología

Maestría en Administración



**Mejora de la visibilidad logística para la prevención de riesgos
potenciales en la cadena de suministro de ZF Norteamérica**

TRABAJO RECEPTACIONAL que para obtener el **GRADO** de
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

Presenta: **JESÚS SEBASTIÁN JUÁREZ CHÁVEZ**

Tutor: **JUAN PABLO ZATARAIN HERNÁNDEZ**

Tlaquepaque, Jalisco. 18 de noviembre de 2022.

Contenido

1. Fundamentación del trabajo	4
1.1. Descripción del escenario que se planea intervenir	4
1.2. Descripción de la problemática percibida que justifica la intervención	5
1.3. Validación de las condiciones del escenario	6
1.4. Análisis del contexto y del entorno de la organización	6
1.4.1. Contexto de la empresa	6
1.4.2. Entorno de la organización	7
1.5. Análisis inicial de la problemática: primera hipótesis.	8
1.5.1. Matriz de marco lógico del problema	8
1.6. Objetivos de la intervención	9
1.7. Delimitaciones y área funcional a intervenir	9
1.8. Justificación y pertinencia del trabajo	10
2. Marco conceptual de referencia	11
2.1 Estado de la cuestión	11
2.2 Conceptos y enfoques teóricos relacionados	16
3. Marco metodológico de referencia	19
3.1. Análisis de referencia: primera hipótesis	20
3.1.1. Diagrama causa-efecto o Diagrama de Ishikawa	21
3.2. Definición preliminar de la metodología, selección de las herramientas requeridas y el cronograma.	21
3.3. Metas de información	24
3.4. Identificación, descripción y cuantificación de métricas iniciales.	24
3.5. Descripción del análisis: correlación e interpretación de la información obtenida.	25
3.6. Definición de los factores prioritarios a intervenir y/o modificar en la problemática.	25
4. Estrategia de Intervención	25
4.1. Justificación de la estrategia de intervención	26

4.1.1.	Consideraciones costo/beneficio de la estrategia	27
4.2.	Herramientas e instrumentos.....	33
4.3.	Etapas del proceso de aplicación / intervención	34
4.3.1.	Cronograma de trabajo	36
4.3.2.	Imprevistos.....	37
5.	Exposición de Hallazgos	38
5.1.	Sistematización y aplicación de escalas de medición de resultados	39
5.2.	Organización de la información obtenida.....	40
5.3.	Impacto de la estrategia en la organización	42
6.	Discusión final.....	43
6.1.	Consecuencias de la aplicación de la estrategia	44
6.2.	Aspectos de mejora para intervenciones subsecuentes	49
6.3.	Relevancia y trascendencia disciplinaria del caso	50
7.	Bibliografía.....	52

1. Fundamentación del trabajo

Actualmente la empresa ZF enfrenta altos costos logísticos, en algunos casos, causados por situaciones ajenas a la misma (como desastres naturales, acontecimientos mundiales como la pandemia del covid19, cambios de requerimientos de cliente, etc.). Pagar por servicios de expedición representa altos costos para la compañía y como resultado final, una afectación a las utilidades de esta. Es por esa razón por la cual se considera necesario encontrar una manera de evitar esta situación, mediante la implementación de nuevos procesos, tecnología o una combinación de estas.

1.1. Descripción del escenario que se planea intervenir

ZF Friedrichshafen AG (ZF Group), comúnmente abreviado ZF, es una empresa alemana automotriz fundada por Ferdinand von Zeppelin en 1915 y con sede en Friedrichshafen, ciudad del estado suroeste Baden-Württemberg. ZF tiene 241 plantas a nivel mundial, presencia en 41 países y aproximadamente 148,000 empleados (2019). En 2014 ZF adquiere al fabricante de partes automotrices ZF TRW Automotive por \$13.5 billones de USD. En 2019 se anuncia la adquisición del fabricante global de partes automotrices WABCO, en 2020 de completa la adquisición por \$7 billones de USD. Con estas adquisiciones, el grupo ZF se convirtió en el segundo fabricante de partes automotrices solo por detrás del grupo Robert Bosch GmbH y delante de Continental AG.

Algunos de los productos que fabrica la compañía en sus plantas por todo el mundo son: transmisiones, frenos y sus accesorios, bolsas de aire, cinturones de seguridad, suspensiones (completas o por partes como los amortiguadores), sensores (asistencia de manejo ADAS, sistema de frenado autónomo), solución de manejo autónomo. Los clientes son las armadoras automotrices de grandes marcas como: Grupo VAG (Volkswagen, Audi, Seat, Bugatti, Bentley, Lamborghini, MAN, etc.), BMW, Mercedes Benz – Daimler, Hyundai-Kia, Honda, Toyota, entre otros). Aunque la compañía tiene una división de transmisiones industriales (para vehículos marítimos y generadores eólicos) y otra enfocada a transporte ferroviario, los clientes principales son las armadoras automotrices.

Actualmente la estrategia de la compañía es enfocarse al manejo con cero accidentes y emisiones, razón por la cual dirige sus esfuerzos al desarrollo de tecnología para conducción autónoma, electrificación vehicular, sistemas de seguridad activa y pasiva revolucionaria (como la implementación de bolsas de aire externas para que, en caso de un percance, el auto absorba la energía del impacto de una manera más segura, especialmente al impactar con un peatón).

El departamento logístico de ZF para la región Norteamérica pertenece a la división Materials Management, la cual tiene su sede en Northville, Michigan, USA y (como oficina remota corporativa) en la planta ubicada en el Salto, Jalisco, México. Este departamento se encarga de controlar inventarios, transporte de materiales para producción y producto terminado, trazabilidad, diseño de rutas de transporte, análisis e interpretación de información (costos de transporte, combustibles, tiempos en las rutas, etc.) y desarrollo de proveedores transportistas. El departamento de Materials Management North América constantemente trabaja en estrategias de generación de ahorros logísticos para la compañía.

1.2. Descripción de la problemática percibida que justifica la intervención

Uno de los principales retos que enfrenta la compañía, específicamente en la región Norteamérica, es el alto costo logístico pagado para expedir materiales necesarios en la fabricación de partes automotrices, sobre todo en los últimos 5 años. Cada año, fenómenos naturales afectan la cadena de suministro. Por ejemplo, a principios del año 2021 cayó una fuerte nevada en Texas, USA la cual causó, entre otras cosas, dificultades en la logística de la compañía (mucho material de producción se quedó parado por muchos días en los hubs logísticos). También la temporada de huracanes amenaza directamente a las operaciones de ZF.

El equipo de Materials Management North America está interesado en trabajar en esto. Se tuvieron algunas juntas con el equipo y se detectaron posibles causas de esta problemática, tanto internas como externas. Actualmente las reuniones son semanales con el objetivo de hacer lluvia de ideas, analizar variables, interpretar información y diseñar el plan de trabajo.

Una de ideas que existen es primero enfocarse en 1 o máximo dos localidades de ZF en la región Norteamérica, encontrar la solución a la problemática y una vez que se recaben las lecciones aprendidas, hacer los ajustes necesarios y replicar la estrategia en toda la región. Esta opción es factible porque la compañía tiene procesos estandarizados bien definidos y los siguen todas las localidades a nivel mundial.

1.3. Validación de las condiciones del escenario

- *Identificación del cliente:* Materials Management North America.
- *Sostenibilidad del proyecto:* el cliente actualmente tiene una estabilidad en su estructura, reconoce la problemática y está abierto al diálogo.
- *Tiempo requerido:* 12 a 18 meses aproximadamente.
- *Disposición al cambio:* hay interés por parte del departamento, existe apertura al diálogo y están dispuestos a compartir la información necesaria para poder llevar a cabo el proyecto.

1.4. Análisis del contexto y del entorno de la organización

1.4.1. Contexto de la empresa

Desde 2015 ZF está trabajando en su estrategia 2025, la cual se enfoca principalmente en su filosofía Zero Accidents (conducción autónoma) y la electrificación vehicular, desarrollando tecnología que permita a los fabricantes ofrecer vehículos con estas características, por esta razón, es fundamental para la empresa ser competitiva tanto en tecnología, precios (costos) y tiempos de entrega.

El 29 de mayo de 2020 ZF adquirió la empresa automotriz WABCO (dedicada a la fabricación de frenos, tecnología de estabilización, suspensiones y transmisiones para vehículos pesados).

Desde 2017 a 2021 se han incrementado los costos logísticos a causa de la expeditación de materiales. Actualmente ZF tiene contratos globales con transportistas especializados los cuales otorgan tarifas competitivas para mover carga ya sea por vía aérea, marítima o

terrestre. Para facilitar las operaciones, el departamento logístico se divide en regiones. Para este proyecto de intervención, el enfoque será principalmente la región Norteamérica.

1.4.2. Entorno de la organización

Análisis PESTEL:

- **Político:** cambios de gobierno.
- **Económico:** finanzas corporativas.
- **Social:** Manifestaciones, protestas, crimen organizado y narcotráfico.
- **Tecnológico:** Disponibilidad de la información, procesos, escasez de material productivo (semiconductores, resinas) causado por la pandemia del Covid-19.
- **Medioambiental:** inclemencias del tiempo (huracanes, tormentas, nevadas), político-social (cambios de gobiernos, implementación de leyes y tratados como el TMEC, manifestaciones y protestas, pandemias).
- **Legal:** Cambios en las leyes de transporte y tratados como el TMEC.

De acuerdo con el análisis competitivo de Porter:

- **Entrada potencial de Nuevos Competidores:** la industria automotriz es muy competida y los productos que fabrica ZF solo podrían ser fabricados por grandes empresas como Bosh, Continental y Hella (no todos, pero si muchos de ellos, por ejemplo, ZF no tiene división de iluminación, pero Hella sí).
- **Desarrollo potencial de Productos Sustitutos:** Los productos fabricados son personalizados y creados a partir de los requerimientos específicos del cliente. El riesgo en sí radica en que otros competidores los puedan fabricar a un menor precio y con la misma o mejor calidad / tiempo de entrega.
- **Poder de Negociación de los Proveedores:** Existen relaciones sólidas de largo plazo con transportistas nacionales e internacionales.

- **Poder de Negociación de los Clientes:** La calidad en la fabricación de cada uno de los productos ha sido fundamental para tener relaciones fuertes con los clientes.
- **Rivalidad entre Empresas Competidoras:** Aunque existe competencia, los grandes fabricantes alemanes también cooperan entre ellos para compartir tecnología.

En términos generales, la compañía goza de una estabilidad financiera y de procesos bien definidos, cuenta con sistemas de información como SAP y software de uso interno que provee de información financiera y estadística, la cual será de suma importancia para el análisis del entorno y la posible problemática a tratar (altos costos logísticos).

1.5. Análisis inicial de la problemática: primera hipótesis.

Primera hipótesis: La principal causa de los retrasos logísticos es la falta de visibilidad de los materiales en tránsito y de los cambios en el entorno durante su trayecto.

1.5.1. Matriz de marco lógico del problema

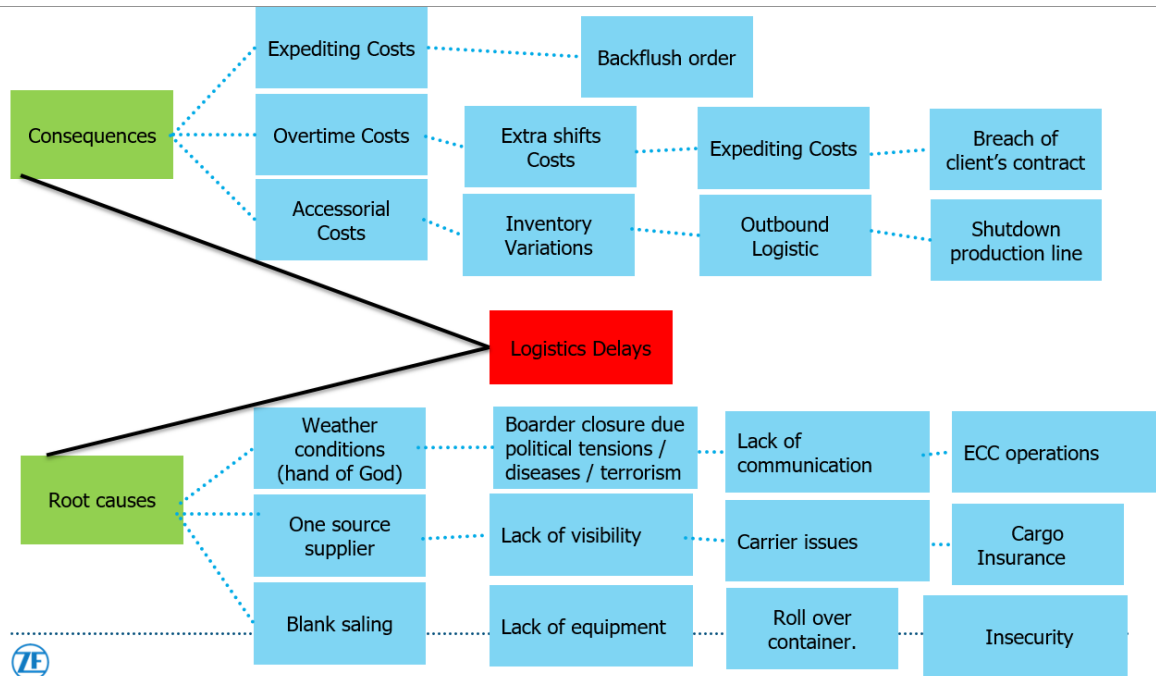


Gráfico 1. Matriz de marco lógico del problema. Elaboración propia con información interna de la empresa.

