

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



REDUCCIÓN DEL GRADO DE INCIDENCIAS DE  
SINIESTROS VIALES EN UNA EMPRESA DE  
TRANSPORTE

TESIS

QUE PRESENTA

**JASIEL ALEJANDRO MORALES DELGADO**

COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA**

CIUDAD JUÁREZ, CHIH.

JUNIO DE 2023

## **DEDICATORIA**

A todos los que han sido parte integral de mi trayectoria académica y personal.

A dios por haber permitido darme la fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos.

A mis hijas. Victoria y Regina, por siempre ser mi inspiración para ser mejor cada día y darle sentido a la vida.

A mi esposa por acompañarme en este proceso, que aun que fue difícil se mantuvo firme brindándome apoyo incondicional.

A quienes me subestimaron por no crearme capaz y a todos aquellos que pensaron que me rendiría en el camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría mostrar mi más grande y sincero agradecimiento a mi tutor, el Doctor Diego Adiel Sandoval Chávez quien, con su gran conocimiento, comprensión y empatía, esta investigación fue posible.

Así mismo, agradezco al Lic. Miguel Gómez Tapia. Director General de la empresa donde esta investigación se desarrolló por creer y siempre apoyar los talentos jóvenes, por las facilidades brindadas y por la confianza ofrecida.

A mi familia en general, por el apoyo incondicional que me han brindado en este proceso.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Definición del Problema	10
2.3 Pregunta de Investigación	11
2.4 Hipótesis	11
2.5 Objetivo	11
2.6 Justificación	12
2.7 Delimitaciones	12
3. MARCO TEÓRICO	13
3.1 Transporte de Mercancía Terrestre	14
3.2 Operación de Transporte de Mercancía	15
3.3 Unidades de Transporte	17
3.3.1 Ventajas	19
3.3.2 Desventajas	22
3.3.3 Tipos de Unidad	23
3.4 Trayecto y Logística	26
3.5 Características del Transporte	28
3.5.1 Calidad	29
3.5.1.1 Calidad de las Unidades Utilizadas	30
3.5.1.2 Instalaciones Seguras	30
3.5.1.3 Certificaciones	30

3.5.1.4 Puntualidad en las Entregas	31
3.5.1.5 La Comunicación con el Cliente	31
3.5.2 Puntualidad	32
3.5.3 Seguridad	33
3.5.3.1 Sistemas de Rastreo (GPS)	34
3.5.4.1 Monitoreo de Cabina Durante el Viaje	37
3.5.5 Eficiencia	41
3.5.5.1 Capacitación	43
3.5.5.2 Fatiga en la Conducción	45
3.5.6 Mantenimiento	48
3.6 Marco Referencial	50
4. MATERIALES Y MÉTODOS	58
4.1 Materiales	58
4.2 Métodos	59
4.2.1 Tipo De Investigación	59
4.2.2 Esquemático de la Investigación	60
4.2.2.1 Fase 1 Recolección de Datos	61
4.2.2.2 Fase 2 Elección de la Población	61
4.2.2.3 Fase 3 Intervención	62
4.2.2.4 Análisis de resultados	64
4.2.2.5 Seguimiento y Control	64
4.3 Operacionalización de la Hipótesis	65
4.3.1 Declaración de las Variables	65
4.4 Plan de Muestreo	66
4.4.1 Cálculo y Selección de la Muestra	66
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
5.1 Declaración de Variables	81
5.2 Hipótesis a Probar	81
CONCLUSIONES	89

BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXO 1	97
ANEXO 2	98

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Pag.	
2. 1	Eventos Negativos 2021 de la Empresa FMCE	6
2. 2	Resumen Semanal de Eventos Negativos	6
2.3	Terminales con más Siniestros	7
	Grado de Incidencia General de la Empresa FCME Periodo	
2. 4	ENE-OCT 2021	9
2. 5	Grado de Incidencia Terminal Tabla Honda	9
2. 6	Grado de Incidencia Terminal Monterrey	9
2. 7	Grado de Incidencia Terminal Teoloyucan	10
3. 1	Principales Corredores de México	19
3. 2	Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Yard Jockey)	24
3. 3	Unidades Dentro de la Empresa FMCE (3.5 toneladas)	24
3. 4	Unidades Dentro de la Empresa FMCE (5 toneladas)	24
3. 5	Unidades Dentro de la Empresa FMCE (7 toneladas)	25
3. 6	Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Rabón)	25
3. 7	Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Torthon)	25
3. 8	Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Tractocamión)	26
3. 9	Cobertura de la Empresa FMCE	27
4. 1	Esquemático de la Investigación	61
4. 2	Cámaras ADAS	63
4. 3	Eventos Registrados por Cámaras ADAS	64
4. 4	Listado de Capacitaciones 2022	67
4. 5	Calendarización de Capacitaciones	68
4. 6	Boletines de Seguridad	69
4. 7	Características Cámaras ADAS	71
4. 8	Prueba de Funcionalidad de Cámara	71
5. 1	Indicadores de Conducción	74

5. 2	Eventos de Cámara Obstruida	75
5. 3	Eventos Para Atención	76
5. 4	Resultados Preliminares 1er Trimestre 2022	77
5. 5	Evidencia de Espacio Para Capacitación 1	78
5. 6	Evidencia de Espacio Para Capacitación 2	78
5. 7	Resultados Preliminares 1er Trimestre 2022 por Rango	79
5. 8	Terminales con más Siniestros 2021	81
5. 9	Terminales Con más Siniestros 2022	82
5. 10	Comparativo De Siniestros Viales	82
5. 11	Siniestros Por Rango	83
5. 12	Comparativo Mensual de Siniestros	83
5. 13	Prueba De Normalidad Siniestros 2021	84
5. 14	Prueba De Normalidad Siniestros 2022	85
5. 15	Resultado de prueba Mann-Whitney	85
5. 16	Grado de Incidencias 2021.	86
5. 17	Grado de Incidencias 2022.	86
5. 18	Comparativas Grado de Incidencias	87

## LISTA DE TABLAS

Tabla		Pag.
2. 1	Grado de Incidencia Mensual Terminal Tabla Honda	8
2. 2	Grado de Incidencia Mensual Terminal Monterrey	8
2. 3	Grado de Incidencia Terminal Teoloyucan	8
2.4	Servicios y Tipos de Unidad (FMCE)	20
2. 5	Operacionalización de Variables	65

## **1. INTRODUCCIÓN**

El transporte es la actividad mediante la cual se desplazan personas o materiales de un espacio a otro, es el acto y consecuencia de trasladar algo de un lugar a otro (Salas,2012). El transporte en la actualidad es algo necesario para el movimiento de las actividades personales y de la sociedad en general, desde las actividades más simples hasta las que permiten la evolución de un país. Por ejemplo, el transporte forma parte de la logística, organización y servicio o una empresa, para garantizar la correcta distribución y comercialización de los productos al menor costo posible.

Actualmente, el transporte terrestre nacional como el internacional, deben mejorarse al máximo para hacer que sean seguros, ecológicos y rápidos, todo ello sin olvidar su fiabilidad. Lo anterior trae consigo que transportarse se convierta no solo en una necesidad, sino también que su uso genere confort y seguridad.

La gestión de la seguridad del transporte terrestre implica también equipar las flotas de camiones con las medidas de seguridad y hacer que todas las unidades sean sometidas a revisiones periódicas; así mismo, las decisiones sobre seguridad sean tomadas y se exija su cumplimiento. Entre las incidencias en operación se encuentran: paradas no autorizadas, velocidad máxima permitida, revisiones de las unidades, revisiones médicas, respeto de las señalizaciones, entre otras.

Según informes de la OMS (Organización Mundial de la Salud), la seguridad vial está considerada como un asunto de salud pública, debido a su

importancia (OMS, 2004). Ante esta situación, los países han diseñado estrategias de tipo preventivo y de investigación mediante las cuales se intenta detectar variables que pueden incidir en la siniestralidad del transporte de carga.

