



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORA DEL CENTRO DE MONITOREO GPS A TRAVÉS DE CONTROLES Y ANALISIS  
PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA Y EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD  
EN EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

**José Daniel Azurdia Azurdia**

Asesorado por el Msc. Ing. Erick Orlando Ovando Castillo

Guatemala, junio de 2023







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA DEL CENTRO DE MONITOREO GPS A TRAVÉS DE CONTROLES Y ANALISIS  
PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA Y EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD  
EN EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSE DANIEL AZURDIA AZURDIA**

ASESORADO POR EL M.A. ING. ERICK ORLANDO OVANDO CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Alberto Hernández García
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MEJORA DEL CENTRO DE MONITOREO GPS A TRAVÉS DE CONTROLES Y ANALISIS  
PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA Y EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD  
EN EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 12 de noviembre de 2022.

**José Daniel Azurdia Azurdia**



EEFFI-PP-1950-2022

Guatemala, 11 de noviembre de 2022

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

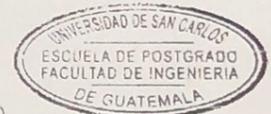
El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **MEJORA DEL CENTRO DE MONITOREO GPS A TRAVÉS DE CONTROLES Y ANALISIS PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA Y EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Optimización de operaciones y procesos**, presentado por el estudiante **José Daniel Azurdia Azurdia** carné número **201504228**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Mtro. Erick Orlando Ovando  
Asesor  
Erick Orlando Ovando CASTILLO  
Asesor de Sistemas de Información  
Ingeniero En Software  
y Ciencias de la Computación  
Colegiado No. 18.155



Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez  
Coordinador(a) de Maestría

Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-1595-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **MEJORA DEL CENTRO DE MONITOREO GPS A TRAVÉS DE CONTROLES Y ANALISIS PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA Y EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.**, presentado por el estudiante universitario **José Daniel Azurdia Azurdia**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2022



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato  
Facultad de Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.23.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MEJORA DEL CENTRO DE MONITOREO GPS A TRAVÉS DE CONTROLES Y ANALISIS PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA Y EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.**, presentado por: **José Daniel Azurdia Azurdia** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado digitalmente por AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA Fecha: 20/06/2023 03:01:22 p.m. Razón: Orden de impresión Ubicación: Facultad de Ingeniería, USAC.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, junio de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 23 CUI: 2741556640508

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser la fuerza y quien me acompaña desde el inicio, y en donde encontraba las fuerzas para continuar cuando quería darme por vencido.
- Mi abuelita** Evelyn Rivera, por ser un pilar importante en toda mi vida, y ser la persona que me ha amado siempre, es un triunfo para ti.
- Mi mamá** Saby Azurdia, por ser mi apoyo incondicional y por quien he logrado este triunfo para llenarla de orgullo y sepa que soy el hombre y profesional que soy, gracias a ella. Te amo.
- Mi amigo** Rodolfo España, por ser un apoyo, su amistad incondicional, y como siempre lo he considerado, mi ejemplo a seguir profesionalmente.
- Mis tíos** Silvana y Erwin Azurdia, por estar siempre presentes en cada etapa de mi vida, compartir conmigo sus experiencias y ser apoyo en momentos difíciles para mi familia.



## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser el <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
<b>Mis amigos</b>	Gerson Gómez, Carlos Jerez, Rodolfo España y todos los del grupo Colegas, por ser parte significativa en mi vida, y por haber hecho el papel de una familia verdadera en todo momento, gracias por su apoyo y amistad.
<b>Mi asesor</b>	M.A. Erick Ovando, por haberme guiado durante el trabajo de graduación y brindarme apoyo en todo este proceso.
<b>Compañeros de universidad</b>	Perla Guzmán, Carlos Jerez, Marlon Chajón, Steven García y todo el grupo, por confiar y creer en mí, y hacer de mi etapa universitaria un trayecto que no olvidaré.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
3.1. Planteamiento del problema .....	5
3.2. Contexto y descripción .....	5
3.3. Preguntas de investigación.....	6
3.3.1. Pregunta central .....	6
3.3.2. Preguntas auxiliares .....	6
3.4. Delimitación del problema .....	7
4. JUSTIFICACIÓN .....	9
5. OBJETIVOS .....	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos .....	11
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	13
7. MARCO TEÓRICO.....	19

7.1.	Cadena de suministro y logística .....	19
7.1.1.	Transporte de carga pesado .....	20
7.1.2.	Flota de camiones .....	21
7.1.3.	Características del transporte pesado .....	21
7.1.4.	Acuerdo Gubernativo 379-2010 .....	23
7.1.5.	Acuerdo COM-039-2003 .....	23
7.2.	Sistema de monitoreo por GPS.....	24
7.2.1.	Rastreo por GPS del transporte pesado .....	25
7.2.2.	Beneficios del rastreo por medio de GPS.....	25
7.3.	Medición de rendimiento de flota .....	25
7.3.1.	Operaciones.....	26
7.3.2.	Seguridad y cumplimiento .....	26
7.3.3.	Mano de obra .....	26
7.3.4.	Experiencia del cliente .....	26
7.4.	Productividad .....	27
7.5.	Automatización.....	27
7.6.	Trazabilidad.....	28
7.7.	Capacitaciones.....	29
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	31
9.	METODOLOGÍA .....	35
9.1.	Características del estudio .....	35
9.1.1.	Enfoque.....	35
9.1.2.	Alcance.....	36
9.1.3.	Diseño .....	36
9.2.	Unidad de análisis.....	36
9.3.	Variables .....	37
9.4.	Fases de estudio.....	38

9.4.1.	Fase 1. Revisión de documentos.....	38
9.4.2.	Fase 2. Análisis del proceso actual de monitoreo...	38
9.4.3.	Fase 3. Análisis del servicio a los clientes .....	38
9.4.4.	Fase 4. Diagnóstico de la plataforma GPS.....	39
9.4.5.	Fase 5. Definir los peligros que atentan el servicio de transporte .....	39
9.4.6.	Fase 6. Definir eventos de los viajes .....	39
9.4.7.	Fase 7. Clasificar rutas .....	40
9.4.8.	Fase 8. Establecer procedimientos de la operación de Monitoreo .....	40
9.4.9.	Fase 9. Definir alertas, con sus procedimientos respectivos.....	40
9.4.10.	Fase 10. Desarrollar, e implementar herramientas de automatización de tareas.....	41
9.4.11.	Fase 11. Levantamiento de indicadores de la operación.....	41
9.4.12.	Fase 12. Desarrollo de plan de capacitaciones .....	41
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS .....	43
11.	CRONOGRAMA.....	45
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	47
13.	REFERENCIAS.....	49
14.	APÉNDICES.....	53



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Esquema de solución .....	17
<b>Figura 2.</b>	Esquema del transporte en cadena de suministro.....	19
<b>Figura 3.</b>	Ejemplo de configuración por número de ejes.....	22
<b>Figura 4.</b>	Ejemplo de vehículo articulado.....	23
<b>Figura 5.</b>	Modelo estructural de un sistema automatizado .....	28
<b>Figura 6.</b>	Gráfico de mejora continua.....	29
<b>Figura 7.</b>	Cronograma de actividades.....	45

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Unidad de análisis .....	37
<b>Tabla 2.</b>	Detalle de presupuesto de elaboración.....	47



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
%	Porcentaje
Q	Quetzal



## GLOSARIO

<b>Automatización</b>	Consiste en utilizar la tecnología para realizar tareas con muy poca intervención humana.
<b>Carga</b>	Mercadería que se transporta de un punto A hacia un punto B por medio de un móvil destinado al transporte.
<b>Estatus</b>	En logística, es el seguimiento que notificará el avance en tiempo real, al cliente en un determinado tiempo.
<b>Evento</b>	Suceso o acontecimiento que puede ser o no programado.
<b>Exportación</b>	Es la acción de exportar un conjunto de mercancías o productos nacionales al extranjero.
<b>Flota</b>	Conjunto de vehículos de transporte, destinados a realizar una acción u operación.
<b>GPS</b>	<i>Global Position System</i> /Sistema de posicionamiento global, sistema que permite localizar cualquier objeto sobre la tierra con una precisión de hasta centímetros, por medio de señal satelital.