1.6. Objetivos de la intervención

- **Mejorar el proceso de expeditaciones.** Actualmente, cuando se requiere incrementar la velocidad de un envío, es necesario que la solicitud pase por una serie de aprobaciones, dependiendo del monto, puede llegar a ser necesaria que varios gerentes de distintos niveles aprueben la solicitud.
- **Mejorar la visibilidad logística del departamento Materials Management North América para los responsables del área de materiales de cada planta.**
Actualmente la visibilidad que se tiene en la compañía es mediante los distintos módulos del sistema ERP que se utiliza en la compañía (SAP) para ver el material que hay en cada una de las localidades y el que está en tránsito. Esta información proviene principalmente de transmisiones EDI (Electronic Data Interchange), WebEDI y algunos módulos de SupplyOn (portal estratégico utilizado por ZF para comunicarse con proveedores) como Performance Monitor y Vendor Managed Inventory (VMI).
- **Generar ahorros para la compañía (como consecuencia de los 2 primeros).**

1.7. Delimitaciones y área funcional a intervenir

En general, la delimitación de un proceso de indagación implica por lo menos dos operaciones:

- La intervención se llevará a cabo de abril 2021 a diciembre 2022.
- Los departamentos involucrados son: logística y compras de Norteamérica.
- Se busca mejorar la visibilidad logística para evitar corto de materiales y como consecuencia la expeditación de las mismas.

1.8. Justificación y pertinencia del trabajo

La intervención que se propone en el presente trabajo tiene relevancia para la compañía ZF porque ayudará a resolver un problema recurrente que ha enfrentado los últimos años, generando ahorros para la empresa e incrementando las utilidades de esta.

Algunos de los beneficios que obtendrá ZF:

- Certidumbre logística
- Disminución de costos logísticos de expedición.
- Decremento en multas de clientes por paros de líneas de producción.
- Evitar sobre inventarios.

Realizar esta intervención y aplicarla en la compañía me servirá mucho como experiencia profesional y personal para saber cómo proponer y aplicar mejoras en la compañía, de una manera estructurada y formal. Generar ahorros y resolver problemas reales dentro de una organización es algo que todo gerente y director busca así que saber cómo diagnosticar correctamente alguna problemática y resolverla me será de mucha ayuda en cualquier lugar que labore.

Por último, para poder realizar correctamente esta intervención, considero que me será de mucha utilidad cursar las siguientes asignaturas: Logística internacional, el proceso de negociación, gestión de innovación y desarrollo sostenible de la empresa, dirección de operaciones y dirección estratégica.

2. Marco conceptual de referencia

Investigación de industria alimenticia, textil, electrónica y automotriz (casos reales de bases de datos del ITESO)

Mediante tecnologías como la identificación por radiofrecuencia (RFID, del inglés Radio Frequency Identification) los almacenes logísticos pueden mejorar la trazabilidad de los productos y materiales almacenados, siguiendo cada movimiento de cada objeto, administrar inventarios y optimizar su localización para destinarlos correctamente a su producción o distribución. Aplicando correctamente tecnologías como esta, se puede mejorar la visibilidad logística de una compañía y la gerencia puede tomar mejores decisiones en la planeación logística y en la administración de inventarios. Otra ventaja de este sistema es que puede ayudar a evitar robos y pérdidas de materiales.

2.1 Estado de la cuestión

A continuación, se muestran ejemplos de cómo diversas industrias han resuelto una problemática similar a la que se presenta en esta intervención.

Análisis de información (BigData) casi en tiempo real para trayectorias logísticas con comunicación de campo cercano (Near-Field Communication).

Big Data se refiere a un conjunto de datos complejos que se recolectan de distintas maneras y que son difíciles de procesar con el uso tradicional aplicaciones. Con el uso cada vez mayor de la tecnología RFID y servicios basados en la ubicación, el control de almacén logístico se puede mejorar mediante el análisis del Big Data. La información de volumen generada mediante los sensores RFID en cada producto se puede rastrear a medida que se mueve a través de diferentes lugares. Centrado en la trazabilidad, el sistema propuesto permite conectar diferentes módulos para seguir el movimiento de

productos, gestionar inventarios y optimizar cojinetes de stock para materiales destinados a la producción y / o distribución. El sistema propuesto busca recopilar ubicaciones de productos utilizando tecnologías RFID, modelos y trayectorias de productos de almacén para apoyar la logística gestión y toma de decisiones como planificación logística y programación de un almacén. (Karim, Boulmakoul, & Lbath).

Tras analizar como se utiliza la tecnología RFID y el análisis del BigData para la gestión de almacenes, planificación de la logística y mejorar la toma de decisiones en la industria analizada anteriormente, se considera que estas tecnologías pueden ser de utilidad para mejorar la visibilidad logística de ZF. Se pueden colocar estos sensores RFID en las tarimas que llevan el material para producción y el producto terminado y mediante la implementación de un sistema que analice el BigData, se puede tener en tiempo real la ubicación y la trayectoria recorrida de cada producto, con lo cual, se pueden generar estadísticas y prever futuros escenarios los cuales pueden ayudar a la toma de decisiones logísticas y evitar resultados no deseados. Adicionalmente, al registrar cada tiempo y movimiento, se pueden detectar patrones los cuales pueden dar como resultado el encontrar áreas de oportunidad (como cambiar las ubicaciones de ciertos materiales, área de carga y descarga o las rutas dentro del almacén).

Sistema de seguimiento en tiempo real para la frescura del frío Logística en cadena basada en plataformas IoT (Internet de las cosas) y GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Sistema de seguimiento en tiempo real para la frescura de mercancías frías. La logística de la cadena basada en plataformas IoT (Internet de las cosas -Internet of things- y GPS (Sistema de Posicionamiento Global -GPS-) está diseñada e implementada en este sistema propuesto mediante la utilización de dispositivos GPS instalados en los embalajes de los productos transportados (los cuales permiten el rastreo global de los mismos) y

combinándolo con un software que procese y analice los datos recabados del IoT, se pueden detectar patrones y mejorar las rutas logísticas las cuales garanticen la frescura de la carga. Se demostró que el transporte de línea bajo el efecto de escala tiene mayor eficiencia e impacto económico positivo, lo cual da lugar a la maximización de las utilidades. El marco de GPS ayuda a la teledetección, trazabilidad y optimización de los modelos logísticos tradicionales. Con la ayuda del IoT, se puede evaluar el desempeño logístico general. Mediante la implementación de estas tecnologías, la ruta la logística está diseñada para una optimización general. (Xiao)

Después de analizar cómo empresas que mueven carga fría se apoyan de tecnologías como el GPS y una plataforma que analiza datos del IoT, se detectó una oportunidad para la logística de ZF. Si se implementan estas herramientas dentro de la compañía junto con las que se analizaron anteriormente (RFID y procesamiento del BigData), se puede tener en tiempo real la ubicación global de las mercancías, analizar su recorrido, encontrar patrones y mejorar las rutas con el objetivo de garantizar certidumbre de su ubicación, disminuir costos e incrementar las utilidades.

Monitoreo en tiempo real mediante sensores de fuerza e Internet de las cosas (IoT) aplicados en la logística.

El trabajo analizado explica como mediante la utilización de sensores de fuerza e impacto se puede garantizar la seguridad de un paquete y detectar daños durante el envío. Un sensor ubicado en la parte superior del paquete puede identificar si la carga ha sido abierta mientras que un sensor de impacto ubicado en la parte inferior puede monitorear el daño sufrido. Los sensores están conectados a una baja potencia y a un dispositivo de lectura con una unidad de microcontrolador (MCU) para analizar los datos y un módulo de radiofrecuencia (RF) para transferir los datos de forma inalámbrica. Adicionalmente, con un dispositivo telemático se pueden recopilar y analizar datos de múltiples paquetes de

forma inalámbrica y estos ser cargados en la nube, lo cual, permitiría el monitoreo en tiempo real durante el transporte. Este modelo de gestión logística ayudaría a mejorar la calidad de servicios prestados por la empresa de logística y al mismo tiempo ganar credibilidad del consumidor. Los autores de esta investigación creen firmemente que este tipo de sensores se pueden implementar de manera realista en la logística en el cercano futuro. (Chuang, Weng, Chang, & Lee)

Tras analizar este trabajo de investigación, se encontró nuevamente como el IoT y los sensores de Radio Frecuencia (RFID) juegan un papel importante en la logística de muchas compañías en la actualidad. Como se ha mencionado anteriormente, estas tecnologías abren una posibilidad para mejorar la visibilidad logística de ZF, detectar posibles retrasos futuros (por ejemplo, detectar cuando un embarque lleva mucho tiempo en una misma ubicación o cuando este mismo está circulando en un área que está siendo afectada por un fenómeno natural como un huracán, tormenta tropical, terremoto, etc.

Monitoreo logístico en tiempo real (RTLTM)

La tasa promedio de fruta que perece durante el envío varía entre el 10 y el 25%. Este volumen de pérdidas justifica la necesidad de medios de control de calidad. Debajo del paradigma SaaS (Software como Servicio -Software as a Service-), el sistema RTLTM (monitoreo logístico en tiempo real) tiene como objetivo responder a este problema a través del seguimiento en tiempo real de las condiciones en las que se encuentra la fruta transportada. El proyecto RTLTM integra una aplicación web sensible, un sistema de servicios de monitoreo, un Motor ETL (Extract, Transform and Load es el proceso que permite a las organizaciones mover datos desde múltiples fuentes, reformatearlos y limpiarlos, y cargarlos en otra base de datos, data mart, o data warehouse para analizar, o en otro sistema operacional para apoyar un proceso de negocio (Wikipedia, 2021)) y un

conjunto de servicios integrados a través de complementos con sensores desarrollados con tecnología Arduino.

El sistema de monitoreo logístico en tiempo real ofrece grandes oportunidades para ZF ya que se podrían conocer instantáneamente las condiciones en las que se encuentra la carga (humedad, temperatura, salinidad, exposición solar, etc.). Si bien, los productos que fabrica ZF no son perecederos como tal, si pueden verse afectados a la exposición prolongada de elementos que afecten su composición (por ejemplo, las piezas que van dentro de un amortiguador podrían oxidarse al estar expuestas a humedad dentro del medio de transporte que se utilice para su traslado si este mismo mueve cargas que puedan contaminarse entre sí). Con el RTLM podrían detectarse eventualidades como esta y evitarlas en un futuro.

Después de analizar otras industrias que han enfrentado una problemática similar, se puede afirmar que es pertinente realizar esta intervención ya que si es posible resolver el problema que está enfrentando ZF. Si bien las compañías analizadas anteriormente pertenecen a industrias distintas a la automotriz, la forma en que se resolvió la situación puede servir como guía y adaptarse para mejorar la visibilidad logística que se pretende en la presente intervención. Por ejemplo, mediante la utilización de la tecnología NFC, se puede monitorear en tiempo real cada embarque, tanto los que provienen de los proveedores, los envíos intercompañía, así como también los que tienen como destino la entrega al cliente final (armadoras automotrices). Si además de esto, se mezclan estas tecnologías con otras como el GPS y el internet de las cosas, se pueden lograr grandes soluciones, por ejemplo, un mapa mundial el cual muestre en tiempo real los fenómenos naturales, las localidades de ZF a nivel mundial, los proveedores y los materiales que están en tránsito, de manera que este mapa alimentado en tiempo real permita mejorar la visibilidad logística de la compañía y ayude a las personas responsables de la cadena de suministro a tomar decisiones con mayor información en mano.

2.2 Conceptos y enfoques teóricos relacionados

A continuación, se muestran una serie de conceptos relacionados con esta investigación los cuales tienen como objetivo el facilitar la identificación y entendimiento de los mismos para hacer más clara esta intervención:

- **Adquisición de información en tiempo real (real-time data acquisition):** Los sistemas de adquisición de datos, como su nombre indica, son los productos y/o procesos utilizados para recopilar información para documentar o analizar un fenómeno (Sistema de adquisición de Datos, 2021).
- **Monitoreo logístico (logistics tracking):** control de la ejecución prevista en el plan de distribución y entrega de materiales para la producción y producto terminado en tiempo real, integrándose con el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) tanto del cliente final como la empresa transportista alimentados por dispositivos GPS, sensores y escáneres instalados en la flota de transporte o instalaciones propias o tercerizadas. (Monitoreo Logístico, 2021)
- **Trabajo en proceso (WIP):** son los bienes, inventario y/o productos parcialmente terminados de una empresa que esperan su finalización y venta final o el valor de estos artículos. (Work in process, 2021).
- **SupplyOn:** compañía alemana de soluciones en tecnologías de la información que facilita la colaboración eficiente entre empresas compradoras y sus proveedores a través de una plataforma de internet. (¿Qué es SupplyOn?, 2021)
- **Inventario administrado por proveedor (VMI):** es un modelo logístico que busca optimizar el manejo de inventarios, alistamiento y preparación de pedidos, a través de la administración de la cadena de abastecimiento más eficiente por parte del proveedor, partiendo del conocimiento de inventarios y el flujo en general de las ventas o producción de los clientes. Es un modelo cooperativo entre cliente y proveedor que comparten información crucial para la administración, manejo y reposición de inventarios. (Que es VMI – Inventario administrado por el proveedor, 2016).