La investigación del evento negativo es una tarea más amplia que la información, ya que no consiste en recopilar datos, sino también en formar opiniones. En general, existe más de una circunstancia o condición causante del evento negativo, siendo este el resultado de la combinación de una serie de circunstancias o concausas cuyo conocimiento permitirá explicar el porqué del mismo (Toledo et al. 2007). En particular, esta tesis se enfoca explícitamente en la seguridad vial de los camiones de carga y sus estadísticas de incidencia de eventos negativos en las carreteras nacionales en una empresa de transporte. Es importante hacer notar que los estudios de eventos y sus estadísticas generalmente se llevan a cabo sobre el total de eventos negativos y no sólo desde el punto de vista de este sector.

Cuevas et al. (2008), reportan que en México el autotransporte de carga ocupó el segundo lugar en cuanto a su participación en accidentes. Durante 2007, de 45,502 vehículos involucrados en accidentes en la Red Carretera Federal (RCF), se registró que el 22% de los vehículos correspondieron a este tipo de transporte mientras que 62% fueron de vehículos ligeros y 3% autobuses.

Por todo lo anterior, es imprescindible atender esta problemática en diferentes frentes: crear programas de capacitación permanentes para

operadores con poca experiencia en la conducción de camiones de carga y no sólo aplicar para recibir su licencia de manejo y bien la capacitación que se imparte al ingresar a la empresa; mejoramiento por parte de las empresas de las condiciones laborales de los operadores en específico en los tiempos de conducción; adopción de la tecnología que se ofrece para el mejoramiento de los hábitos de conducción en los operadores de carga pesada.

El documento desglosa los antecedentes presentados dentro de una empresa de transporte, el entorno el que se desenvuelve la logística y seguridad de la cadena de suministros, así como la definición del problema, los cuales deriva la pregunta de investigación que tiene como objetivo el dar sentido investigativo a este proyecto. Además, se plantea las hipótesis de resolución, cómo se justifica y las delimitaciones. Además de revisar el marco teórico en el que es posible observar los temas más importantes que influyen en el tema a desarrollar, así como sus referencias, tomando como pie de esta investigación lo que otros autores han desarrollado de forma similar y cómo han logrado plantear alguna solución, pasando a revisar los materiales utilizados y la metodología aplicada a la presente investigación llegando a los resultados, conclusiones y aportando recomendaciones.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En este capítulo se menciona el entorno en el que se llevará a cabo la investigación, los acontecimientos que suscitaron el contexto del problema, así como las hipótesis planteadas, los objetivos del proyecto, la justificación y las limitantes que se asumen para el desarrollo del estudio.

### **2.1 Antecedentes**

En la empresa Fletes México Carga Express (FMCE) se ha detectado una alta exposición al riesgo de sufrir accidentes de tránsito, por lo que se han desarrollado programas y actividades para contrarrestar las causas de estos eventos negativos.

Entre de los responsables de estas actividades se encuentran diferentes departamentos, los cuales no han logrado dar los resultados esperados, ya que las estadísticas relacionadas con la incidencia no se ven favorables y la tendencia sigue siendo negativa, puesto que semanas tras semana se tiene registro de al menos un evento.

La empresa donde se realiza la investigación se dedica a trasladar carga LTL (por sus siglas en inglés *Less Than Truckload*) que hace referencia a envíos de carga consolidada, Se trata de transporte de carga relativamente pequeña que no requiere todo el espacio de un camión. Así como FTL (por sus siglas en inglés *Full Truckload*) lo cual también hace referencia a que toda la mercancía de un cliente viaja en un solo camión, sin necesidad de una consolidación. Se tiene

cobertura en toda la República Mexicana, teniendo como bases de operación las siguientes ciudades: Ciudad Juárez, Chihuahua, Nuevo Laredo, Monterrey, San Luis, Querétaro, Guadalajara, México y Puebla.