<b>Importación</b>	Es la acción de importar un conjunto de mercancías o productos extranjeros al ámbito nacional.
<b>Incidente</b>	Evento que se produce en el transcurso de un asunto o procedimiento y que repercute en él alterándolo o interrumpiéndolo.
<b>Macro evento</b>	Serie de eventos que están programados teóricamente y por los cuales se miden los tiempos de la operación del transporte.
<b>Micro evento</b>	Pequeños eventos que suceden entre uno y otro macro evento y que la mayoría no están teóricamente programados.
<b>Monitoreo</b>	Una secuencia planificada de observaciones o mediciones para determinar si un servicio está bajo control, preparando registros detallados que posteriormente se evaluarán.
<b>Operación</b>	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando, o modificando algo.
<b>Proceso</b>	Conjunto de tareas, actividades o acciones interrelacionadas entre sí para la transformación de un objeto.

<b>Punto de chequeo</b>	<i>Checkpoint</i> Punto de chequeo son los puntos por los cuales las unidades de transporte deberían de transitar para registrar los tiempos de los viajes.
<b>Rendimiento</b>	Utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que se gasta o con lo que en ello se ha invertido, o fruto del trabajo o esfuerzo de una persona.
<b>Riesgo</b>	Probabilidad que ocurra un peligro, puede ser de diversa índole, químico o físico.
<b>Suministro</b>	Dotación de un bien, que pasa por todo un proceso desde el productor hasta el consumidor final o beneficiario.
<b>Transfronterizo</b>	Servicio de transporte terrestre que opera por encima de las fronteras, o de un país a otro.
<b>Transporte</b>	Se utiliza para describir la acción de trasladar algo de un lugar a otro.
<b>Trazabilidad</b>	Serie de procedimientos que permiten seguir el proceso de evolución de un producto o servicio en cada una de sus etapas.



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en la mejora del centro de monitoreo de las unidades de transporte, mediante controles, automatización, y elaboración de procedimientos estandarizados que permitirá garantizar la seguridad vía tecnología remota de la carga de los clientes, así como el de las unidades, y así poder aumentar la productividad de una compañía de logística y transporte ubicada en Bárcenas, zona 2 de Villa Nueva de la ciudad de Guatemala, que se dedican al transporte de mercancías, vía terrestre de las embarcaciones de importación y exportación, igualmente que viajes locales.

Actualmente la compañía en estudio se dedica al rubro de la logística, que hace parte de la cadena de suministro, específicamente en la parte del transporte pesado de mercancías, en viajes de importación y exportación, del mismo modo que el servicio de *crossborder*, transfronterizo en español, que son viajes hacia Centroamérica y viceversa. Cuenta con el departamento de Logística, este se encarga del contacto con el cliente y el de coordinar todo lo necesario para que la operación sea satisfactoria. Dentro de este, está la sala de monitoreo, la cual su principal función es la de monitorear las 24 horas el 100 % de los viajes, por medio de GPS.

Surgió la necesidad de implementar un plan de mejora al área de Monitoreo, para que trabaje como un departamento independiente, en donde brinde el servicio primeramente al departamento de Logística, brindando el soporte necesario de la operación, y a los clientes directos, todo esto debido a una considerable recurrencia en quejas de los clientes en la información que

han recibido, y el cero control que se tiene, ya que el área no cuenta con procedimientos establecidos.

El informe final de investigación estará conformado por cinco capítulos, y estos estarán ordenados de la siguiente manera:

El capítulo uno presenta los antecedentes que se tomarán como referencia para estabilizar como punto de partida de la investigación, bajo históricos e investigación del transporte, incidencias, peligros, y normas.

El capítulo dos marcó teórico, se sintetizará la información teórica necesaria para conocer la operación de la industria del transporte pesado en el país. Leyes, procedimientos, tipos de camiones y distintas configuraciones, así como antecedentes del GPS y su uso en el transporte de mercancías y el por qué es necesario su implementación para el control de la cadena logística.

En el capítulo tres, se da a conocer el desarrollo de la investigación, la cual se llevará a cabo con la observación participativa y no participativa del investigador, todo enfocado en la operación logística y del monitoreo de las unidades, al igual que implementación de controles y nuevos procedimientos, detallados.

En el capítulo cuatro, se presentarán resultados del trabajo de graduación, estos serán planteados con base en los objetivos específicos planteados, y que deben de cumplirse, para obtener los resultados esperados.

En el capítulo cinco, se discutirán los resultados de forma descriptiva, estos explicarán a detalle el cumplimiento de los objetivos que se plantearon para la investigación.

## 2. ANTECEDENTES

Con respecto a implementar un proyecto de monitoreo definen Fernández y Paredes (como se cita en Gohin y Vera, 2015) la implementación de un proyecto de monitoreo permitirá saber la ubicación exacta de cada una de las unidades dentro del país y fuera de las fronteras cuando así aplique en el momento que se crea conveniente, lo cual permitirá indicar la ruta más corta al piloto del camión para acudir al lugar que se le solicite. Así ahorrara tiempo y combustible llegando más pronto para prestar un mejor servicio.

Según dice Jerónimo, (como se cita en Gohin y Vera, 2015), ampliará la seguridad en caso de robos y secuestros dado que se podrán rastrear los vehículos en tiempo real. Muchos de los sistemas AVL tienen como fuente de datos de posicionamiento originados en un sistema GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite).

Menciona Sancho (2017):

Este sistema de geolocalización surgió durante la guerra fría, en plena carrera de armamento la Unión Soviética lanzó al espacio el primer satélite artificial, el Sputnik I, en octubre de 1957. Los dispositivos de localización basados en el sistema de posicionamiento global, más conocido como GPS (Global Positioning System), son imprescindibles en muchas aplicaciones hoy en día. La gran mayoría de personas lo utiliza

todos los días sin ni siquiera saberlo a través de su teléfono móvil o su vehículo. (p. 17)

Menciona Matta (s.f.) que generalmente los departamentos de IT tienen la tarea de gestionar, administrar y desarrollar plataformas de control de monitoreo, que ven cómo crear un software que recibe toda la información del GPS en cuanto a su ubicación y se encarga de mostrarlo en un mapa, verificar la conexión de cada GPS, generación de varios tipos de Reportes y de facilitar el uso de GPS para sus clientes.

En su trabajo de investigación, *Aplicación web para rastreo satelital vehicular*, dice Ortiz (2015):

Se entiende, que se refieren a un aplicativo satelital que cumple con todos los requerimientos para lograr satisfacer las necesidades que hoy en día se viven en cuanto al transporte de carga, por medio de un GPS incorporado, garantizando así mayor control sobre los vehículos y por tanto la mercancía. (p. 6)

Hernández, (2012) en su investigación, *Sistema de monitoreo gps, propuesta de mejora logística para el control de la cadena de suministro en las compañías del sector transporte*, comenta, “como las empresas tienen una lucha constante por ser competitivas, mejorando calidad en sus productos y de esta forma implementando los sistemas de posicionamiento globales GPS con el fin de mejorar el servicio al cliente” (p. 2).

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Planteamiento del problema**

El monitoreo de las unidades a través de dispositivos GPS sufre de constantes errores en el envío y recepción de la información y control de la flota. Se basa únicamente en enviar información recopilada de manera mecanizada sin analizar y prever eventos. No existe un plan de control de rutas y zonas donde las unidades puedan transitar, de igual manera que no se mide tiempos de la operación y así decidir las mejores opciones de asignación. En consecuencia, a lo anterior, tampoco se tiene un catálogo de utilización para medir rendimientos de los cabezales por kilómetros recorridos, por lo que no se analiza el comportamiento de los equipos durante la operación, por medio de indicadores, y poder tomar decisiones.

#### **3.2. Contexto y descripción**

Las recurrentes quejas de clientes molestos por la información errónea que reciben de parte de monitoreo, que comprenden desde, horario de ubicación de las unidades no exactas, horario de envío tardado, no hay respuestas cuando un GPS no transmite, cruce información de cliente a cliente, no tener las respuestas claras y necesarias para resolver cuando consultan.

El bajo nivel de análisis y rendimiento de los analistas cuando se necesita que estén alertas para eventos a los que las unidades se exponen, y han terminado en tres robos de unidades en lo que va del año, y el no darle

seguimiento a la información enviada por los asesores logísticos han provocado la molestia ya no solo de gerencia general sino de directores, y ya necesitan que el área de Monitoreo sea un departamento que controle y analice la información.

### **3.3. Preguntas de investigación**

A continuación, se presentan las preguntas de investigación, las cuales se plantearán como los objetivos a alcanzar con el proyecto.

#### **3.3.1. Pregunta central**

¿Cómo mejorar el centro de monitoreo GPS a través de controles y análisis para medir el rendimiento de la flota y lograr el aumento de la productividad en empresa de transporte pesado?