- **Planificación de recursos empresariales (ERP): Enterprise Resource Planning (ERP)** se refiere al tipo de software que usan las organizaciones para administrar las actividades empresariales diarias, como la contabilidad, el abastecimiento, la administración de proyectos, el cumplimiento y la gestión de riesgos y las operaciones de la cadena de suministro. Los sistemas de ERP unifican una gran cantidad de procesos de negocios y habilitan el flujo de datos entre ellos. Al recopilar los datos transaccionales compartidos por una organización desde diversas fuentes, los sistemas de ERP eliminan la duplicación de datos y proporcionan la integridad de los datos con una sola fuente de verdad. (Definición de planificación de recursos empresariales (ERP), 2021).
- **SAP:** fundada en 1972 en Mannheim, Alemania, es empresa multinacional dedicada al diseño de productos informáticos de gestión empresarial, tanto para empresas como para organizaciones y organismos públicos. En términos de ventas, SAP es la mayor compañía de software de Europa y la tercera más grande del mundo. (SAP SE, 2021).
- **NFC:** Las siglas NFC vienen de Near-Field Communication, que su traducción al español es “comunicación de campo cercano”. El NFC es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance y alta frecuencia creada para el intercambio de datos entre dispositivos cercanos.

La tecnología, procesos y sistemas descritos en los conceptos arriba mencionados se relacionan con este proyecto de intervención porque son utilizados con mucha frecuencia en la industria automotriz, por esa razón, se consideró importante nombrarlos y explicarlos con la finalidad de tener un panorama más completo del entorno sobre el cual se desempeña la compañía a intervenir. Por ejemplo, la gran mayoría de las grandes compañías utilizan software de planificación de recursos empresariales (ERP), en el caso de ZF, se utiliza SAP. Específicamente en la industria automotriz, además de ZF, la utilización de SupplyOn es común en varias empresas para facilitar el intercambio electrónico de información (Electronic Data Interchange o sus siglas EDI) con proveedores

que no cuenten con la infraestructura EDI mediante el servicio WebEDI para enviar facturas electrónicas, liberación de materiales (delivery schedules) y notificaciones avanzadas de envíos (advanced shipping notifications). Además, se utilizan otros módulos de compras, calidad y logística los cuales tienen la finalidad facilitar el trabajo en conjunto cliente – proveedor, resolver posibles problemas de calidad, dar certidumbre y transparencia a las partes involucradas y mejorar los procesos logísticos, logrando en conjunto satisfacer a los clientes internos y externos, disminuir costos y maximizar las ganancias. Además de ZF, algunas empresas de la industria automotriz que utilizan SupplyOn son: Continental, Bösch, BMW, Mini, Hella, VW, etc. Las tecnologías de monitoreo en tiempo real y de radiofrecuencia NFC son utilizadas principalmente en industrias alimenticias y farmacéuticas. Si bien no son comunes en ZF, basándose en las industrias mencionadas en el estado de la cuestión, se estima sean de utilidad también en la industria automotriz ya que podrían ser una parte de la solución que se pretende encontrar para mejorar la visibilidad logística en esta empresa a intervenir. Probablemente el mayor reto para la implementación de nuevas tecnologías es que todos los participantes deben invertir para utilizarlas (tanto ZF como sus proveedores logísticos y de materiales), sin embargo, basándose en la experiencia de la implementación de SupplyOn (donde los proveedores pagan el servicio a dicha compañía porque es un requerimiento mandatorio para tener negocio con ZF), probablemente se pueda implementar algo así para adoptar estas tecnologías en la cadena de suministro de esta compañía a intervenir.

3. Marco metodológico de referencia

En este apartado se analiza y actualiza en base a lo investigado la hipótesis planteada en la sección 1.5, se explica mediante la teoría del cambio cuál es el estado actual y el deseado que se espera obtener después de haber realizado la presente intervención, identificando las causas raíz y el efecto que tienen en la compañía. Se eligió utilizar la metodología DMAIC para mejorar el proceso logístico, se comparte una línea del tiempo donde se muestra de manera general las fases que tendrá el presente proyecto y mediante la herramienta SIPOC se plasma gráficamente un mapeo del proceso logístico para la cadena de suministro de ZF Norteamérica. Se explican las variables cualitativas y cuantitativas que se esperan obtener para los tres objetivos de la presente intervención y como se obtendrán, se confirman cuales datos se sistematizarán en tablas y gráficos para después interpretar la información y conocer las áreas de oportunidad. Más adelante se explica el porque estos datos son relevantes para este proyecto.

Al final de este capítulo 3, se explica la razón por la cual se decidió enfocarse principalmente en el objetivo de mejorar la visibilidad logística del departamento Materials Management de ZF North América.

Por último, es importante mencionar que para la sección 3.1 se omiten las subsecciones 3.1.1. Matriz de marco lógico del problema, 3.1.2. Mapa de problemática y 3.1.4. Mapas de relaciones ya que de momento no aplican para el presente trabajo.

3.1. Análisis de referencia: primera hipótesis

Tomando en cuenta la primera hipótesis del apartado 1.5 del presente trabajo y basándose en lo investigado hasta el momento, se plantea la siguiente hipótesis actualizada: **la mayoría de los retrasos logísticos de ZF podrían evitarse mejorando la visibilidad de los materiales en tránsito mediante la utilización de tecnologías actuales aún no implementadas en la compañía.**

Para el análisis de esta hipótesis se hará uso de la teoría del cambio:

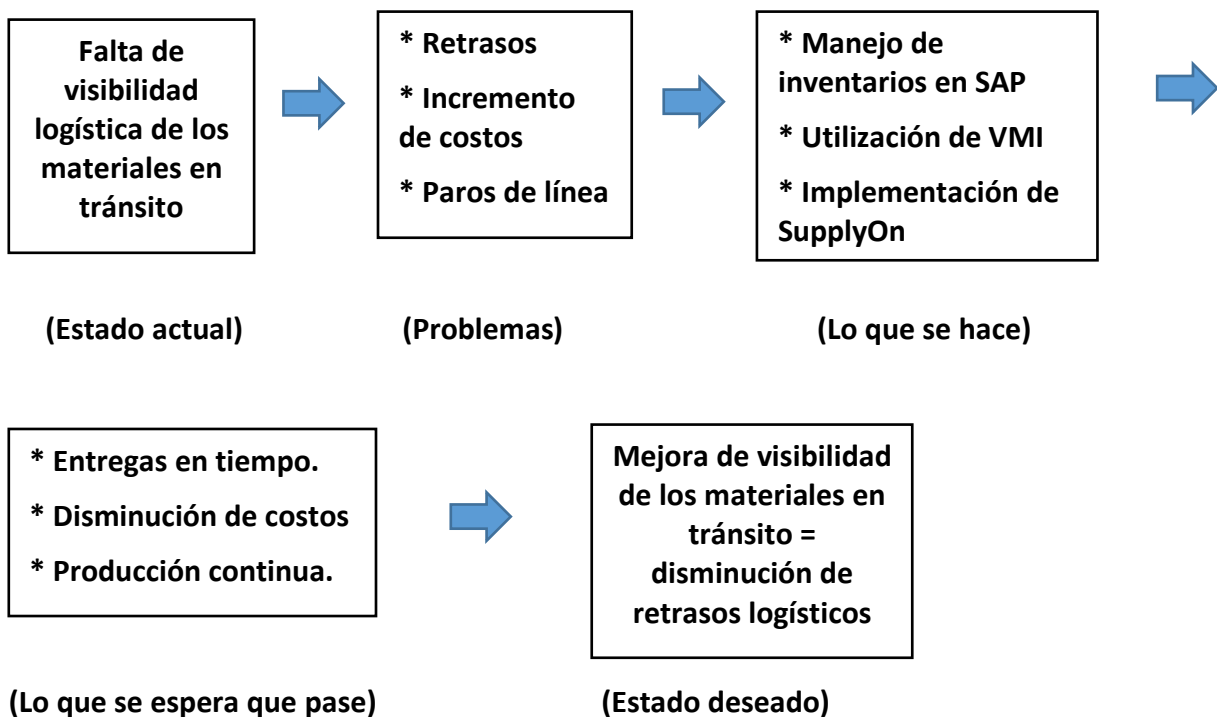


Gráfico 2. Teoría del cambio sobre la falta de visibilidad logística de los materiales en tránsito. Elaboración propia con información interna de la empresa.

3.1.1. Diagrama causa-efecto o Diagrama de Ishikawa

Después de una serie de juntas con el departamento de compras directas y logística de ZF el Salto, se encontraron algunas de las principales causas de altos costos logísticos, los cuales se pueden observar en el siguiente diagrama de Ishikawa:

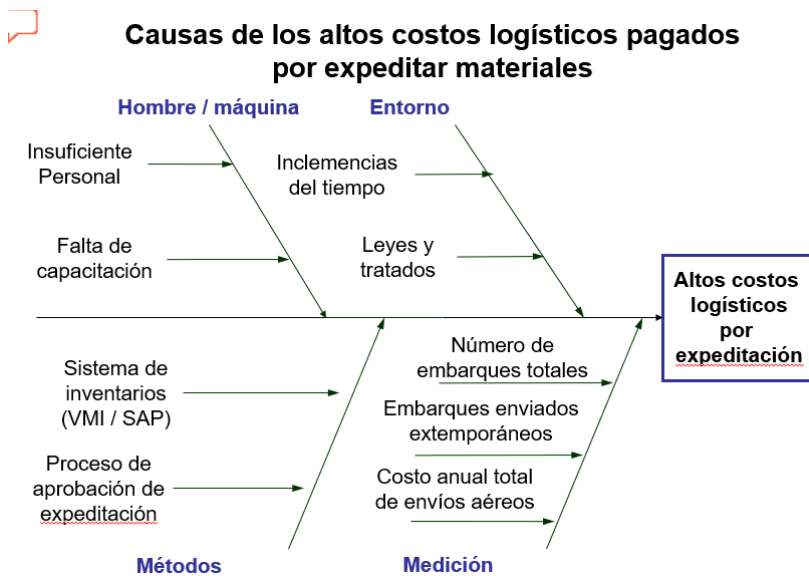


Gráfico 3. Causas de los altos costos logísticos. Elaboración propia con información interna de la empresa.

Si bien este es el primer acercamiento que se tuvo con una de las áreas involucradas, se encontraron algunas posibles causas de los altos costos logísticos pagados por expeditar materiales. Este mismo ejercicio se hará con otros departamentos, como el de finanzas y logística, con el objetivo de tener una mayor claridad de la problemática actual.

3.2. Definición preliminar de la metodología, selección de las herramientas requeridas y el cronograma.

El enfoque del presente trabajo de investigación será cualitativo, basándose en estudios previos para comprender como otras industrias enfrentaron una problemática similar y como lo resolvieron, de manera que se obtenga un punto de partida más certero y se

ahorre tiempo evitando “investigar lo ya investigado”. A pesar de que los casos de cada empresa son únicos, probablemente se puedan adaptar algunas de las acciones que tomaron para resolver la situación logística que enfrenta ZF. Por ejemplo, las industrias que se analizaron en el estado de la cuestión del presente trabajo sirven como ejemplo e inspiración para encontrar una solución similar y adaptarla a las necesidades de ZF.

Después de revisar distintas herramientas metodológicas para mejorar el proceso logístico y resolver la situación actual, se decidió utilizar la metodología **DMAIC** -Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (Define, Measure, Analyze, Improve y Control)-. Esta metodología se debe llevar a cabo en el orden de su nombre hasta alcanzar la mejora deseada.

«Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre» William Thomson Kelvin



Gráfico 4. Ciclo DMAIC. Elaboración propia.

A continuación, se muestra la línea del tiempo del presente proyecto de intervención:



Gráfico 5. Línea del tiempo del proyecto de intervención, elaboración propia.

El cronograma de actividades se definirá una vez que se detallen los paquetes de trabajo con el objetivo de hacerlo lo más preciso posible.