Teniendo como referencia la ubicación geográfica de las bases de operación de la empresa FMCE, esta investigación se basará en tres terminales ubicadas en Monterrey y en México (La cual cuenta con dos terminales que llevan por nombre Teoloyucan y Tabla Honda). En estas tres terminales se han detectado la mayor cantidad de eventos negativos en comparación con las otras terminales, que al igual presentan eventos registrados en el año 2021, pero que no son tan frecuentes como en las que se han mencionado.

Conforme al desglose de siniestros viales, los motivos son reiterados, como lo son salidas de carretera, cortes de circulación, alcances (en carretera y en ciudad), maniobras (dentro de clientes y en las propias instalaciones), así como por dimensiones de la unidad. Lo anterior deja aún más claro y evidente el problema que se tiene dentro de la empresa.

La figura 2.1 muestra la cantidad de eventos negativos que se han tenido en el periodo de enero a diciembre del año 2021 de una forma general incluidos todos los diferentes motivos por terminal.

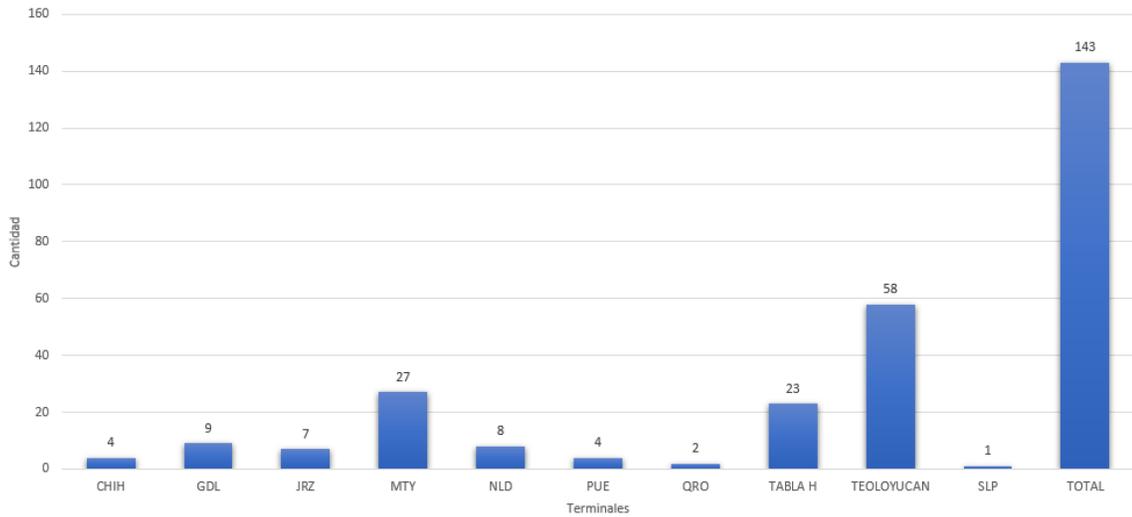


Figura 2. 1 Eventos Negativos 2021 de la Empresa FMCE

En todas las semanas, en la totalidad de las operaciones que comprende la empresa Fletes México Carga Express, se han presentado eventos de siniestros viales, a excepción de tres semanas (semana 11,15,35). La Figura 2.2 muestra el comportamiento de dichos eventos.



Figura 2. 2 Resumen Semanal de Eventos Negativos

Uno de los principales indicadores muestra el alto grado de eventos negativos que se tienen en tres terminales en específico. En la figura 2.3 se

muestra la tendencia gráfica de estas terminales (Monterrey, Teoloyucan y Tabla Honda).