#### **3.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Qué eventos y por qué se necesitan medir para tener visualización de la rotación de la flota?
- ¿Un plan de capacitaciones para los analistas de monitoreo aumentaría su rendimiento y así mismo su capacidad de análisis de los eventos?
- ¿La automatización de tareas y procesos dará como resultado una mayor productividad, confiabilidad y rendimiento en la operación de monitorear la trazabilidad de la operación?

- ¿Invertir tiempo y capital en obtener herramientas y soluciones tecnológicas de la plataforma ayudará a reducir los errores y aumentará la toma de información en tiempo real?

#### **3.4. Delimitación del problema**

El Centro de Monitoreo tiene su localización en el departamento de Logística del predio de Bárcenas, Villa Nueva, sin embargo, monitorea una flota total de 275 cabezales asignados en distintos viajes de las diferentes modalidades de servicio que tiene la compañía, importación, exportación del pacífico y atlántico, distribución de locales y viajes hacia y de Centroamérica, además de ser el principal apoyo del departamento ya que la jornada es de 24 horas.



## 4. JUSTIFICACIÓN

La realización de la presente investigación se justifica en la línea de investigación de optimización de operaciones y procesos de la Maestría en Gestión Industrial. Se espera que con esta investigación se logre aportar a la mejora del centro de monitoreo por dispositivos GPS de camiones de transporte pesado, por medio del análisis de la información obtenida de la operación, la automatización de tareas, y así elevar la rotación de la flota y el aumento de la productividad.

Se obtendrá una visualización de los eventos en tiempo real generada por la plataforma de GPS con ayuda de herramientas implementadas para la toma de estos, definiendo cuáles, y en dónde colocar los *checkpoints* para el registro. También analizando el costo que implica el implementar herramientas que el proveedor del GPS pueda brindar.

Los datos obtenidos servirán también para medir la gestión de rutas y clientes que se atienden, definiendo rutas eficientes y seguras, igualmente que el tiempo empleado en las bodegas de los clientes al momento de cargar y descargar, como también la agilidad que tengan para documentar la papelería necesaria en puertos. Así generar los catálogos y medir estos tiempos que también suman a la operación.

Beneficiará a la compañía el plan de capacitaciones a los analistas de monitoreo quienes serán los responsables de velar por el cumplimiento de las

herramientas y analizar la información que se generará automáticamente y enviarla a los clientes en los llamados estatus de sus cargas.

Sin duda el medir tiempos de la operación generará informes, cuadros de control y así tomar decisiones para los directores quienes podrán tener a su alcance en dónde y qué andan haciendo las unidades, ver el rendimiento y cómo se eleva la productividad de la compañía.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Mejorar el centro de monitoreo GPS a través de controles y análisis para medir el rendimiento de la flota y el aumento de la productividad en compañía de transporte pesado ubicada en ciudad de Guatemala.

### **5.2. Específicos**

- Medir tiempos de los eventos para una mejor visualización de la rotación de la flota y operación logística actualmente.
- Desarrollar un plan de capacitaciones para los analistas de monitoreo y elevar su capacidad de análisis, rendimiento y reacción ante eventos de la operación.
- Automatizar tareas que se realizaran con demasiados pasos y obtener información en tiempo real para una mayor productividad y confiabilidad de la operación de monitorear la trazabilidad de las unidades.
- Analizar el desarrollo e implementación de herramientas y soluciones tecnológicas de la plataforma para la disminución de los errores en el envío de información a clientes.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

La principal necesidad que se cubrirá con esta investigación es la de mejorar la operación y el servicio del centro de monitoreo GPS a las unidades de transporte pesado, que en los últimos meses ha presentado muchos problemas e ineficiencia y las considerables quejas de los clientes por la información que están recibiendo del estatus de sus cargas, aumentan así la productividad, controlando la flota y la trazabilidad de los viajes en tiempo real, disminuyendo así los costos por accidentes, eventos no planificados que atentan contra la carga y la operación.

Los eventos que atentan contra la seguridad de la carga, integridad de las unidades y la productividad de la organización pueden presentarse en el día a día en cada viaje que las unidades realizan, desde quedando estacionados en zonas rojas y exponerse a robos, desvíos de rutas, fallas mecánicas, atrasos de tiempos por gestiones logísticas, entre otros, y un análisis de la operación en todos los eventos tanto macro y micros es vital para eliminar o disminuir considerablemente la problemática.

Actualmente la operación consiste en darle el seguimiento vía GPS a las unidades de transporte pesado de la organización en tiempo real, sin embargo, el envío de información a los clientes de los avances ha sufrido errores, además de no tener la capacidad de reacción cuando los eventos antes mencionados ocurren, por lo que el mejorar el centro de monitoreo por medio de análisis, controles e indicadores de gestión debe ser prioridad.

Para el mejoramiento del área se tiene una base fundamental, como lo es el sistema de gestión con lo que la organización está certificada, que ayudará a la implementación de controles en todas las etapas y procedimientos, la capacitación de los analistas de monitoreo constante para garantizar la integridad de la información y la calidad del servicio. Estos y otros aspectos serán los pilares para la planificación de la elaboración del presente proyecto.

A continuación, se definen las fases en las que se dividirá el mismo:

- Fase 1. Revisión de documentos: se revisará qué documentación se tiene para soporte de la investigación, si existen procedimientos ya estructurados a los que no se les ha dado seguimiento. Tiempo estimado de 10 días.
- Fase 2. Análisis del proceso actual de monitoreo: se tiene contemplado verificar y analizar cómo se realiza el procedimiento del monitoreo actualmente, cada etapa con sus tareas y tiempos. Tiempo estimado de 8 días.
- Fase 3. Recopilación de históricos: se deben de revisar los históricos, tanto de quejas de clientes, incidentes, errores de comunicación entre departamentos de Logística y Monitoreo. Tiempo estimado de 10 días.
- Fase 4. Análisis del servicio a los clientes: se debe conocer la metodología que se tiene para la atención de los clientes en cuanto a capacidad de respuesta e información trasladada por parte de logística. Tiempo estimado de 8 días.

- Fase 5. Diagnóstico de la plataforma GPS: con la plataforma GPS que se utiliza actualmente se debe de definir qué tanto alcance tiene y qué soluciones puede brindar en forma automatizada. Tiempo estimado, 15 días.
- Fase 6. Definir los peligros que atentan el servicio de transporte: de los muchos peligros a los que se expone el transporte pesado, se tiene contemplado definir por categoría cuáles son los potenciales y se necesita una mayor atención. Tiempo estimado, 6 días.
- Fase 7. Definir eventos de los viajes: tanto para viajes de importación, exportación y distribución en sus distintos tipos de configuración, se deben definir los eventos, tanto micro como macros. Tiempo estimado, 6 días.
- Fase 8. Clasificar rutas: las rutas se deben de definir, para evitar desvíos de las unidades que después se conviertan en peligros e incidencias y elevar los costos. Tiempo estimado, 6 días.
- Fase 9. Establecer procedimientos de la operación de monitoreo: del procedimiento mejorado según los hallazgos, se debe de levantar el procedimiento del monitoreo a las unidades de transporte, tanto para vacíos como cargados, en sus distintos tipos de configuración. Tiempo estimado, 6 días.
- Fase 10. Definir alertas, con sus procedimientos respectivos: las alertas se deben de definir según su nivel de peligrosidad y esto de los peligros

previamente definidos, seguido de esto, los procedimientos de reacción que se deben de tener. Tiempo estimado, 8 días.

- Fase 11. Desarrollar, e implementar herramientas de automatización de tareas: en esta etapa se deben definir las tareas más trabajosas que toman mucho tiempo y desvían la atención de los analistas, para optimizar el monitoreo de las unidades en ruta para garantizar que la operación y la información sea correcta. Tiempo estimado, 20 días.
- Fase 12. Estandarización de reportería: se tiene contemplado desarrollar un esquema de reportería tanto para los incidentes, información a clientes del estatus de sus cargas, bitácoras, y todo lo que sirva para llevar un control ordenado y metódico. Tiempo estimado, 15 días.
- Fase 13. Levantamiento de indicadores de la operación: en esta etapa, se pretende levantar los indicadores de gestión, para el control de tiempos de la operación, importados de la información brindada por las herramientas automatizadas de la plataforma GPS. Tiempo estimado, 15 días.
- Fase 14. Desarrollo de plan de capacitaciones: tomando todas las etapas anteriores concluidas se debe de elaborar la propuesta para capacitar al personal involucrado, como lo sería el departamento de Logística, y el nuevo Centro de Monitoreo y Análisis, para garantizar el compromiso del recurso humano con la operación logística. Tiempo estimado, 25 días.