A continuación, se muestra un mapeo de procesos utilizando la herramienta SIPOC:

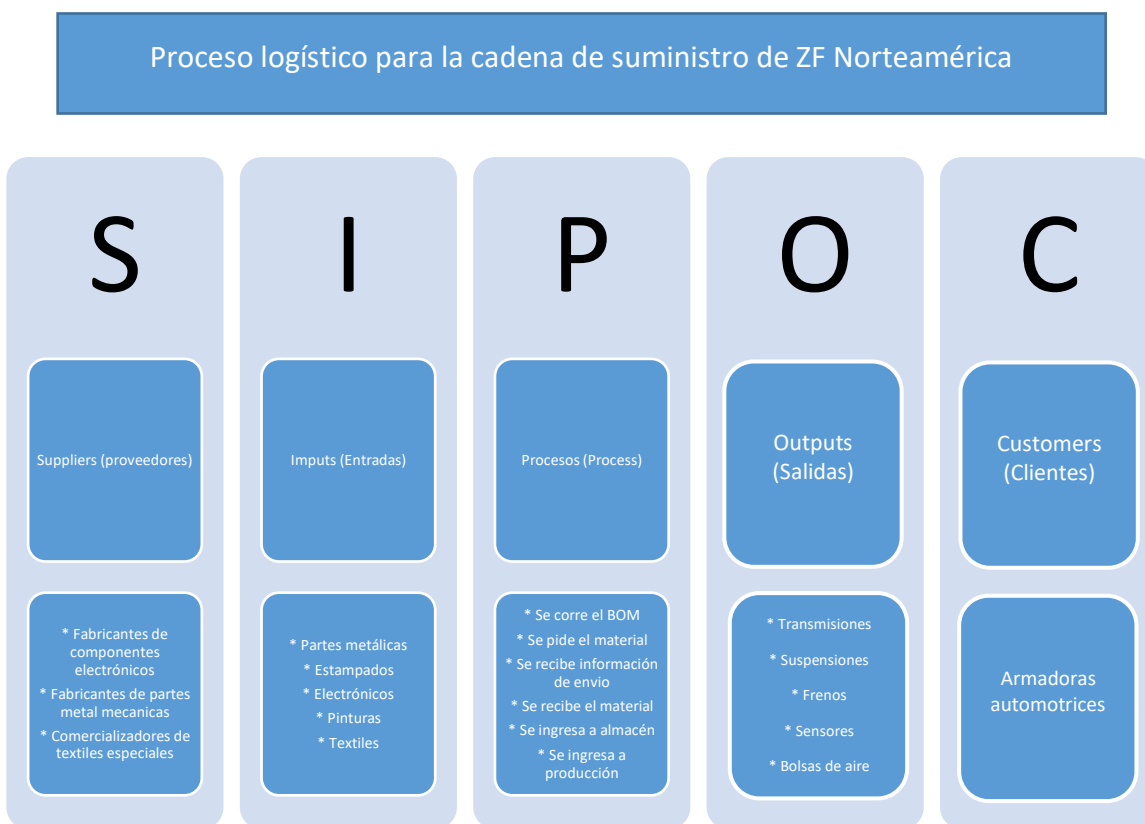


Gráfico 6. Diagrama SIPOC del proceso logístico para la cadena de suministro de ZF Norteamérica. Elaboración propia con información interna de la empresa.

3.3. Metas de información

Las variables cualitativas y cuantitativas que se esperan obtener para los tres objetivos mencionados en el apartado 1.6 de la presente intervención son:

- **Mejorar el proceso de expeditaciones.**

Variables cualitativas: calificación no numérica del proceso, departamento que califica al proceso, capacidad de reacción.

- **Mejorar la visibilidad logística del departamento Materials Management North América para los responsables del área de materiales de cada planta.**

Variables cualitativas: la visibilidad logística actual, el conocimiento de las distintas herramientas existentes, entendimiento del proceso de inducción y utilización de conexiones EDI y WebEDI.

- **Generar ahorros para la compañía (como consecuencia de los 2 primeros).**

Variables cuantitativas: precios de envíos expeditados, precio de fletes regulares, costo de almacenajes extra, costo de horas extra, costo de paro de línea.

Para la recopilación de las variables mencionadas se aplicarán cuestionarios y entrevistas, se realizarán observaciones y consultarán los registros en las bases de datos internos. Una vez obtenida esta información, se ordenará en tablas y se graficará. Al final después de analizar estos datos, se compartirán las conclusiones.

3.4. Identificación, descripción y cuantificación de métricas iniciales.

Los datos para sistematizar a través de tablas y gráficos son:

- Número de embarques totales durante el periodo 2020-2021.
- Embarques enviados extemporáneos.
- Costo anual de envíos no expeditados (marítimos y terrestres).
- Costo anual de envíos expeditados (aéreos).

Una vez obteniendo esta información, se podrá analizar e interpretar para conocer las áreas de oportunidad a intervenir, existirá claridad sobre el estado actual y como consecuencia será fácilmente identificado el estado deseado.

3.5. Descripción del análisis: correlación e interpretación de la información obtenida.

Los datos que se pretenden recabar servirán para confirmar la relevancia de la presente intervención, ayudarán a conocer la situación actual y los costos que se desprenden de esta misma, se podrán identificar las áreas de oportunidad y las ventajas económicas que representarían para la compañía cuando se realice la presente intervención.

3.6. Definición de los factores prioritarios a intervenir y/o modificar en la problemática.

Como se menciona en el apartado 1.6 del presente trabajo, los objetivos de esta intervención son: mejorar el proceso de expeditaciones, mejorar la visibilidad logística del departamento Materials Management de ZF North América para los responsables del área de materiales de cada planta y generar ahorros para la compañía.

En base a lo investigado y analizado, se considera que si esta intervención se enfoca principalmente al segundo objetivo (mejorar la visibilidad logística), se pueden lograr en gran parte los otros dos (como consecuencia). Por tal motivo, la prioridad será atender este primeramente y si las circunstancias lo permiten, enfocarse en alguno de los otros dos a mayor profundidad.

4. Estrategia de Intervención

En este capítulo se explica a detalle como se realizará la intervención en ZF.

Primeramente, se recabará información proveniente de bases de datos de la compañía (frecuencia de envíos, orígenes, destinos, costos del flete regular y costo del flete expeditado). Una vez obtenidos estos datos, se procesarán, analizarán e interpretarán con

el objetivo de tener una “fotografía” de la situación logística actual. Después, se realizarán encuestas y entrevistas para conocer la opinión y punto de vista de las personas que integran los departamentos de compras y logística, con el objetivo de hacer un cruce de información entre lo recabado de las bases de datos, su interpretación y la opinión de los departamentos a intervenir, para así tener mayor claridad de la situación actual y detectar las áreas de oportunidad. Una vez realizadas estas actividades, se procederá a hacer un resumen de los hallazgos obtenidos, con el objetivo de validar que tan factible sería aplicar algunas de las soluciones que otras industrias han aplicado para resolver una problemática similar a la de ZF (mostradas en el apartado 2.1 del presente trabajo). Para comprobar esto, se realizará un análisis de costo beneficio, con el objetivo de demostrar numéricamente si tiene sentido invertir en la tecnología requerida para replicar alguna de las soluciones que otras compañías han implementado. Una vez realizada esta comprobación, se presentarán los resultados obtenidos a los departamentos de ZF con la intención de que se implemente la mejor alternativa que presente el mayor costo – beneficio para la compañía. La intención del presente trabajo es que se aplique alguna de las soluciones al término del año 2022, sin embargo, la decisión final de cuando se aplicaría recae completamente en ZF (ya que internamente deberán realizar un análisis financiero y determinar cuándo podrían asignar el presupuesto necesario para su implementación).

4.1. Justificación de la estrategia de intervención

Como se ha comentado en secciones anteriores del presente trabajo, existe una problemática de naturaleza logística en ZF la cual está causando un aumento en los costos logísticos. El propósito de esta intervención es mejorar esta situación, si bien lo ideal sería resolver por completo la situación, la realidad es que esto resulta prácticamente imposible. Sin embargo, lo que si se puede hacer es (mediante las herramientas adecuadas, la implementación de la metodología DMAIC y seguir el cronograma de trabajo planteado en el apartado 4.3.1) reducir significativamente el estado no deseado y lograr los objetivos mencionados en el apartado 1.6 del presente trabajo (mejorar el





proceso de expeditaciones, mejorar la visibilidad logística del departamento y generar ahorros para la compañía).

4.1.1. Consideraciones costo/beneficio de la estrategia

Se realizará un análisis comparativo mostrando los siguientes 4 puntos: costo actual de los embarques, costo de la expeditación de los embarques (porcentaje) y su frecuencia, costo de la implementación de las mejoras planteadas en la presente intervención junto con una comparativa del costo de la expeditación de los embarques vs la implementación de un sistema de mejora de visibilidad en la cadena logística de ZF que permita minimizar los aumentos en los costos logísticos. Antes de proponer a la compañía invertir recursos en implementar alguna mejora, esta se justificará debidamente para demostrar la factibilidad de esta. Este apartado se desarrollará más una vez que la intervención sea aplicada.

En ZF, se utiliza el transporte aéreo como un respaldo para cuando el transporte marítimo es muy lento o hay cortos de material (y un potencial paro de línea). A continuación, se muestra un gráfico comparativo de transportación de ultramar en el cual la compañía detalla los costos por contenedor de 40', costo promedio por 100kg, tiempo de tránsito, fortalezas y debilidades de cada modalidad de transporte:

Transportmode overview Oversea Supply Chain

	 Sea Freight	 Railway (EU-CN)	 Air Freight	 CEP
Costs 40' FCL	~ 2000 € (Range 300-8000€)	~ 5.000 €	~15.000 € - 100.000 €	n.a.
Average costs / 100kg	~ 10 €	~ 25 €	~ 75-500 €	~ 35-300 €
Transit Time	20 – 55 days	22- 28 days	5 – 7 days	5 – 10 days
Strength	Costs	7-14 days less transit time to China Economic Alternative to Air Freight	Transit Time (2 - 7 days)	Transit Time (5 - 10 days)
Weakness	Long transit time, weather-dependent	Rail connection needed	Costs	Max. 30kg/ package Costs

conditions on freight purchasing share, (ask plant logistics manager): [Vertriebsteam/kesZ1120/individual/ZF-Frachtenkauf/](#)

©ZF/REGFA, OVERSEAS SERVICE

Gráfico 7. Transport mode overview oversea supply chain. Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

Como se puede observar, por costos, la opción más deseable es transportar material por medio marítimo y como última opción, mover carga por flete aéreo o CEP. A continuación, se elaboran dos tablas comparativas que clarifican aún más el impacto en el incremento del costo cuando se mueve carga por vías más rápidas (expeditado):

	Transporte marítimo	Ferrocarril (Unión Europea-China)	Transporte aéreo	CEP
Costo promedio por contenedor 40' FCL	8000 € *	5000 € *	15000-100000 € *	NA
Costo promedio por 100 kg	10 € *	25 € *	75-500 € *	35-300 € *

Tabla 1. Comparación en € sobre el impacto en el incremento del costo logístico entre distintos medios de transporte. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos de la intranet de la compañía zoom.zf-world.com

*Los precios están basados en información obtenida de la intranet de la compañía, sin embargo, debido a los acontecimientos derivados del covid19, la saturación de los puertos marítimos, escasez de conductores de autotransportes, la guerra entre Ucrania y Rusia, entre otros, los precios actuales han sufrido incrementos significativos, por lo cuál los porcentajes pueden ser aún mayores a los presentados más adelante.

Diferencia de precio marítimo vs aéreo (%) equivalente a un contenedor 40' FCL	800%*
Diferencia de precio ferroviario vs aéreo (%) equivalente a un contenedor 40' FCL	500%*
Diferencia de precio marítimo vs aéreo (%) por 100 kg	200%*
Diferencia de precio ferroviario vs aéreo (%) por 100 kg	500%*
Diferencia de precio marítimo vs CEP (%) por 100 kg	333%*
Diferencia de precio ferroviario vs CEP (%) por 100 kg	833%*

Tabla 2. Comparación porcentual sobre el impacto en el incremento del costo logístico entre distintos medios de transporte. Fuente: elaboración propia basada en datos extraídos de la intranet de la compañía zoom.zf-world.com

Como conclusiones generales basadas en los números anteriormente expuestos, la utilización del transporte aéreo y CEP son significativamente más caros para ZF. Si bien no es razonable imaginar un escenario en donde no se utilicen estos métodos de transportación, si existe una inmensa área de oportunidad de implementar un sistema y tecnologías que ayuden a reducir su utilización, mejorar la visibilidad logística de la compañía y generar ahorros.

Internamente, la utilización del transporte aéreo se clasifica según el peso y nivel de urgencia, de la siguiente manera:

1. Transporte aéreo < 2,5 toneladas (a partir de octubre de 2021)

Para envíos de carga aérea de menos de 2,5 toneladas, ZF tiene contratos globales con tarifas y tiempos de tránsito definidos. A partir de octubre de 2021, se implementó una estrategia de nominación de carga aérea INBOUND. En cada paquete entrante, se puede decidir entre dos transportistas como se muestra a continuación.