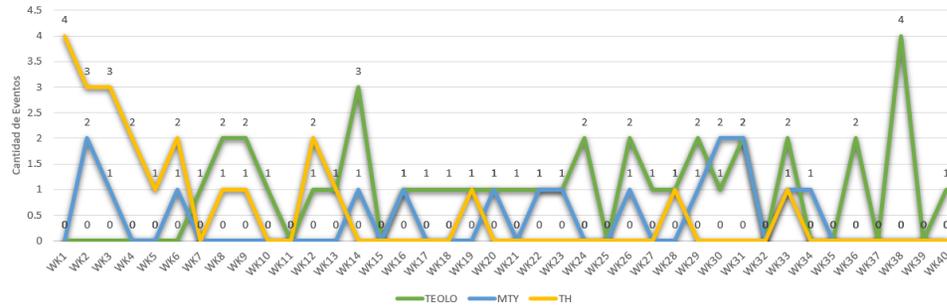


Figura 2.3 Terminales con más Siniestros

Es por ello que se decidió realizar un análisis por cada una de estas tres terminales y obtener de esta manera el grado de incidencia (GI) para de esta forma adoptar métodos cuantitativos y con base en los resultados obtenidos mejorarlo, representado en la fórmula 2.1. En las tablas 2.1, 2.2 ,2.3 se aprecia el análisis mensual obteniendo el grado de incidencia de las terminales Teoloyucan, Monterrey y Tabla Honda, obtenido de la siguiente manera:

$$G.I = \frac{\text{Total de eventos negativos}}{\text{Kilometros Recorridos por flota por terminal}} \times 10000 \quad 2.1$$

Formula 2.1 Grado de Incidencia

Tabla 2. 1 Grado de Incidencia Mensual Terminal Tabla Honda

TABLA HONDA												
	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
SINIESTROS	12	4	4	0	1	0	1	1	0	0	0	0
MAYOR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MENOR	11	4	4	0	1	0	1	1	0	0	0	0
KM	114173	102384	102384	123405	149960	141430	145464	133599	137827	138425	145269	136957
KM/10,000	11.4173	10.2384	10.2384	12.3405	14.996	14.143	14.5464	13.3599	13.7827	13.8425	14.5269	13.6957
GRADO DE INCIDENCIA	1.0510	0.3907	0.3907	0	0.0667	0	0.0687	0.07485	0	0	0	0
SALIDA DEL CAMINO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CORTES DE CIRCULACION	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ALCANCE	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MANIOBRAS	6	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0
DIMENSIONES	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 2. 2 Grado de Incidencia Mensual Terminal Monterrey

MONTERREY												
	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
SINIESTROS	3	1	0	2	1	2	4	4	0	3	4	3
MAYOR	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
MENOR	2	1	0	2	1	2	3	0	0	3	4	3
KM	329127	295211	295211	409434	409817	472913	499252	425390	399939	405253	417856	405259
KM/10,000	32.9127	29.5211	29.5211	40.9434	40.9817	47.2913	49.9252	42.539	39.9939	40.5253	41.7856	40.5259
INDICE	0.0912	0.0339	0.0000	0.0488	0.0244	0.0423	0.0801	0.0940	0.0000	0.0740	0.0957	0.0740
SALIDA DEL CAMINO	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
CORTES DE CIRCULACION	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	1	1
ALCANCE	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
MANIOBRAS	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	2
DIMENSIONES	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabla 2. 3 Grado de Incidencia Terminal Teoloyucan

TEOLOYUCAN												
	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
SINIESTROS	0	3	4	5	6	6	5	4	6	6	8	5
MAYOR	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0
MENOR	0	3	4	3	6	5	5	4	6	5	8	5
KM	569854	592161	592161	795812	717037	749379	720853	670432	680187	685875	695287	729915
KM/10,000	56.9854	59.2161	59.2161	79.5812	71.7037	74.9379	72.0853	67.0432	68.0187	68.5875	69.5287	72.9915
INDICE	0.0000	0.0507	0.0675	0.0628	0.0837	0.0801	0.0694	0.0597	0.0882	0.0875	0.1151	0.0685
SALIDA DEL CAMINO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
CORTES DE CIRCULACION	0	0	2	0	1	1	1	2	0	1	3	1
ALCANCE	0	0	0	3	3	2	0	0	1	1	0	1
MANIOBRAS	0	3	2	2	2	3	3	1	1	3	5	3
DIMENSIONES	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0

Partiendo de esta información, es posible obtener el grado de incidencia mensual por cada terminal y tener una referencia acerca de cuál es el estatus de la empresa con respecto a la totalidad de los siniestros viales. La figura 2.4 contiene la gráfica que muestra el resumen general de estas tres terminales, así como en particular de cada terminal en la que esta investigación será aplicada.