El desarrollo de todas las fases tiene un tiempo estimado de 160 días hábiles para su desarrollo.

## Figura 1.

### Esquema de solución



*Nota.* Esquema que muestra las fases del proyecto con su duración. Elaboración propia, realizado con Sharepoint.



## 7. MARCO TEÓRICO

### 7.1. Cadena de suministro y logística

La logística es el proceso de planificar, implementar y controlar de manera efectiva y eficiente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionados, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer los requisitos del cliente. La cadena de suministro se refiere a la red de empresas y actividades involucradas en la creación y entrega de un producto o servicio al cliente final (Pérez, 2022).

#### Figura 2.

*Esquema del transporte en cadena de suministro*



*Nota.* Esquema del transporte en la cadena de suministro en cada una de las distintas etapas. Obtenido de Cerem.es (2017). *Reforzando la seguridad en la cadena de suministro.* (<https://www.cerem.es/blog/reforzando-la-seguridad-en-la-cadena-de-suministro>), consultado el 19 de octubre de 2022. De dominio público.

### **7.1.1. Transporte de carga pesado**

El transporte es el encargado de dar movilidad a los productos, materiales, materias primas, insumos, entre otros, entre organizaciones y clientes directos en distintos puntos.

En su tesis menciona Agudelo (2018):

Para los importadores y exportadores es importante que el cliente final esté satisfecho con su capacidad de distribución de productos, manteniendo una adecuada calidad, seguridad, pero sobre todo que el producto esté en el tiempo y en el lugar correcto, el transporte terrestre o flete en el país de origen y destino es la parte de la cadena de distribución que al final puede ser la más importante para que los objetivos planteados de los clientes y distribuidores se vean alcanzados y así ganar más territorio en la cadena de suministro. (p.8)

Sobre la necesidad de desplazarse menciona (Ruiz, 2019, como se cita en Agudelo, 2018), la necesidad de desplazarse ha sido importante para el ser humano en la historia de la humanidad, es por ello por lo que por medio de la historia se ha buscado diferentes medios para moverse. Al principio la única forma en la que se podía mover cargas era caminando.

### **7.1.2. Flota de camiones**

La flota de transporte es el grupo de vehículos, que están a disposición de una compañía, van desde livianos para uso local o para transportar mercancías hasta pesados para cargas.

Estos últimos pueden variar su peso máximo soportado para transportar según especificaciones del equipo de remolque que estén utilizando y las diferentes configuraciones, desde número de ejes, largo, peso y tipo de la carga.

### **7.1.3. Características del transporte pesado**

Se puede transportar distintos tipos de mercancías pesadas, entre las que se pueden mencionar:

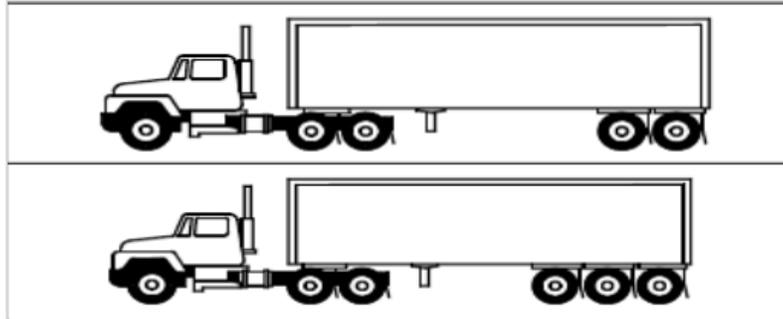
- Maquinaria
- Mercancías

Se requiere de un remolque, como se mencionó anteriormente estos pueden variar dependiendo de la carga máxima en el número de ejes:

- Dos ejes: 19 ton
- Tres ejes: 25 ton
- Cuatro ejes: 30 ton

### Figura 3.

*Ejemplo de configuración por número de ejes*



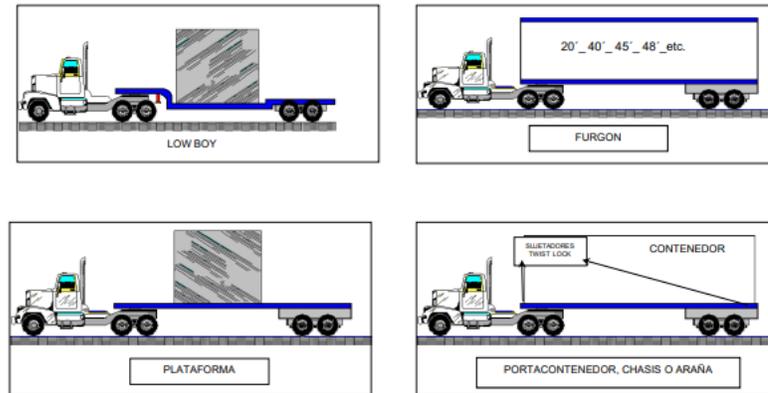
*Nota.* Análisis estructural de chasis de tráiler. Obtenido de D. Henao (2010). *Análisis estructural de chasis de tráiler tipo Grillo.* (p. 15.) Universidad EAFIT.

Lo tipos de equipo de remolque, dependerá de la industria y tamaño de la carga que se desea transportar, esto garantiza un transporte seguro y eficiente, como los siguientes:

- Plataformas: para contenedores y mercadería a granel
- Lowboy: para cargas sobredimensionadas, como maquinaria industrial
- Chasis: contenedores
- Remolque de volteo: materiales de construcción
- Pipas: líquidos
- Furgones: mercadería seca o refrigerada

## Figura 4.

*Ejemplo de vehículo articulado*



*Nota.* Clasificación para un vehículo articulado de 2 ejes. Obtenido de Dirección General de Caminos, gobierno de Guatemala (2012). *Control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones.* (<http://citamericas.org/archivos/6e10f3d04e64e7c0652d71aa65f86b93.pdf>), consultado el 21 de septiembre de 2022. De dominio público.

### 7.1.4. Acuerdo Gubernativo 379-2010

El reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones, es el documento que regula y especifica tamaños, pesos y todas las características para el gremio del transporte pesado, entró en vigor a partir de enero del 2011.

### 7.1.5. Acuerdo COM-039-2003

Este acuerdo fue la reforma del COM-018 de fecha 26 de junio de 2002, en donde se estableció la restricción de circulación del transporte pesado de lunes a viernes en el horario de 17:00 a 20:00 horas. Posteriormente, se

modificó el horario de 16:30 a 21:00 horas y agregando el horario de 05:00 a 09:00 horas en el Acuerdo COM-13-2016 el cual está actualmente en vigencia.

## **7.2. Sistema de monitoreo por GPS**

Según Torres España (2017) (como se cita en Agudelo, 2018) indica que al inicio, el Sistema de Posicionamiento Global fue diseñado y utilizado puramente para fines militares.

Con el paso del tiempo, las aplicaciones de estos dispositivos han experimentado un crecimiento significativo en diferentes campos. Al mismo tiempo, los equipos receptores han disminuido tanto en precio como en tamaño, lo que los ha convertido en una herramienta esencial para profesionales y técnicos en la realización rápida y precisa de determinaciones de posiciones y levantamientos topográficos.

El sistema de posicionamiento global (GPS), es una herramienta de radionavegación satelital de los Estados Unidos, que se basa en tiempo y espacio, y brinda servicios confiables de posicionamiento, cronometría y navegación e ininterrumpidamente a usuarios en todo el mundo.

El GPS está compuesto por tres elementos: satélites en órbita alrededor de la tierra, las estaciones terrestres de seguimiento y control, y los receptores del GPS propiedad de los usuarios. Desde el espacio, los satélites del GPS instalados transmiten señales que reciben e identifican los receptores, ellos a su vez, proporcionan por separado sus coordenadas de latitud, longitud y altitud, al igual que la hora local precisa.

### **7.2.1. Rastreo por GPS del transporte pesado**

El GPS en el transporte de carga puede ser una herramienta ventajosa para las flotas por muchas razones. Los dispositivos de rastreo brindan una visibilidad sobre la ubicación exacta de un móvil, pero los beneficios van más allá de sólo identificar la ubicación. Se puede mencionar la seguridad, reducción de costos, optimización de rutas, mejora de tiempos, prevención de eventos, entre otros (Zapata et al., 2012).