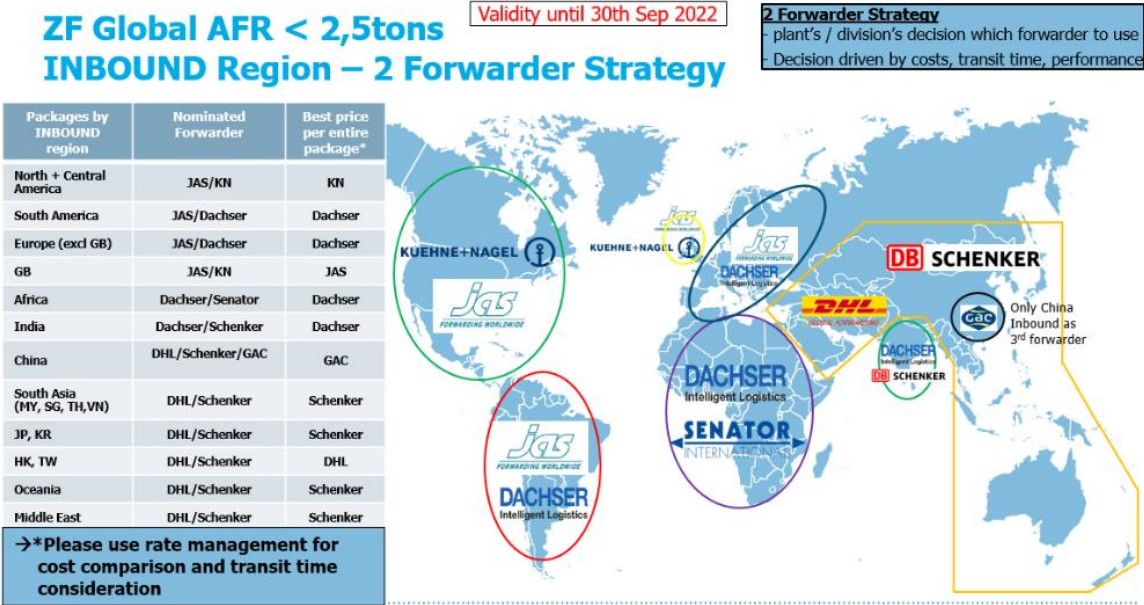


Gráfico 8. ZF Global Air Freight per Region. Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

2. Carga Aérea > 2.5 toneladas / Proyectos Especiales ("Spot Quotes")

Para envíos grandes y proyectos con requisitos especiales (por ejemplo, prototipos), el transportista logístico y el precio se determinan en base a un acuerdo individual, considerando el cronograma y las oportunidades del mercado.

A continuación, se muestra el proceso para este tipo de requerimiento.

RFQ Procedure for shipments > 2.5 to "Spot Quotes"

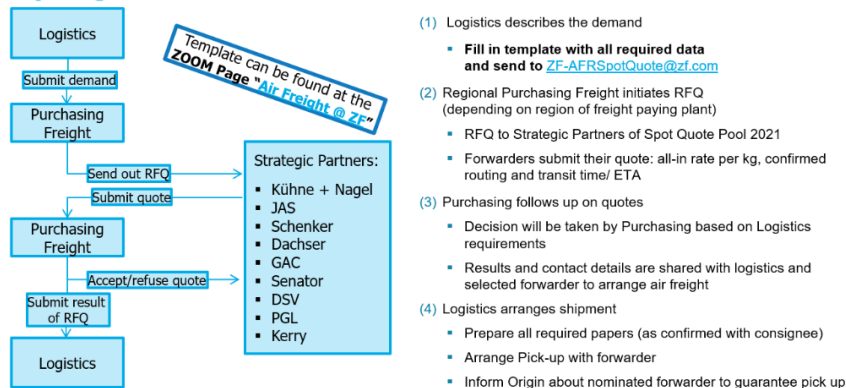


Gráfico 9. RFQ Procedure for shipments >2.5 to "Spot Quotes". Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

3. Envíos de tiempo crítico

Cuando se requiere un flete aéreo de acción inmediata, los envíos en los que el tiempo es crítico deben ser organizados directamente por la planta. En el siguiente gráfico, se muestran ejemplos y el proceso para este tipo de envíos.

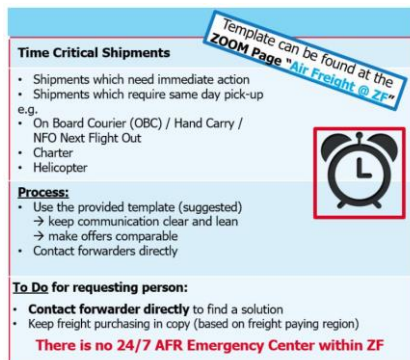


Gráfico 10. Time critical shipments. Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

Pre-Selection of forwarders for time critical shipments

additionally to the nominated forwarders for shipments < 2.5 to and > 2.5 to

Region	Forwarder	ONLY to use for time critical shipments as defined on slide 18	Email Address	Phone Number
Global	Priority Freight		zf-emergency@priorityfreight.com	+49 69 247499910
Global	CNW		cnw-zf-ct@cnwglobal.com	+1 800 852 2282
Global	Time:matters		service@time-matters.com	+49 69 9999 2079
Global (In Testphase)	Cogistics		callcenter@cogeticstransportation.com	+1 888 520 7623
Mainly Americas (In Testphase)	Europartners		critical.cargo@europartners.com.mx	

Gráfico 11. Pre-selection of wordarders for critical shipments. Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

Proceso de aprobación de carga aérea

Desde el 24 de septiembre de 2018, existe una política de aprobación global para carga aérea para todo el grupo ZF. El siguiente diagrama proporciona una descripción general de lo que implica la política.

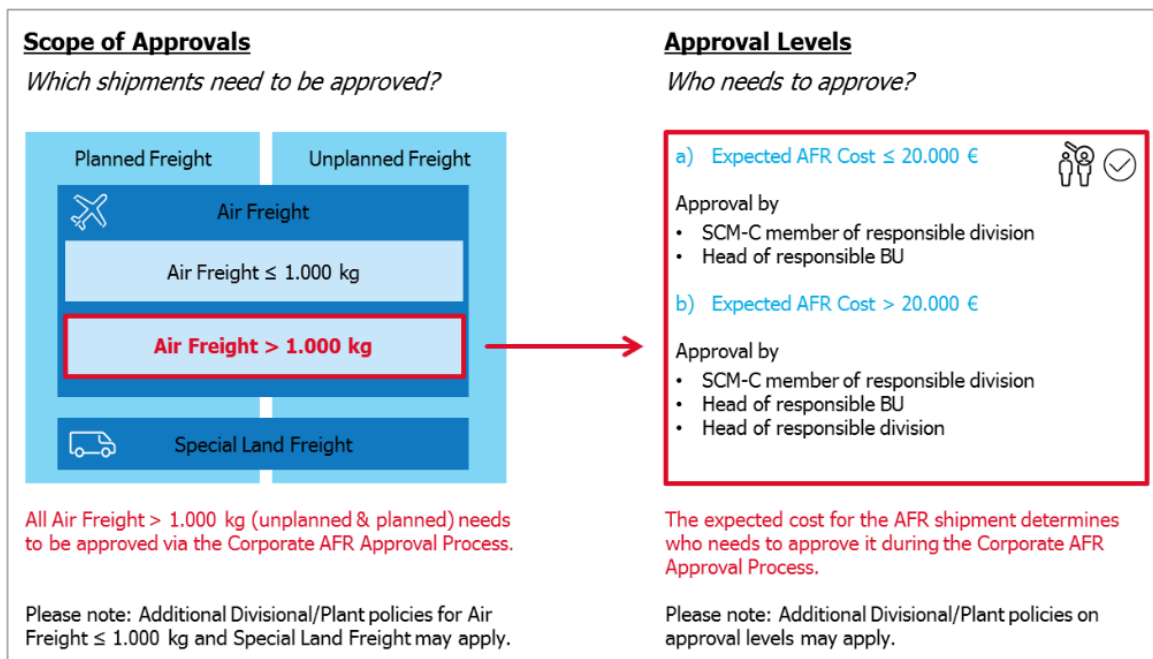


Gráfico 12. Scope of approvals and approval levels. Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

Consideraciones sobre el uso del transporte aéreo

Antes de optar por transportar carga mediante un flete aéreo, se debe validar si es posible utilizar un método de transporte más económico (ferrocarril, transporte terrestre en camión, marítimo) ya que el costo por transportar un material puede ser significativamente más elevado entre un método a otro. Incluso dentro del transporte aéreo (de acuerdo a datos obtenidos de la intranet), **el factor de costo entre un flete aéreo estándar a uno “priority” puede ser 1.6 veces mayor y de este a uno “flash” puede ser de 10 o más veces mayor.** Por esta razón, el proceso de aprobación de este tipo de fletes sigue un estricto proceso y debe estar debidamente acompañado de una justificación de negocio válida. La imagen de abajo explica más a detalle lo anteriormente mencionado:

Air Freight

- Before starting an Air Freight, please check all other cheaper opportunities like direct road haulage per truck, sea freight, railway or CEP. **Air Freight should only be used, if no other opportunity is sufficient to prevent line stop.**
- **Please assure that your Air Freight is [approved](#)**, before you start the shipping or at least directly after arrange the shipping in urged cases. Non-approved Air Freight will be escalated in the monthly airfreight cost report: All Air Freight costs are visible per reporting unit to the Corporate and Divisional functions.
- Schedule as soon as possible the transport: The sooner you request the better the condition will be.
- Process:
 - Airfreight < 2,5t -> contact the regional nominated air freight forwarder
 - Airfreight > 2,5t or Flash-> Spotquote (see next slide)
- airfreight cost are mainly depending on the service and on actually demand on the market:

Service	Transit Time	Cost factor
Standard	5-10	1
Priority	4-5	~1,6
Flash	1-3	~10-XX

Gráfico 13. Air Freight. Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

Servicio de mensajería y paquetería express

Dentro de la transportación aérea, el servicio de mensajería y paquetería express es una alternativa muy útil para envíos cuyo peso (real o volumétrico) es menor a 30kg.

CEP – Courier Express Parcel Service

- Standard for shipments <30kg
- Fast Service compared to other transport modes.

Reconsider if you really need express services or services with a specified time: Sometimes standard services are as fast as the express service. Moreover, the faster the service the higher the costs.

Forwarder	Service	DE - CN	DE - IN	DE - US
DHL	Transit Time Express (only)	2	2	2
TNT	Transit Time Standard	3	4	3
	Transit Time Express	3	3	2
UPS	Transit Time Standard	6	6	4
	Transit Time Express	4	2	2

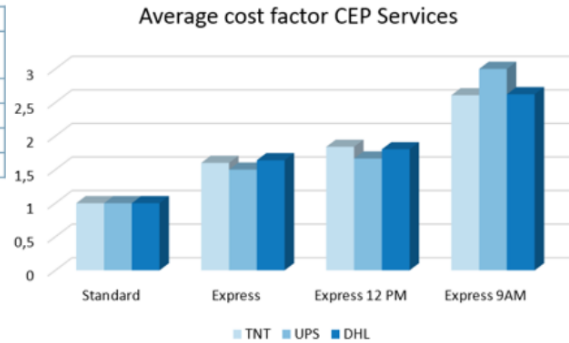


Gráfico 14. CEP. Fuente (portal de la intranet): zoom.zf-world.com

Como se puede observar, dentro del servicio CEP, la diferencia de costo entre el servicio estándar al express es 1.5 veces mayor, al express 12 pm es casi 2 veces mayor y express 9 am es casi 3 veces mayor. Nuevamente, se confirma el área de oportunidad que existe ya que la utilización de estos servicios es costosa para ZF.

4.2. Herramientas e instrumentos

Como se mencionó en el punto 4 del presente trabajo de intervención, se utilizarán las siguientes herramientas con el objetivo de conocer la situación actual real de la problemática detectada, detectar áreas de oportunidad, validar la factibilidad de algunas de las opciones para resolver el estado actual no deseado mediante un análisis de costo-beneficio y con esto, presentar la propuesta a los departamentos de ZF responsables de tomar la última decisión para invertir en la adquisición de nuevas tecnologías y/o mejoras de procesos:

- **Investigación en bases de datos internas y externas:** se espera obtener histórica sobre los últimos 3 años de embarques (tanto de proveedores como hacia los clientes), de manera que se conozca el número total de embarques y cuántos de ellos fueron expeditados.
- **Encuestas:** conocer anónimamente la opinión de los empleados de los departamentos de compras y logística sobre la situación logística actual.
- **Entrevistas:** conocer directamente la opinión de algunos empleados de los departamentos de compras y logística (elegidos aleatoriamente) sobre la situación logística actual.
- **Análisis de manuales de puesto, procesos y flujos de trabajo:** se pretende detectar si la razón de la problemática actual es porque la documentación actual de los departamentos de compras y logística no es lo suficientemente clara como para evitar problemas en la ejecución y que esto genere retrasos logísticos.
- **Software para el análisis e interpretación de datos (Excel, Orange):** una vez recabada toda la información de todos los puntos anteriores, se presentará de manera ordenada gráficos y estadística y un resumen ejecutivo el cuál (basándose en el cruce de toda la información recolectada y procesada) detallará la razón de la problemática actual y la mejor solución para la compañía en relación a su costo-beneficio.

4.3. Etapas del proceso de aplicación / intervención

A continuación, se muestran los pasos para implementar la estrategia de intervención.