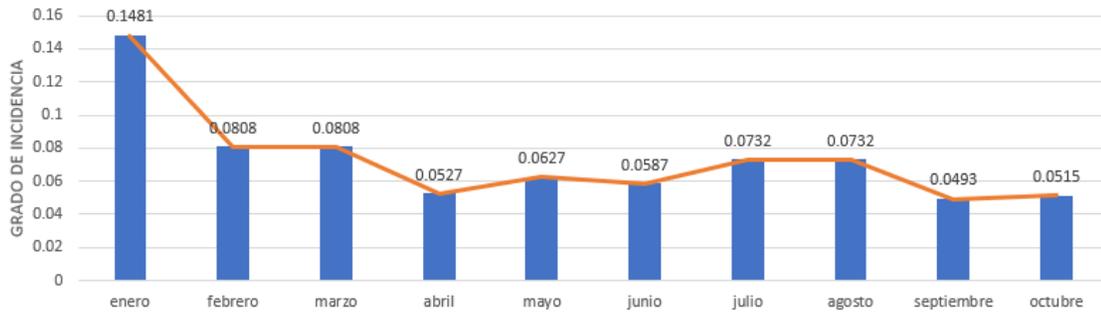


Figura 2. 4 Grado de Incidencia General de la Empresa FCME Periodo ENE-OCT 2021

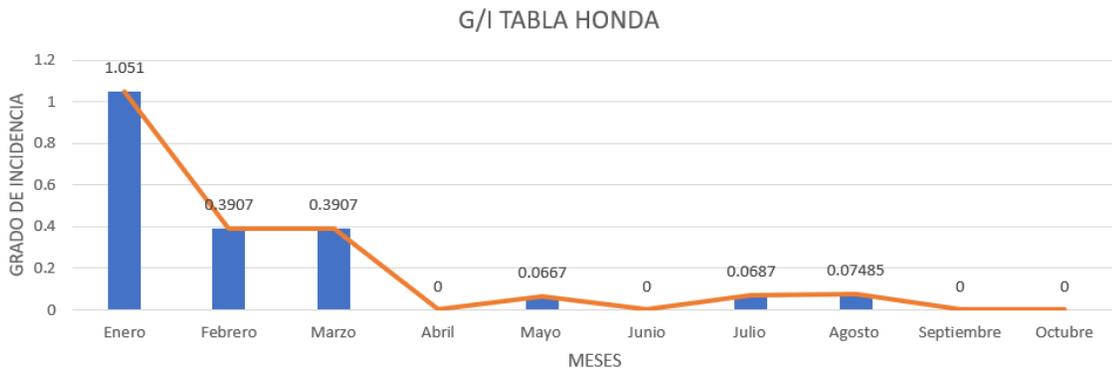


Figura 2. 5 Grado de Incidencia Terminal Tabla Honda

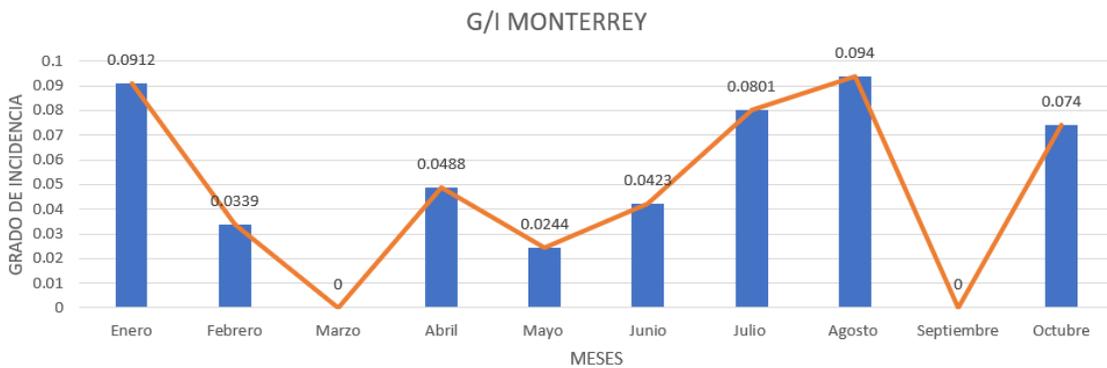


Figura 2. 6 Grado de Incidencia Terminal Monterrey

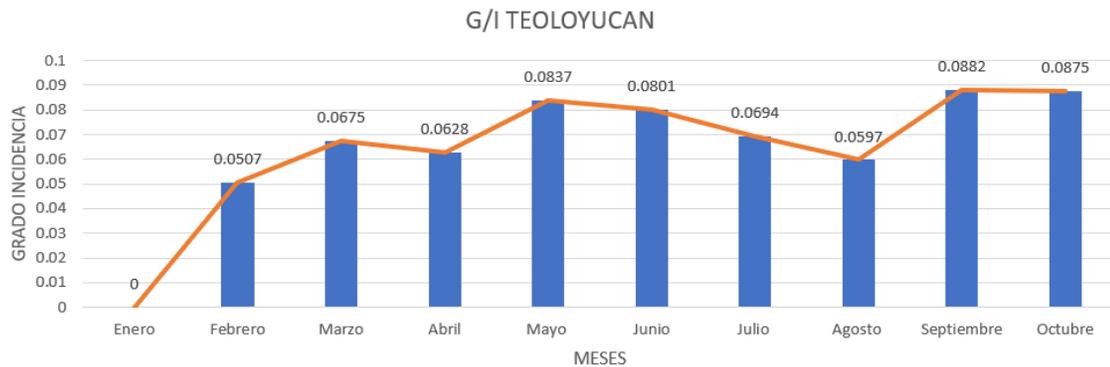


Figura 2. 7 Grado de Incidencia Terminal Teoloyucan

## 2.2 Definición del Problema

La cantidad de eventos de incidencias en carretera se ha tratado de solucionar de muchas maneras, las cuales van desde procedimientos internos para la regularización de las contrataciones y un programa de capacitación antes de ingresar a la operación, así como pláticas internas semanales para retroalimentar el tema de accidentes viales en cada una de las terminales. Dichos procesos no han logrado tener el impacto deseado dentro de la flota de operadores, de forma que se manifieste la disminución en la tendencia de accidentes que se tiene de forma semanal.

Lo anterior trae como consecuencia que las distracciones y los malos hábitos de manejo que se tienen dentro de la empresa no seas solucionados y a su vez se eleve el costo de siniestralidad otorgado por la compañía aseguradora, puesto que en la actualidad se tiene considerada a la empresa FMCE como una empresa con un alto índice de eventos negativos.

El problema que abordo esta investigación es la pobre capacitación que se otorga a los operadores asignados a las terminales de Monterrey, Teoloyucan, Tabla Honda, ya que no existe un plan documentado para llevar acabo las capacitaciones. Además, se incluyó el uso de tecnología en las cabinas de las unidades (cámaras inteligentes) para la detección de malos hábitos de conducción y de esta manera corregir de raíz las posibles causas de accidentes viales.

### **2.3 Pregunta de Investigación**

La pregunta de investigación que fue planteada para abordar el problema en el desarrollo del estudio es la siguiente:

¿Cuál es el impacto en el grado de siniestros viales al implementar un programa de capacitación y adecuar la aplicación de la tecnología en las cabinas de las unidades para los operadores?

### **2.4 Hipótesis**

La implantación de un programa de capacitación para los operadores y el uso adecuado de la tecnología de cámaras en cabina de las unidades reducirá el grado de siniestros viales en el periodo 2022.