### **7.2.2. Beneficios del rastreo por medio de GPS**

Entre los beneficios del rastreo satelital se puede mencionar:

- Mayor y mejor protección para las unidades y pilotos
- Prevención de pérdidas monetarias
- Generación de rutas
- Reporte de combustible utilizado
- Histórico de datos
- Mayor satisfacción del cliente
- Respuesta rápida ante cualquier incidencia

### **7.3. Medición de rendimiento de flota**

Existen varios indicadores a tomar en cuenta para medir el rendimiento de flota de camiones, entre los más comunes y básicos que se deberían de medir se encuentran los siguientes:

### **7.3.1. Operaciones**

Operaciones: medir el valor de los clientes y rutas, tiempo empleado de las unidades en las bodegas de los clientes para la operación de carga o descarga, agilidad en la documentación en puertos, kilómetros recorridos, rastrear el factor kilómetro vacío también podría considerarse en ese rubro

### **7.3.2. Seguridad y cumplimiento**

Seguridad y cumplimiento: se menciona medir el número y recurrencia de accidentes por factor de tiempo. Eficiencia de combustible: según el Instituto Estadounidense de Investigación en Transporte, los costos de combustible son el segundo rubro más alto para los transportistas, detrás de la compensación a los pilotos.

### **7.3.3. Mano de obra**

Mano de obra: productividad laboral. La coordinación y gerencia de flotas pueden medir este indicador de gestión por medio del seguimiento de distancias conducidas fuera de una ruta establecida frente a distancias reales. Esto brinda una mejor comprensión de qué tan eficiente es un piloto.

### **7.3.4. Experiencia del cliente**

En cuanto a la experiencia del cliente Fisher (2014), explica que está bastante comprobado que las empresas que brindan una mejor experiencia al cliente tienen tasas de lealtad y desempeño financiero más altos.

#### **7.4. Productividad**

Se entiende como productividad a la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

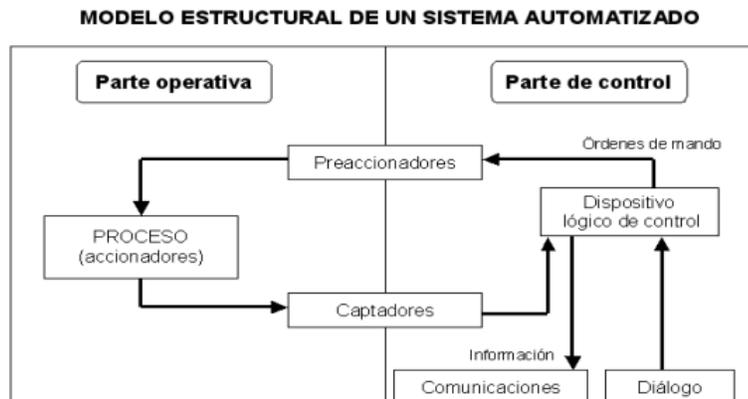
La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor para la capacidad de rentabilidad para la empresa (Deming,1991).

#### **7.5. Automatización**

El concepto de automatización se asocia con la eliminación o disminución de la participación humana en los diferentes procesos productivos teniendo en cuenta la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción con mayor eficiencia y eficacia. Adicionalmente, significa la integración, con fines estratégicos, de un amplio abanico de información avanzada y descubrimientos de ingeniería de punta en los procesos de producción (Gaither, 2000).

## Figura 5.

### Modelo estructural de un sistema automatizado



Nota. Modelo de un sistema automatizado. Obtenido de E. García (2002). *Automatización de procesos industriales*. (p. 11.) Alfaomega Grupo Editor.

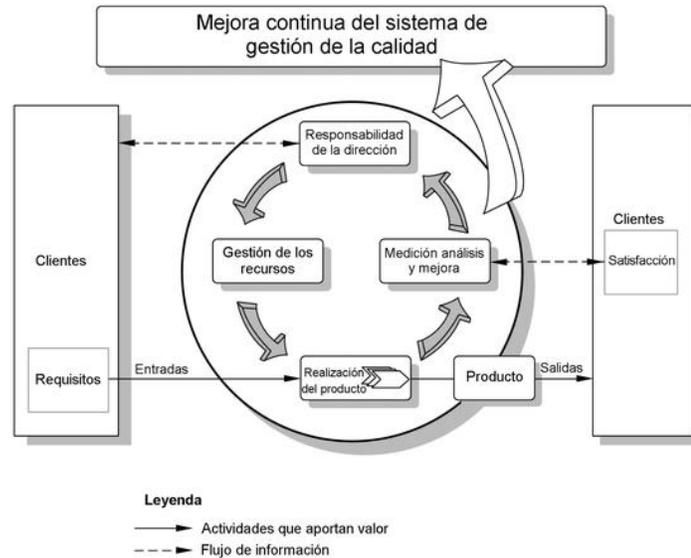
## 7.6. Trazabilidad

Según el Codex Alimentarius la trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapas especificadas de la producción, distribución y transformación (Codex Alimentarius, 2006).

De acuerdo con la norma ISO 9000:2005 “La trazabilidad es la capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración” (ISO 9000:2005, 2005, p.14).

## Figura 6.

### Gráfico de mejora continua



Nota. Gráfico que muestra cómo debe de funcionar un sistema de mejora continua para cualquier proceso de calidad. Obtenido de Organización Internacional de Normalización (2008). *ISO 9001:2008 Quality management systems - Requirements*. (p. vi.) ISO.

## 7.7. Capacitaciones

Las capacitaciones que se tienen previstas para lograr una mayor productividad de los analistas de monitoreo se enfocarán en abarcar conocimientos de rutas, de la plataforma de GPS, herramientas que se implementarán, tal como de la seguridad de la carga. Se analizan los flujos de información en las cadenas de abastecimiento y la utilización de las Tics en temas tales como el ruteo, la utilización de EDI, el uso de GPS, los códigos de barras, la práctica de RFID y las tendencias en el tracking. Se presentarán los criterios de los sistemas de ERP y su impacto sobre la productividad y calidad de servicio (Barbero, 2014).

Para la validación de los reportes generados por esta herramienta tecnológica en puntos de control físicos y de RFID, consiste en registrar, validar, almacenar y transmitir el itinerario de ruta del vehículo mediante el software especializado de seguimiento y control logístico a través de una programación específica que mide distancias y tiempos de acuerdo a la ruta, permitiendo un eficiente seguimiento vehicular y programación de llegadas a puntos de entrega, seguros y con una coordinación logística para garantizar la entrega de las mercancías en los tiempos establecidos. (Agudelo, 2018, p. 16)

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE ILUSTACIONES

LISTA DE SIMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLOGICO

INTRODUCCION

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEORICO

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Análisis de la operación Logística

3.1.1. Eventos para la Importación

3.1.2. Eventos para la exportación

3.1.3. Eventos viajes crossborder

3.2. Análisis de la operación de monitoreo

3.2.1. Descripción del proceso

3.2.2. Recepción de información de viajes

3.2.3. Creación de tareas para el monitoreo del turno

3.2.4. Envío de estatus al cliente

3.2.5. Recopilación de datos de tiempos

- 3.2.6. Control de kilómetros recorridos
    - 3.2.7. Diagrama de flujo de operación
  - 3.3. Análisis de plataforma GPS
    - 3.3.1. Información ingresada a la plataforma
    - 3.3.2. Funcionalidad y especificaciones
    - 3.3.3. Herramientas de automatización
    - 3.3.4. Reportes automatizados
  - 3.4. Diagnóstico de peligros que atentan la seguridad
    - 3.4.1. Peligros comunes que atentan la seguridad de la carga
    - 3.4.2. Otros eventos en la operación del transporte
    - 3.4.3. Clasificación de alertas
    - 3.4.4. Categorizar los peligros por nivel de alerta
- 4. PRESENTACION DE RESULTADOS
  - 4.1. Medición de tiempos
    - 4.1.1. Visualización de tiempos de la operación
    - 4.1.2. Tiempos de macro eventos
    - 4.1.3. Tiempos de micro eventos
    - 4.1.4. Tiempos de reacción ante alertas en ruta
  - 4.2. Establecimiento de procedimientos
    - 4.2.1. Procedimiento de monitoreo a unidades por medio de GPS
    - 4.2.2. Procedimiento de monitoreo a unidades sin señal de GPS
    - 4.2.3. Procedimiento de monitoreo para el envío de estatus a clientes
    - 4.2.4. Procedimiento de alertas en ruta
  - 4.3. Información en tiempo real

- 4.3.1. Reportes a clientes
- 4.3.2. Reportes a departamento de Logística
- 4.3.3. Paradas autorizadas y no autorizadas
- 4.4. Programa de capacitaciones

## 5. DISCUSION DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS



## **9. METODOLOGÍA**

La ruta que tomará este proyecto de graduación es la que se presenta a continuación.