- Primeramente, se realizará una investigación en las bases de datos de la compañía con el objetivo de encontrar datos estadísticos sobre el número total de embarques de material productivo de la planta de ZF ubicada en el Salto (correspondientes al año 2021), se revisará cuántos de estos tuvieron un flete ordinario y cuales fueron expeditados (con el objetivo de encontrar la diferencia de precio y la frecuencia de uso, para así conocer el área de oportunidad de la

presente intervención). Una vez recolectados estos datos, se procesarán para darles forma, se realizarán gráficas y se hará un resumen en el cual se interpretarán los resultados obtenidos durante dicha investigación.

- Se realizarán encuestas y entrevistas aleatoriamente a algunos miembros de los departamentos de compras y logística de ZF el Salto para conocer su opinión y punto de vista sobre la problemática actual.
- Se revisarán los manuales de puesto para detectar si existe discrepancia entre cómo se deben realizar las actividades y como realmente se hacen (esto último se conocerá mediante las entrevistas mencionadas en el anterior punto).
- Se hará un cruce de información entre lo recabado durante la investigación en las bases de datos, las encuestas y entrevistas y el análisis de los manuales de puesto con la finalidad de encontrar coincidencias y así tener una “fotografía completa” de la situación actual. Después, se hará una revisión de cuáles de las soluciones mostradas en el punto 2.1 del presente trabajo se podrían aplicar para solucionar la problemática detectada (realizando un análisis de costo-beneficio).
- Se presentarán los resultados obtenidos a los departamentos de ZF con la intención de que se implemente la mejor alternativa que presente el mayor costo – beneficio para la compañía.

A continuación, se muestran las etapas de la intervención que se aplicará en ZF utilizando la metodología DMAIC mencionada en el apartado 3.2 del presente trabajo:

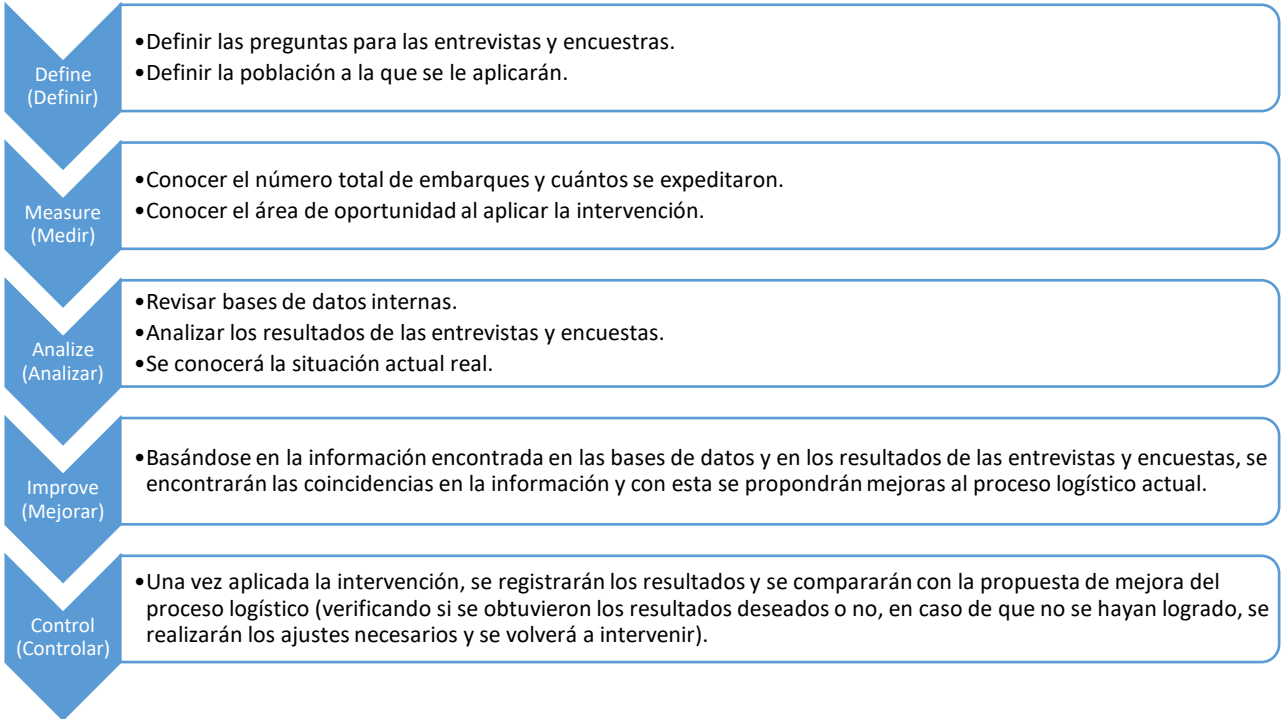


Gráfico 15. Etapas de la intervención bajo la metodología DMAIC. Elaboración propia.

4.3.1. Cronograma de trabajo

El siguiente cronograma de trabajo tiene contempladas las distintas etapas de la intervención que se realizará en ZF “el Salto”. Como se comentó en los primeros capítulos del presente trabajo, se pretende aplicar la mejora propuesta en una localidad de ZF Norteamérica, recabar los resultados, hacer los ajustes necesarios y replicar la intervención en toda la región Norteamérica para, más adelante, hacerlo a una escala global. A continuación, se muestra brevemente cuándo se realizarán cada una de las etapas de este proyecto:

	2022
--	-------------

Intervención ZF el	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
Salto												
Elaboración de la estrategia de intervención	■	■	■									
Aplicación de la intervención (encuestas, entrevistas y consulta de bases de datos)			■	■	■	■	■	■				
Exposición de hallazgos			■	■	■			■	■			
Discusión final (ajustes y áreas de mejora para su aplicación a mayor escala)										■	■	■

Tabla 3. Cronograma de trabajo. Elaboración propia.

4.3.2. Imprevistos

Si bien la presente intervención está planeada y organizada para su correcta aplicación y evaluación como se mostró en el anterior cronograma de actividades, es posible que haya sucesos inesperados los cuales puedan afectar algunas de las etapas del proyecto o los intereses de los departamentos y sus colaboradores a intervenir. A continuación, se muestran algunas de las dificultades se prevé puedan enfrentarse:

Imprevisto	Forma de revertirlo
Falta de colaboración por parte de los departamentos de compras y logística	Crear una propuesta de valor, de manera que los departamentos relacionados vean la utilidad no solo en términos generales para la compañía, sino también a sus propios departamentos.
Resistencia al cambio por parte de los colaboradores	Adicional a la propuesta de valor mencionada en el punto anterior, se podrían establecer alianzas con la

	gerencia de cada departamento involucrado.
Cambio de área	Desarrollar relaciones estratégicas con los departamentos de compras y logística para que, en caso de un cambio de área, se continúe con la presente intervención.
La problemática es más grande de lo que se esperaba	Acotar el proyecto, identificando los puntos principales que, al resolverlos, se mejore considerablemente la situación actual. Considerar una segunda o tercera fase del proyecto en caso de que sea necesario.

Tabla 4. Imprevistos de la intervención. Elaboración propia.

5. Exposición de Hallazgos

A continuación, se muestran los hallazgos obtenidos después de aplicar encuestas al departamento de compras y logística:

- Se encontró que de los 21600 embarques de ZF el Salto, aproximadamente el 5% (1080) fueron expeditados y estos representaron en promedio un 50% de incremento en su costo logístico para hacer llegar el material más rápido.
- Las encuestas y entrevistas mostraron que algunos miembros de los departamentos de compras y logística de ZF el Salto están bajo mucha presión y se sienten frustrados al realizar sus actividades porque tienen que hacer muchas cosas a la vez y consideran que el número de empleados en sus respectivos

departamentos es insuficiente, por lo cual, están propensos a cometer errores o no detectar riesgos potenciales que provoquen retrasos logísticos y como consecuencia, expeditar materiales.

- Alrededor de un 90% de los empleados se mostró positivo a utilizar alguna solución tecnológica que los ayudara a hacer mejor su trabajo (sobre todo las personas de 25 a 35 años, las cuales están más familiarizadas con los asistentes digitales tanto los de los sitios de internet como los que se encuentran disponibles en los teléfonos celulares actuales).
- La documentación interna (manuales, flujos y procesos) es suficiente y correcta para evitar expeditaciones o al menos, disminuirlas lo más posible. Los manuales de puesto también contienen la información suficiente para explicar a los empleados de los departamentos de compras y logística como deben realizar sus actividades.
- Basándose en la información obtenida y procesada de las encuestas, se encontró con que una de las razones sobre la problemática actual es la fuerza laboral en ambos departamentos es insuficiente, en el proceso hay muchos pasos manuales y falta una mejor integración entre los sistemas utilizados.

5.1. Sistematización y aplicación de escalas de medición de resultados

A continuación, se muestra un modelo general y descriptivo de la sistematización de esta intervención, es importante mencionar que la escala de medición que se utilizó es de tipo nominal. Para obtener la siguiente información, se aplicaron encuestas a los departamentos de compras y logística, con la intención de conocer sus opiniones sobre la problemática actual y encontrar más indicios sobre las causas raíz de esta.

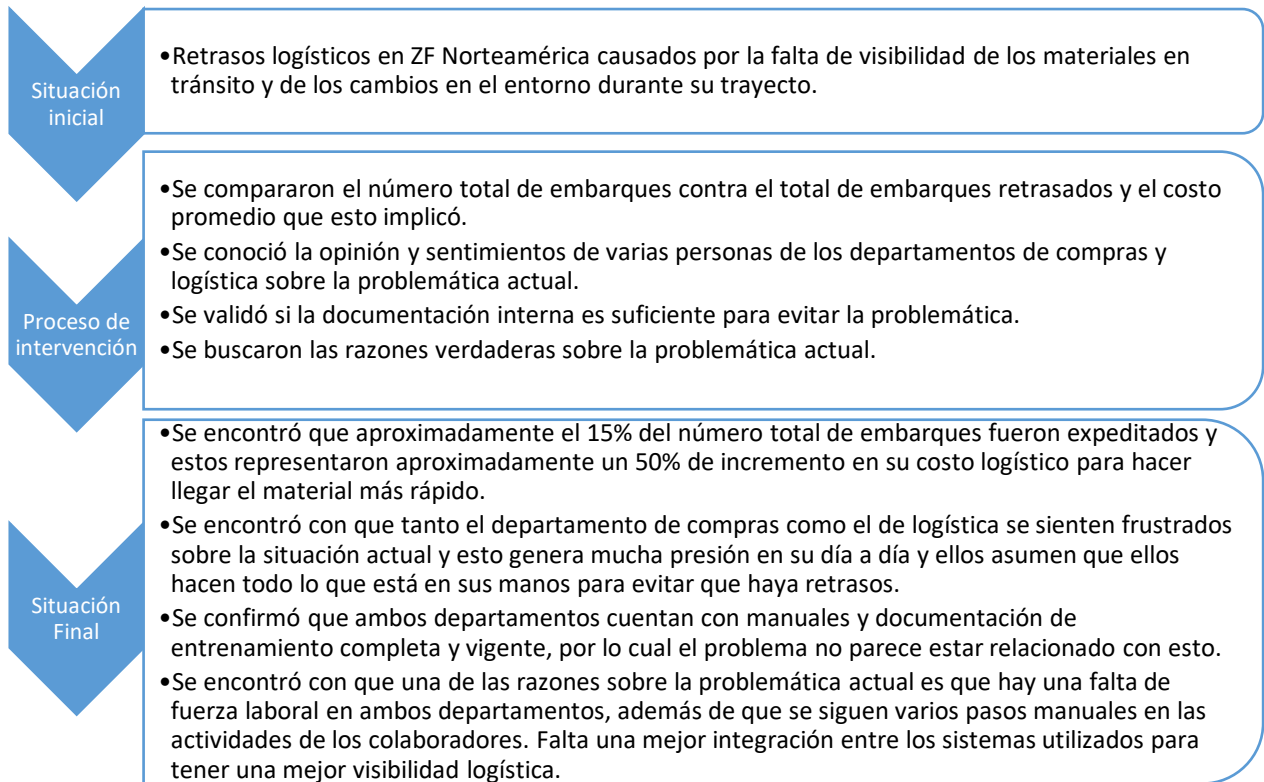


Gráfico 16. Modelo general y descriptivo de la sistematización de la intervención. Elaboración propia con información.