### **9.1. Características del estudio**

Se tendrán tres características del estudio, estas se analizan en los siguientes puntos.

#### **9.1.1. Enfoque**

El presente trabajo de graduación tendrá un enfoque con dos aristas, el primero la identificación de puntos de mejora del actual sistema de monitoreo desde la operación como tal y la información brindada al cliente, del mismo modo que la detección de los peligros a los que está expuesto el transporte y así crear las alertas necesarias como reacción ante imprevistos.

El uso de herramientas de automatización por medio de la plataforma de GPS, que permitirá medir tiempos de la operación y así analizar a profundidad la rotación de los activos y mejorar la productividad, siendo esta la parte cualitativa. Tomando en cuenta que los peligros que activarán alertas deben ser valorados, se podrá obtener características cuantitativas que se basaran en probabilidad y nivel de gravedad, identificando lo crítico en cada evento del proceso de transporte de mercancías.

### **9.1.2. Alcance**

El alcance de esta investigación será de tipo descriptivo, tomando en cuenta que recolectará información sobre el proceso actual de la operación de transporte pesado y específicamente del monitoreo de esta parte de la cadena logística, se evaluará y construirá por medio de información y toma de tiempos de la operación, un mejor centro de monitoreo, levantando procedimientos desde el servicio al cliente como asegurando una mejor y eficiente rotación y operación del transporte, asegurando también la carga, transporte y descarga de las mercancías de los clientes.

### **9.1.3. Diseño**

El diseño será una mezcla de experimental y no experimental, porque la información será obtenida mediante la recopilación de históricos, como data y documental de la situación actual, que servirá como punto de comparación con la parte experimental en donde se aplicarán herramientas de automatización y así poder demostrar la mejora en la productividad de la operación de transporte.

## **9.2. Unidad de análisis**

La unidad de análisis será la operación de monitoreo, desde la toma de tiempos de los eventos que suceden en la operación de transporte, del cual se espera obtener en donde se detiene la rotación de los cabezales y disminuye la productividad de la empresa, al igual que la información de los avances de sus cargas enviada a clientes como parte del servicio prestado.

### 9.3. Variables

A continuación, se muestran las variables de medición con su definición teórica y operativa, cada una con su indicador de medición y alcance.

**Tabla 1.**

*Unidad de análisis*

Variable	Definición Teórica	Definición Operativa	Indicador
>Medición de los tiempos de la operación tanto en macro como en micro eventos	Macro evento: eventos que se desarrollan a grandes rasgos. Micro eventos: Son aquellos eventos que suceden en el trayecto, pero no se evalúan ni miden porque son variables.	Los macro eventos, son los puntos de chequeo por los que sí o sí debe de pasar la unidad. Micro evento: Son los eventos variables que suceden en el trayecto del viaje entre macro evento 1 y 2.	Tiempos empleados en cada evento
Establecimiento de puntos críticos o zonas seguras y peligrosas	Punto crítico: Zona donde la operación o proceso es de vital importancia su control	Determinación de las zonas o puntos donde las unidades pueden y no pueden transitar y detenerse por la peligrosidad y el riesgo que corre la operación	Matriz de riesgo Medición de riesgos e incidencias por variable de tiempo
Medición de la rotación de la flota	Rotación: La rotación de activos, es un ratio financiero que mide el grado de eficiencia de una empresa en el uso de sus activos para generar ingresos por ventas	Rotación: Tiempo que pasa una unidad entre un viaje a otro	Viajes por semana, mes, por segmento de servicio
> Plan de inversión para proyectos	Plan de inversión: propuesta para la aplicación de recursos en distintas alternativas de negocio para lo cual se espera, genere ingresos futuros con el tiempo	Plan de inversión: Tiempo que se necesitará para implementar las herramientas de automatización de tareas en la plataforma ya existente o cambiar de proveedor.	> Levantamiento de base de datos alimentada por la plataforma de GPS con los tiempos de gestión.

*Nota.* Detalle de variables a medir con sus respectivos indicadores. Elaboración propia, realizado con Excel.

## **9.4. Fases de estudio**

A continuación, se detallan las fases en las que se dividirá el desarrollo de la investigación.

### **9.4.1. Fase 1. Revisión de documentos**

En esta etapa se debe de revisar toda la documentación que se tenga y pueda servir para la investigación, tales como procedimientos ya establecidos pero que no se llevaron a cabo, o sean de soporte para alinear los nuevos procedimientos de la mejora del centro de monitoreo basándose en el sistema de gestión de la organización, se buscará también soporte documental de manera digital en diferentes fuentes de información de investigaciones anteriores.

### **9.4.2. Fase 2. Análisis del proceso actual de monitoreo**

Se analizará el proceso de monitoreo, cada etapa en la que incide de la operación de transporte. Guiado por el gerente de logística, donde se obtendrá información general de la operación de transporte, comenzando con el primer contacto con el cliente y su requisición de servicio, hasta llegar a la última tarea que es la de informar al cliente que su servicio de transporte ha finalizado según lo acordado con la parte comercial.

### **9.4.3. Fase 3. Análisis del servicio a los clientes**

Se observará la parte del servicio al cliente por parte de monitoreo, este queda a cargo de dicha gestión por la noche, cuando el departamento de Logística no está en labores. La información que se le envía a los clientes es

sobre el estatus de sus cargas, sin embargo, es un área en donde se han presentado muchos errores, al grado de tener quejas por la incorrecta información, o la tardía de la misma, hasta cruces de cliente a cliente.

#### **9.4.4. Fase 4. Diagnóstico de la plataforma GPS**

La plataforma de GPS es un servicio tercerizado que se contrata, el cual incluye la visibilidad de la totalidad de la flota 24/7, se analizará cuanto provecho se está obteniendo de esta herramienta ya que se podrían automatizar tareas para una mejor gestión y control de la operación, se tendrá contacto con los desarrolladores y el equipo de IT, para evaluar pros y contras de este proveedor.

#### **9.4.5. Fase 5. Definir los peligros que atentan el servicio de transporte**

Se diagnosticarán todos los peligros potenciales a los que está expuesto el transporte de mercancías, y también puedan ocasionar que la productividad de la empresa se vea afectada y la confianza de los clientes mermada. Para ello se revisará historial de incidentes, accidentes y atentados que ha sufrido la compañía en ese rubro. También se debe de tomar en cuenta la restricción de horario que existe para el tránsito del transporte pesado y como esto afecta y hace que las unidades queden al asecho de peligros.

#### **9.4.6. Fase 6. Definir eventos de los viajes**

En esta etapa se determinarán los eventos que suceden a lo largo de la operación del transporte, desde el despacho hasta la descarga en bodega de cliente, esto para determinar tiempos y así tener un mejor control de la flota en

su totalidad y darle una verdadera trazabilidad al universo de viajes que tiene la compañía.

#### **9.4.7. Fase 7. Clasificar rutas**

En esta etapa se definirá un catálogo de rutas, y así clasificar las rutas como seguras, y como no seguras, determinar puntos seguros por donde puede transitar el transporte, y pueden detenerse sin exponerse a peligros previamente evaluados en las fases anteriores.

#### **9.4.8. Fase 8. Establecer procedimientos de la operación de Monitoreo**

Se creará un nuevo sistema de documentación más eficiente de cada procedimiento detallando paso a paso la operación de monitoreo a unidades con señal de GPS, y las que no tengan o presenten inconvenientes con dicha señal para siempre tener el control de estas, como también procedimientos de alertas, y cómo gestionar el envío de información escalándola a los niveles correspondientes.

#### **9.4.9. Fase 9. Definir alertas, con sus procedimientos respectivos**

En esta etapa deben definirse las acciones correctivas y reacciones ante eventos e incidentes que sucedan en tránsito de las unidades de transporte, ejecutar las alertas según el nivel de peligrosidad que presente en ese momento.

Cada alerta debe determinarse considerando las variaciones que pueden surgir durante el proceso, y se tomará en cuenta no solamente el evento o incidente donde se encuentra la unidad, sino que también se llevará a cabo la investigación necesaria en cada etapa de la operación, evitando que una alerta de un nivel bajo se convierta en una más grave.