5.2. Organización de la información obtenida

Dentro de las preguntas que se realizaron durante las entrevistas, se planteó a los empleados la posibilidad de utilizar algún tipo de inteligencia artificial, internet de las cosas, sensores, etc. que permitieran facilitar las tareas del día a día. Alrededor de un 90% de los empleados se mostró positivo a utilizar alguna solución tecnológica que los ayudara a hacer mejor su trabajo (sobre todo las personas de 25 a 35 años, las cuales están más familiarizadas con los asistentes digitales tanto los de los sitios de internet como los que se encuentran disponibles en los teléfonos celulares actuales). Al tener la experiencia de haber trabajado en el desarrollo de un asistente digital para el departamento de “comunicación electrónica con proveedores (EDI / SupplyOn), se tuvo la oportunidad de conocer a muchas personas de distintos departamentos de ZF (IT, especialistas en SAP, finanzas, gerentes de proyectos enfocados a la digitalización y mejoras de procesos, etc.) y especialistas externos contratados por ZF (Orbis) lo cual permitió tener bases sólidas sobre

cómo desarrollar herramientas tecnológicas dentro de la compañía. Después de platicar con el equipo de IT de la compañía (localizado en Polonia), compartirle los hallazgos encontrados y comentarle algunas ideas de una posible solución, se solicitó que calcularan una estimación de cuál sería el costo de programar e implementar un sistema y tecnologías que se adapten a las necesidades de la compañía para crear un recurso personalizado que permita resolver la problemática que se enfrenta (afortunadamente, ZF cuenta con el ERP SAP, una fuerte infraestructura de IT y presupuesto para mejorar sus procesos, cuestiones fundamentales que minimizan esa brecha tecnológica entre el estado actual y el deseado), el costo estimado que calculó IT fue de €664,000 aproximadamente. Por medio de la investigación interna en las bases de datos, se encontró que cerca del 5% (1080) de los 21600 embarques fueron expeditados (año 2021) en ZF El Salto y estos representaron aproximadamente un 50% de incremento en su costo logístico para hacer llegar el material más rápido. Cada expeditación de material es particular (por el peso, origen, tarifa de ese momento y tipo de material embarcado) y no es posible hacer un cálculo exacto ya que no existe un histórico que muestre de manera organizada ese nivel de detalle de los materiales expeditados (o al menos al que se pueda tener acceso), sin embargo, haciendo un cálculo basándose en el promedio del costo de expeditación y el número total de embarques, tenemos el siguiente resultado:

Número total de embarques ZF El Salto 2021	21600
Número de embarques expeditados (5%)	1080
Costo promedio de embarque expeditado	€7500
Costo total de embarques expeditados (CTEE)	€8,100,000
Estimación de costo para la solución tecnológica (calculado por IT Polonia)	€664,000

Tabla 5. Análisis de total de embarques, sus costos y el de la solución tecnológica propuesta. Elaboración propia con información interna de la empresa.

Como se puede observar, el costo de la solución tecnológica es cerca del 8.19% del costo total de embarques expeditados por ZF el Salto en 2021. Si dicha solución logra evitar la expeditación de al menos 175 embarques (8.19% de los 21600 embarques del 2021), la herramienta se amortizaría por sí misma en un solo año al evitar la expeditación de dichos embarques. Dicho todo esto, la solución tecnológica propuesta en el presente trabajo es económicamente factible y el retorno de la inversión sería de menos de 1 año, por lo cual se considera altamente probable que la compañía asigne presupuesto a finales del 2023 para el desarrollo de esta.

5.3. Impacto de la estrategia en la organización

Hasta este momento, tanto el departamento de compras como el de logística se muestran emocionados y un poco temerosos a la vez por los cambios que todo este proyecto podría representar para sus actividades diarias (existe el temor de que una mejora en el proceso o implementar una solución tecnológica represente el despido de algunos), sin embargo, se muestran también positivos por los beneficios que este tendría tanto para ellos como para la empresa misma. La resistencia al cambio es algo natural en las organizaciones, lo que es de suma importancia para la correcta adopción de un nuevo proceso, tecnología o herramienta y reducir dicha resistencia es demostrar mediante datos reales y calculados (histórico de embarques, proyección de ventas a 5 años) que todos estos cambios ayudarán a hacer más fácil su trabajo y ninguna herramienta o tecnología reemplazara a nadie, al contrario, ayudará a prepararse para poder mantener un nivel de servicio adecuado cuando la demanda aumente sin necesidad de contratar a más personas.

Basándose en las respuestas de los empleados y después de revisar la documentación oficial disponible (manuales de puesto, de procedimientos y flujos de procesos) se encontró que la solución a la problemática no parecía estar en esa dirección sino más bien mediante la implementación de tecnologías y herramientas que permitieran hacer el trabajo más fácil para los departamentos directa e indirectamente involucrados.

6. Discusión final

Durante la aplicación de esta intervención, se obtuvieron importantes hallazgos los cuales ayudaron a sentar las bases para poder cumplir con 2 de los objetivos planteados al principio del presente trabajo: mejorar la visibilidad logística del departamento Materials Management North América y generar ahorros para la compañía (€8,100,000 anuales aproximadamente).

La investigación de esta intervención permitió descubrir áreas de oportunidad para la compañía (por ejemplo, se encontró documentación valiosa la cuál sentó las bases para el presente proyecto y la solución propuesta del DLA (Digital Logistics Assistance). Las encuestas y entrevistas realizadas a los departamentos de compras y logística ayudaron mucho a conocer su opinión y punto de vista sobre la problemática actual, se detectó que hace falta incrementar la fuerza laboral, hay problemas de comunicación entre distintos departamentos -como logística y compras, lucha de poderes entre colaboradores y un alto espíritu de competitividad entre los miembros de un mismo departamento, lo cual genera un clima de frustración entre los equipos de trabajo y puede provocar un potencial incremento en la rotación de ambas áreas.

Hay que recordar que la presente intervención inicio en enero 2022, año bastante retador en muchos sentidos por factores internos y externos. Las consecuencias económicas que trajo la pandemia del covid19 desde el 2020 a la fecha y la guerra de Rusia contra Ucrania a inicios del 2022 trajeron consigo una serie de sucesos y consecuencias que fueron afectando no solo a la industria automotriz, sino a la economía global (inflación, incremento de desempleo, escasez de materiales y materias primas, disminución de poder adquisitivo, incremento de costos logísticos, disminución de ventas, entre otros). ZF comenzó a tomar una serie de decisiones para hacer frente a la problemática mundial, por esa razón, decidió reestructurar su fuerza laboral. Esto ayudó a que la empresa estuviera en una mejor posición financiera (las ventas globales durante el 2020 y 2021 bajaron considerablemente y a la vez los costos logísticos incrementaron, además de que desde el 2021 a la fecha el precio de la gasolina y gas natural se han disparado a niveles muy altos,

encareciendo la producción y los costos fijos de la compañía, principalmente en sus localidades europeas).

Si bien la situación por la que se atraviesa es bastante compleja, el Digital Logistics Assistance (herramienta que permite a grupos de interés visualizar en tiempo real el trayecto de embarques y detectar riesgos reales y potenciales) puede ayudar a que se eviten situaciones que comprometan aún más las finanzas corporativas.

A razón de todo lo anteriormente mencionado y después de mostrar el concepto del DLA al departamento logístico de Norteamérica, la compañía se muestra interesada en el proyecto, sin embargo, el presupuesto requerido para llevarlo a cabo será sujeto de aprobación en el 3er trimestre del 2023 (por la situación económica que se atraviesa, la empresa está priorizando los proyectos de acuerdo con su relevancia y trascendencia).

En las siguientes páginas se muestran las consecuencias de la aplicación de la estrategia, ejemplos visuales del DLA, algunos aspectos de mejora sugeridos para intervenciones subsecuentes y la relevancia y trascendencia disciplinaria del caso.

6.1. Consecuencias de la aplicación de la estrategia

La presente intervención permitió conocer el área de oportunidad en la logística de ZF El Salto, conocer los sentimientos y las circunstancias actuales de los departamentos de compras y logística de ZF El Salto, así como también validar que la documentación interna (manuales, flujos y procesos) es correcta y suficiente. Por otra parte, se descubrió que la fuerza laboral en ambos departamentos es insuficiente, en el proceso hay muchos pasos manuales y falta una mejor integración entre los sistemas utilizados. El presente trabajo ayudó a que los departamentos de logística y compras se dieran cuenta de que existe una solución práctica a la problemática logística que enfrenta la empresa mediante la utilización de la herramienta Digital Logistics Assistance (DLA) propuesta en este proyecto y que esta misma no reemplazará a ninguno de ellos, al contrario, los ayudará a prepararse para los años venideros cuando la demanda se incremente con el paso del tiempo (basándose en los pronósticos ventas). La gerencia del departamento de Materials

Management North América se mostró muy interesada en el concepto del DLA que se le presentó durante la realización de la intervención, ve un gran potencial y beneficios para la compañía al adoptar este asistente digital y se sorprendió que el retorno de inversión sería de menos de 1 año. Una vez al año finanzas aprueba el presupuesto anual de cada departamento, a principios de septiembre del 2022 se aprobó la estimación monetaria para el 2023, por lo cual la aprobación del presupuesto requerido para desarrollar el DLA y su implementación se hará hasta septiembre 2023. Como este proyecto involucra no solo a Materials Management North América sino también a IT (específicamente a IPT Produktionstechnologie & Projekte - Tecnología de Producción y Proyectos-), el costo total del DLA se deberá considerar en el presupuesto anual de ambos departamentos.

Anteriormente, la empresa alemana Orbis se ha encargado de la programación de herramientas digitales (como el Digital Onboarding Assistant -DOA-, un asistente digital que automatiza tareas de enrolamiento de proveedores en materia de conexiones EDI y de SupplyOn), por lo cual se presume que esta empresa se encargará también del desarrollo y codificación del DLA.

El Digital Logistics Assistant se hará disponible en el “Business Portal” de ZF y este mismo estará disponible en español, inglés, alemán, chino y portugués (la razón de esto es porque la compañía tiene una importante presencia en países dónde se hablan estos idiomas y esta iniciativa facilitaría la utilización de la herramienta para todos los empleados a nivel mundial).

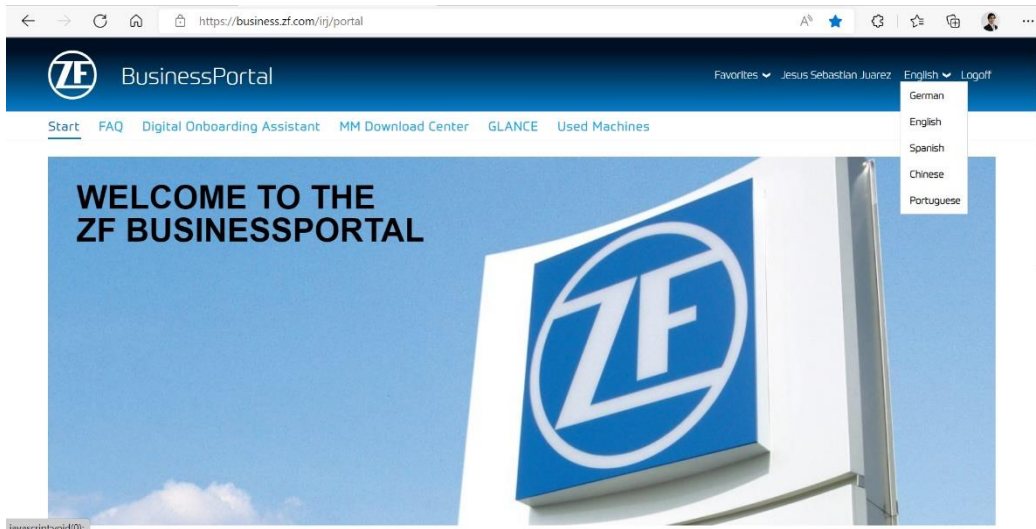


Gráfico 17. Página principal del ZF Business Portal. Fuente: Business Portal de ZF <https://business.zf.com/>

Con el fin de mantener el mismo estilo gráfico utilizado en otras herramientas digitales de la compañía, el Digital Logistics Assistant adoptará la distribución del menú y su secuencia lógica, los colores y tipografías oficiales de ZF para mantener congruencia con la identidad de la marca. Al iniciar sesión, el usuario podrá visualizar un mapa mundial actualizado en tiempo real mostrando la temperatura, distintas fuerzas de la naturaleza (tormentas, huracanes, tifones) y eventos sociales que puedan impactar el tránsito de las mercancías desde el origen hasta su destino. Este mapa obtendrá la anterior información de los sensores RFID instalados en el empaque de cada carga (los cuales serán leídos por lectores inalámbricos instalados tanto en el área de embarques como en los medios de transporte) y de sitios como The Weather Channel (<https://weather.com>) y de Google para que la información mostrada sea confiable.