#### **9.4.10. Fase 10. Desarrollar, e implementar herramientas de automatización de tareas**

Se analizarán las tareas que realizan los analistas de monitoreo, los tiempos que les toma realizar y enviar un estatus, llamadas por turno, número de analistas y así definir ya con los procedimientos previamente elaborados, evaluar herramientas de automatización de las tareas, y así desahogar de la fatiga de tareas tediosas que no permiten o desvían la atención del control de la flota en el rubro de seguridad en tránsito.

#### **9.4.11. Fase 11. Levantamiento de indicadores de la operación**

En esta etapa se buscará con la información obtenida, manual y automáticamente, definir indicadores de la operación, levantamiento de cuadros de control que permitan visualizar la operación, viajes por semana, tiempos promedio de la gestión, número de unidades con viajes por semana, entre otros, indicadores que permitan a gerencia y junta directiva tomar decisiones sobre la operación logística del transporte.

#### **9.4.12. Fase 12. Desarrollo de plan de capacitaciones**

Ya con las etapas anteriores concluidas, se elaborará una propuesta para la capacitación del personal involucrado directamente en el proceso de

monitoreo, para garantizar el cumplimiento de las tareas del mejorado centro de monitoreo. Este plan de capacitaciones contendrá los temas mínimos requeridos para que el personal comprenda la importancia del control y seguridad de la flota en los viajes de transporte de mercancías y vacíos también, su alcance y la razón de su ejecución.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Se analizará la operación como tal del transporte, desde el comienzo del proceso, definiendo sus etapas, con tiempos, eventos y condiciones, todo representado en diagramas de flujo de operaciones.

Una vez determinada cada una de las etapas de la operación en los diagramas de proceso, se deben de identificar los incidentes a los que está expuesto el servicio de transporte que pueden afectar la integridad de la carga de los clientes, de la misma manera que el de las unidades y pilotos, para ello se revisará la documentación existente en la compañía de antecedentes de estos, representados en tablas y así definir la peligrosidad.

Ya identificados los incidentes a los que se expone el transporte pesado, se utilizará una matriz de riesgo y así determinar el nivel de riesgo que existe por operación, basándose en el nivel de ocurrencia, amenaza, vulnerabilidad y criticidad, los resultados obtenidos serán el control de estos, representados en tabla.

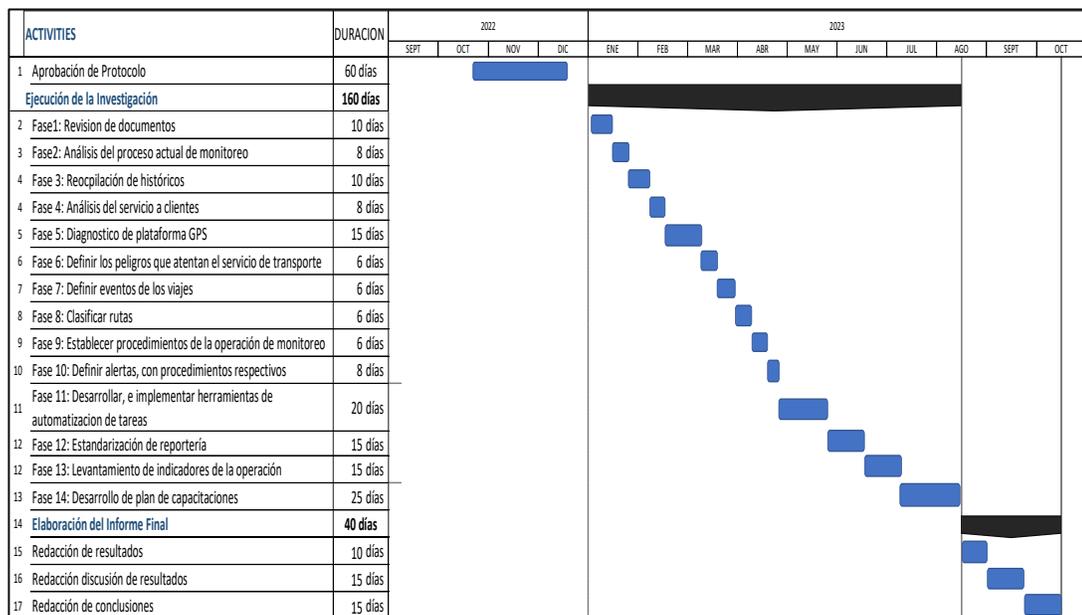
Al tener identificados los incidentes y categorizados por nivel, se procederá a levantar históricos con los eventos de la operación, y comenzar a trabajar en cuadros de control que servirán para medir la utilización y rotación de las unidades, como también la creación de catálogos de rutas, puntos críticos, volúmenes de viajes por segmento, y demás información representada por indicadores de gestión, KPI's.



## 11. CRONOGRAMA

**Figura 7.**

*Cronograma de actividades*



Nota. Detalle y descripción de las actividades para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Project.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

**Tabla 2.**

*Detalle de presupuesto de elaboración*

	<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (Q)</b>
Recurso humano	Asesor	1	Q -
	Personal de la compañía involucrado	8	Q -
Materiales	Papelería	1	Q 400.00
Recursos físicos	Combustible	Indef.	Q 500.00
Tecnológicos	Computadora	1	Q 6,500.00
	Internet	Indef.	Q 756.00
<b>TOTAL</b>			<b>Q 8,156.00</b>

*Nota.* Detalle del presupuesto para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

El presupuesto será cubierto por la parte investigadora en su totalidad, siendo esta un total de Q. 8,156.00 aproximadamente.



### 13. REFERENCIAS

- Agudelo, A. (2018). *La importancia de los sistemas de rastreo en los procesos de transporte logístico de alimentos perecederos para las importaciones y exportaciones*. [Práctica investigativa, Tecnológico de Antioquia]. Archivo digital <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tda/381/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20SISTEMAS%20DE%20RASTREO%20EN%20LOS%20PROCESOS%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barbero, J. (2014). *Propuesta de un programa de capacitación en formulación y gestión de políticas sobre transporte de carga y logística*. COSIPLAN. [http://www.iirsa.org/admin\\_iirsa\\_web/Uploads/Documents/cn25\\_mon-tevideo14\\_Plan\\_Capacitaci%C3%B3n\\_Log%C3%ADstica\\_Final.pdf](http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/cn25_mon-tevideo14_Plan_Capacitaci%C3%B3n_Log%C3%ADstica_Final.pdf)
- Bienvenidos a GPS.gov. (2015). *Sistema de posicionamiento global al servicio del mundo*. <https://www.gps.gov/spanish.php>
- Bustos, V. (3 de junio de 2020). Descubre los beneficios del rastreo GPS satelital para camiones y descubre la mejor solución de rastreo para tu flota. Samsara. <https://www.samsara.com/mx/blog/rastreo-gps-para-camiones/>

Canon, J. (15 de enero de 2022). *¿Qué KPI deben medir las flotas de camiones?* MasContainer. <https://www.mascontainer.com/que-kpi-deben-medir-las-flotas-de-camiones/>

Cerem Comunicación (18 de octubre de 2017). *Reforzando la seguridad en la cadena de suministro.* CEREM. (<https://www.cerem.es/blog/reforzando-la-seguridad-en-la-cadena-de-suministro>)

Codex Alimentarius. (2006). *Principios de la rastreabilidad de productos como herramienta en el contexto de la inspección y certificación de alimentos.*  
[https://www.fao.org/input/download/standards/10603/CXG\\_060s.pdf](https://www.fao.org/input/download/standards/10603/CXG_060s.pdf)

Deming, E. W. (1991). *Calidad, productividad y competitividad.* Cúspide.

Dirección General de Caminos. (2012) Acuerdo Gubernativo 379-2010. (23 de diciembre de 2003) *Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores de carga y sus combinaciones.*  
<http://citamericas.org/archivos/6e10f3d04e64e7c0652d71aa65f86b93.pdf>

Fischer, E. (15 de enero de 2022). *¿Qué KPI deben medir las flotas de camiones?* MasContainer. <https://www.mascontainer.com/que-kpi-deben-medir-las-flotas-de-camiones/>

García, E. (1999) *Automatización de procesos industriales* [Universidad Politécnica de Valencia]. Archivo digital.

[https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/ba85b785-46cb-49e6-a006-a8626d4177e1/TOC\\_4116\\_01\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/ba85b785-46cb-49e6-a006-a8626d4177e1/TOC_4116_01_01.pdf?guest=true)

Gohin, C., & Vera, K. (2015). *Mejora del sistema de monitoreo y rastreo vehicular position logic - fermon peru s.ac.* [Universidad privada Antenor Orrego]. Archivo digital. [file:///C:/Users/jose.azurdia/Downloads/GOHIN\\_MONITOREO\\_RASTREO\\_VEHICULAR.pdf](file:///C:/Users/jose.azurdia/Downloads/GOHIN_MONITOREO_RASTREO_VEHICULAR.pdf)

Henao, D. (2010). *Análisis estructural de chasis de tráiler tipo Grillo.* [Universidad EAFIT]. Archivo digital. <https://core.ac.uk/download/47242361.pdf>

Hernández, A., Alvarez, H., & Arango, B. (2012). Los sistemas de monitoreo satelital, una propuesta logística integral para el manejo de la cadena de suministro en las empresas del sector transporte. *Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología*, 5(13), 1-7. <https://www.redalyc.org/pdf/4778/477847114020.pdf>

ISO. (2005). *Norma Internacional ISO 9000. Sistemas de Gestión de Calidad-Requisitos.* [http://www.cucsur.udg.mx/sites/default/files/iso\\_9001\\_2015\\_esp\\_rev.pdf](http://www.cucsur.udg.mx/sites/default/files/iso_9001_2015_esp_rev.pdf)

López, B. (4 de noviembre de 2019). Medios y gestión del transporte. Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-del-transporte/medios-y-gestion-del-transporte/>

Norman, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*. Thomson Editores.

<https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/2f63e2eb5f8d66b336d65b3947975b33.pdf>

Pérez, A. (27 de octubre de 2022). *Qué es logística y por qué se confunde con gestión de cadena de suministro*. OBS Business School.

<https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-logistica-y-por-que-se-confunde-con-gestion-de-cadena-de-suministro#:~:text=Log%C3%ADstica%20es%20la%20funci%C3%B3n%20que,con%20los%20requisitos%20del%20cliente>.

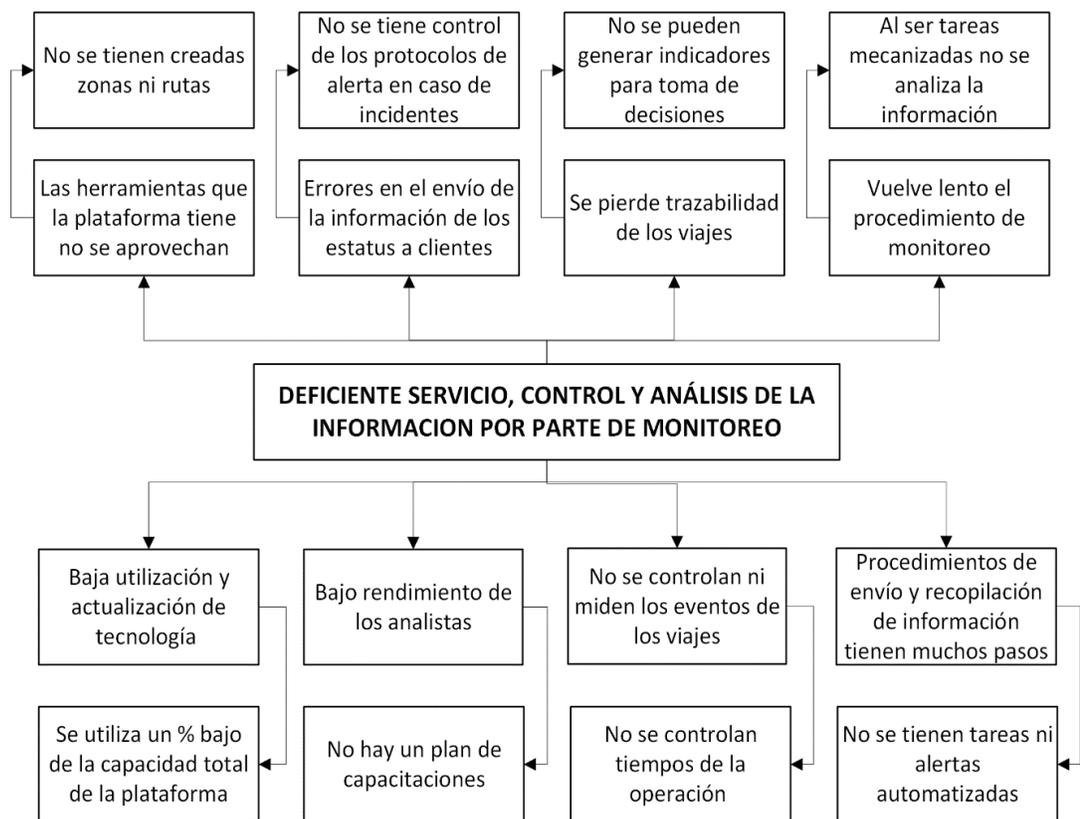
Sancho, H. (2017). *Desarrollo de un sistema de localización y aplicación móvil para vehículos en aparcamientos*. [Universidad Politécnica de Valencia]. Archivo digital

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/88241/Sancho%20Chile%20-%20Desarrollo%20de%20un%20sistema%20de%20localizaci%C3%B3n%20y%20aplicaci%C3%B3n%20m%C3%B3vil%20para%20veh%C3%ADculos%20en%20aparcamientos.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1

#### Árbol de problemas



*Nota.* Árbol de problemas con sus causas y efectos. Elaboración propia.

## Apéndice 2

### Matriz de coherencia

PROBLEMA: DEFICIENTE SERVICIO, CONTROL Y ANALISIS DE LA INFORMACION POR PARTE DE MONITOREO					
Preguntas de Investigación	Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Metodología
¿Qué eventos y por qué se necesitan medir para tener visualización de la rotación de la flota?	Medir tiempos de los eventos para una mejor visualización de la rotación de la flota y operación logística actualmente	>Medición de los tiempos de la operación tanto en macro como en micro eventos	>Tiempos de la operación	> Plataforma de GPS >Herramientas de automatización por parte de la plataforma >Generación de data para BI.	>Definición de los puntos para los macro eventos y los micro, los cuales serán críticos para la toma de los tiempos, estableciendo controles, verificación y registro en base de datos.
¿Un plan de capacitaciones para los analistas de monitoreo aumentaría su rendimiento y así mismo su capacidad de análisis de los eventos?	Desarrollar un plan de capacitaciones para los analistas de monitoreo y elevar su capacidad de análisis, rendimiento y reacción ante eventos.	>Desarrollar plan de capacitaciones sobre alertas de seguridad de la carga >Catálogo de puntos seguros y de zonas rojas	>Alertas por incidentes >Medición de alertas por día, semana, mes, etc aplicando procedimientos de alerta	> Observación de la participación, iniciativa y aprendizaje > Simulacros de alertas	>Utilización de matriz de riesgos para control. puntos de mejora con base al sistema de gestión de la organización > Elaboración de manuales sobre el proceso de monitoreo
¿La automatización de tareas y procesos dará como resultado una mayor productividad, confiabilidad y rendimiento en la operación de monitorear la trazabilidad de la operación?	Automatizar tareas que se realizan con demasiados pasos y obtener información en tiempo real para una mayor productividad y confiabilidad de la operación de monitorear la trazabilidad de las unidades	> Automatización de tareas para carga de trabajo > Medición del rendimiento de uso de la flota	> Calidad de la información obtenida de forma automática > trazabilidad del 100% de viajes > Rotación de la flota	> Revisión histórica de la rotación de la flota por rutas > Indicadores de gestión de la operación	> Elaboración de diagrama de flujo de la operación > Elaboración de diagrama entidad relación con la plataforma GPS y analistas de monitoreo
¿Invertir tiempo y capital en obtener herramientas y soluciones tecnológicas de la plataforma ayudará a reducir los errores y aumentará la toma de información en tiempo real?	Analizar el desarrollo e implementación de herramientas y soluciones tecnológicas de la plataforma para la disminución de los errores en el envío de la información.	> Plan de inversión para proyectos > Resultados de las herramientas de plataforma GPS para medición de la operación	> Base de datos generada y alimentada por la información parametrizada en la plataforma GPS > Envío de la información a clientes sobre el avance de sus cargas y sus movimientos	>Base de datos alojada en la nube > Formato de envío de información clara a los clientes > Procedimientos nuevo del monitoreo de unidades de transporte pesado	base de datos alimentada por la plataforma de GPS con los tiempos de gestión. > Elaboración de los nuevos procedimientos de monitoreo

*Nota.* Problema central con las preguntas de investigación. Elaboración propia.