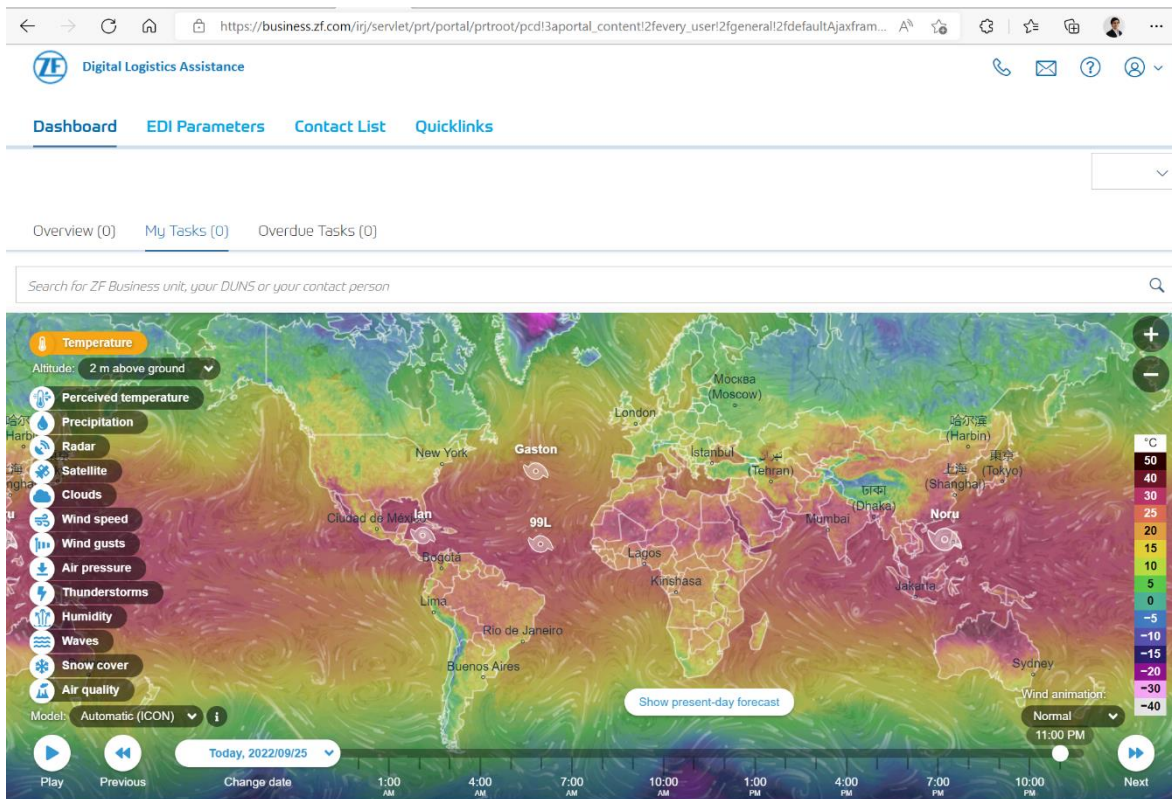


Gráfico 18. Ejemplo visual del DLA (elaboración propia). Se muestran distintos fenómenos climatológicos a nivel global (principalmente huracanes, tormentas y temperatura de las regiones). Mediante simbología estandarizada, en el mapa mundial también se podrán ver acontecimientos de importancia y relevancia que puedan interferir en el correcto tránsito del material transportado (inundaciones, derrumbes causados por terremotos, manifestaciones, protestas consecuencias de actos de terrorismo, entre otros).

El DLA permitirá al usuario utilizar la barra de búsqueda para visualizar el trayecto en curso y ver el origen y destino del embarque en cuestión. En caso de que exista algún evento como los anteriormente mencionados, el DLA mostrará una alerta al usuario para que este tome las acciones necesarias (avisar a su jefe inmediato, contactar al transportista y de ser necesario escalar la situación cuanto antes) y el impacto en la cadena de suministro sea el menor posible.

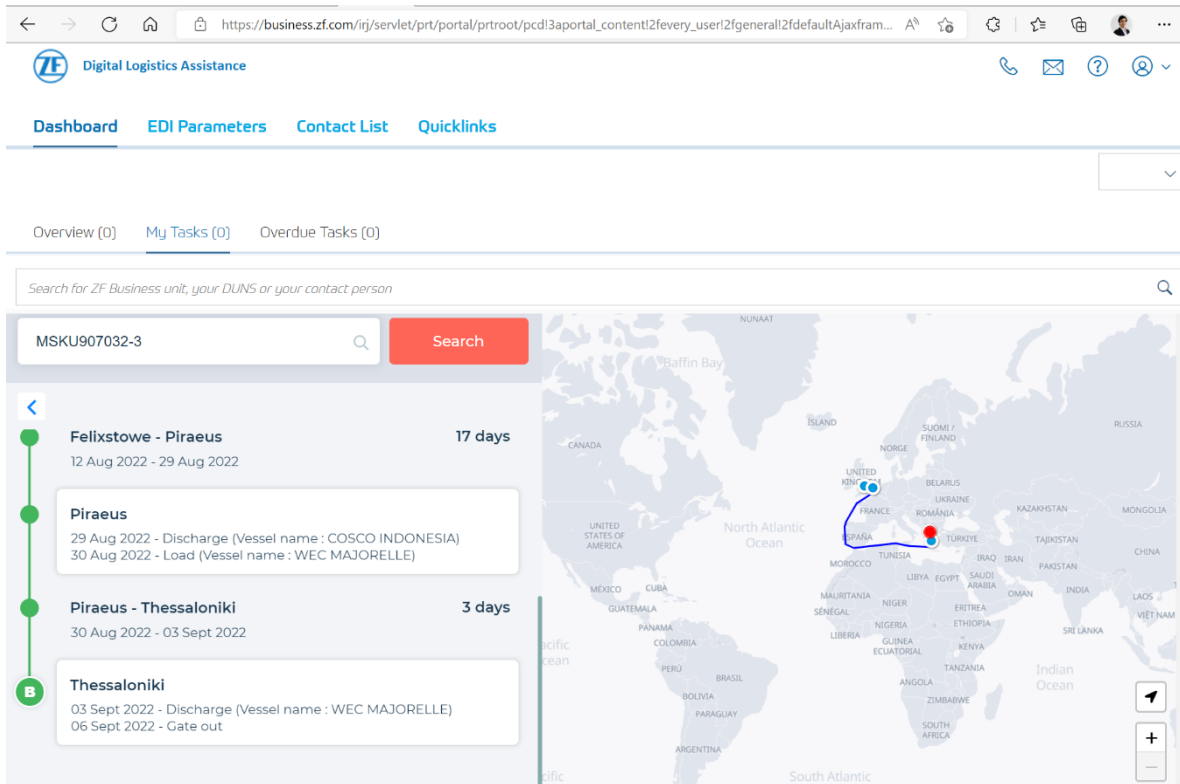


Gráfico 19. Ejemplo visual de la búsqueda de un embarque y su trayectoria punto a punto (elaboración propia).

En términos generales, el DLA es una herramienta que permite a compradores, planeadores y a toda persona involucrada en la logística de los embarques visualizar en tiempo real el trayecto de la carga, detectar riesgos reales y potenciales y actuar proactivamente en consecuencia para que el impacto negativo en la cadena de suministro se nulifique (por ejemplo, haciendo los arreglos necesarios con el freight forwarder para que se cambie la ruta o el medio de transporte) o se disminuya lo más posible (por ejemplo, colocando una segunda orden de compra por una cantidad menor y pedir que se envíe por un medio de transporte distinto o -cuando sea aplicable-, comprar el material a otro proveedor).

6.2. Aspectos de mejora para intervenciones subsecuentes

Una de las limitantes de la presente intervención fue la rotación de personal durante los casi 2 años que duró esta misma. La pandemia del covid19 y más tarde, la guerra de Rusia contra Ucrania a inicios del 2022 trajo consigo una serie de sucesos y consecuencias que fueron afectando no solo a la industria automotriz, sino a la economía global. Por dicha razón, la empresa decidió reestructurar su fuerza laboral invitando a empleados que estaban próximos a retirarse a hacerlo antes conservando sus mismos beneficios (y en algunos casos, se despidieron a varias personas), esto ayudó a la empresa a estar en una mejor posición financiera (las ventas globales durante el 2020 y 2021 bajaron considerablemente y a la vez los costos logísticos incrementaron) y así hacer frente a la situación que atravesaba, sin embargo, esto provocó fuga de talento y saturación de actividades hacia ciertos puestos de trabajo. Todo esto hizo que se dificultara contactar a ciertas personas de los departamentos de logística y compras, obtener información esencial para este proyecto y conseguir espacios en las agendas de personas clave.

Otra limitante de este proyecto fue que para poder llevarlo a cabo se necesita un presupuesto aprobado y este es cargado a un determinado centro de costos. Cada año, dicho centro de costos tiene un presupuesto limitado para utilizar recursos monetarios en las necesidades y proyectos que tenga el departamento y, para esta intervención, es necesario que el departamento logístico de Norteamérica solicite presupuesto para comenzar a invertir en la programación de la plataforma de visualización logística y en la adquisición de las tecnologías requeridas para alimentarla (primeramente en la planta de El Salto, Jalisco y en un futuro en otras plantas de la región Norteamérica). En el 3er trimestre del 2023, el departamento logístico de Norteamérica solicitará el presupuesto para comenzar con la programación del DLA.

Algunos aspectos que podrían ser retomados por otros profesionales en la materia (tanto dentro de la compañía como por agentes externos) para darle continuidad al presente proyecto son los siguientes:

- Analizar el número total de embarques contra el total de embarques retrasados y el costo promedio que esto implicó en cada planta de la región Norteamérica para encontrar en dónde hay mayor área de oportunidad y así priorizar la implementación del sistema de visualización logístico planta por planta, según el presupuesto disponible.
- Conocer la opinión y sentimientos de los departamentos de compras y logística de cada planta de la región Norteamérica sobre la problemática logística actual (para validar si existen similitudes entre ellas).
- Invitar a personas del departamento “Digital Roadmap & Systems” (perteneciente a la división Materials Management Services) a dar retroalimentación sobre el presente trabajo y, mediante sus conocimientos y experiencia en la elaboración de proyectos de mejora y digitalización, prepararlo para dar el siguiente paso (implementarlo a nivel región Norteamérica y después mundialmente).

6.3. Relevancia y trascendencia disciplinaria del caso

El presente proyecto de intervención es relevante para la empresa ZF El Salto porque ayuda a disminuir la frecuencia de un problema que atraviesa constantemente (retrasos logísticos), logrando una mayor satisfacción de clientes internos y externos y una disminución en los costos. Como se explicó anteriormente, el DLA se amortizaría por sí mismo en un solo año, por ejemplo, al evitar la expeditación de 175 embarques (8.19% de los 21600 embarques del 2021), lo cual hace a esta solución económicamente factible y el retorno de la inversión sería de menos de 1 año. Por lo general, la implementación de un nuevo proceso y la adopción de nuevas tecnologías en una compañía es una tarea particularmente retadora ya que involucra no solo una inversión económica sino también sincronizar a muchas personas de varios departamentos para lograr un fin común y, en

ocasiones, romper paradigmas. En ocasiones, esto no es del interés de algunos de los involucrados e incluso llegan a tener una actitud negativa o apática pues “no es su trabajo” apoyar otras actividades de las que se mencionan en descripción de puesto. Para evitar esto, fue muy importante hacer una propuesta de valor para cada empleado de cada departamento involucrado (haciéndoles ver como su participación durante las entrevistas, encuestas y juntas de trabajo les ayudaría en su evaluación anual con su gerente y les daría una mayor exposición en la compañía para así crecer dentro de la misma).

Se espera que el presente proyecto siga creciendo y se sumen personas interesadas en el para que se implemente primeramente en toda la región Norteamérica y después en todas las plantas a nivel mundial.

7. Bibliografía

- ¿Qué es SupplyOn?* (06 de Octubre de 2021). Obtenido de SupplyOn:
https://www.supplyon.com/es/supplyon_for_suppliers/
- Chuang, C.-H., Weng, W.-C., Chang, W.-J., & Lee, D.-H. (s.f.). Real-time monitoring via patch-type piezoelectric force sensors for internet of thing in logistics. Tainan, Taiwan: Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University of Science and Technology.
- Definición de planificación de recursos empresariales (ERP)*. (06 de Octubre de 2021). Obtenido de Oracle: <https://www.oracle.com/mx/erp/what-is-erp/>
- Karim, L., Boulmakoul, A., & Lbath, A. (s.f.). Near real-time big data analytics for NFC-enabled logistics trajectories. Mohammedia, Morocco: Computer Science Department Faculty of Sciences and Technology (FSTM), University Hassan II, Mohammedia, Morocco.
- Monitoreo Logístico*. (06 de Octubre de 2021). Obtenido de Unigis:
<https://www.unigis.com/monitoreo-logistico/>
- Que es VMI – Inventario administrado por el proveedor*. (10 de Mayo de 2016). Obtenido de Puertos & Logística: <http://puertosylogistica.com/que-es-vmi-inventario-administrado-por-el-proveedor/>
- SAP SE*. (21 de Septiembre de 2021). Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/SAP_SE
- Sistema de adquisición de Datos*. (06 de Octubre de 2021). Obtenido de Omega:
<https://es.omega.com/prodinfo/adquisicion-de-datos.html>
- Wikipedia*. (2021). Obtenido de Extract, transform and load:
https://es.wikipedia.org/wiki/Extract,_transform_and_load
- Work in process*. (14 de Mayo de 2021). Obtenido de Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Work_in_process
- Xiao, P. (s.f.). Real-time Tracking System for Freshness of Cold Chain Logistics based on IoT and GPS Platforms. Dongguan, Canton, China: Guangdong University of Science&Technology.

Se consultaron documentos internos de la organización los cuales no son públicos y sirvieron para la elaboración de argumentos y gráficos en el presenta trabajo.