### **2.5 Objetivo**

Reducir el grado de incidencia de siniestro viales en las terminales de Monterrey, Teoloyucan y Tabla Honda mediante la implementación de capacitaciones a operadores y uso de la tecnología en cabinas encaminado a

disminuir el riesgo de accidentes vehiculares causados por el desconocimiento, los malos hábitos de conducción en los operadores de la empresa FMCE.

## **2.6 Justificación**

Actualmente dentro de la empresa FMCE no se tiene un control específico para la determinación de los casos que provocan el alto grado de incidencias. Con este estudio se pretende mejorar el grado de incidencia de las terminales de Monterrey, Teoloyucan y Tabla Honda para después replicarlo en las demás terminales y mejorar las condiciones e imagen que se tiene de la empresa al ser considerada como una compañía que no logra disminuir los eventos negativos.

## **2.7 Delimitaciones**

Esta investigación se llevará a cabo dentro de la empresa FMCE, analizando únicamente las terminales de Monterrey, Teoloyucan y Tabla Honda en un periodo de 52 semanas de estudio con la variable de grado de incidencia de eventos negativos.

### **3. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se describen las teorías relacionadas con el grado de siniestralidad y su influencia en el uso correcto de capacitación a los operadores de una empresa de transporte, además del efectivo uso de los roles de descanso que como empresa se deben generar y dar seguimiento puntual para el cumplimiento de estos. Lo anterior con el objetivo de canalizar las energías que pudiese tener un operador de unidad terrestre al asignarle un viaje. También se describirá la forma en la que el uso de la tecnología aplicada en las cabinas de las unidades puede influir en corregir los malos hábitos de conducción en la carretera para que, en conjunto con el área correspondiente a la empresa, sea posible tomar las mejores decisiones con respecto a la continuidad de los operadores en la compañía.

Cada vez que sucede un evento que termina en siniestro en cualquier compañía de transporte, se tiende a culpar al operador que conduce el vehículo, sin antes realizar las investigaciones pertinentes de sus causantes. Muchos de estos casos van relacionados con la carga de trabajo que las empresas de transporte generan sobre sus trabajadores, al no prestar atención a las señales previas de cualquier siniestro o bien son descuidos atribuidos de los operadores al no estar bien calificados para manejar unidades tan grandes.

Dentro de las diferentes variantes que se muestran en esta investigación se encuentra una subdivisión en la cual es importante enfocarse, se trata de la

capacitación en el tema de maniobras, es un tema importante a abordar, pues en gran parte del total del análisis se encuentra el problema de las maniobras. Si bien los espacios donde estas se realizan siempre no cumplen con las especificaciones, el operador de cada unidad es responsable de verificar con anticipación cada movimiento o bien de solicitar la ayuda necesaria para el cumplimiento de la actividad.

### **3.1 Transporte de Mercancía Terrestre**

El transporte por vía terrestre ha sido desde antes de la llegada de los españoles el medio más utilizado para trasladar a las personas y a las mercancías. En un principio se recorrían los caminos caminando, después con la conquista se introdujeron los caballos y carruajes, hasta que se construyeron las primeras carreteras y vías férreas. Su importancia radica en las facilidades de acceso a diferentes puntos geográficos, su flexibilidad operativa y su costo.

En el 2020, en México, la extensión de la red carretera nacional fue de 407,958 km, de los cuales; 51,197 km corresponden a la Red Carretera Federal y 356,761 km integran la red rural y alimentadora, de la red federal, 40,583 km son carreteras federales libres de peaje con 9,167 puentes y 10,614 km son autopistas (Gómez, 2021).

Dado que el país cuenta en su territorio con salidas a los océanos Pacífico y Atlántico, al Golfo de México y además comparte una frontera de 3,152 km con el mercado más grande del mundo, el transporte de carga terrestre juega un papel

muy importante en la economía mexicana y se ha consolidado como un verdadero promotor del desarrollo (Segura, 2015).

### **3.2 Operación de Transporte de Mercancía**

Básicamente, la importancia del transporte logístico reside en el hecho que se trata del proceso que garantiza la entrega de mercancías de forma segura, puntual y económica. Es decir, gracias a los diferentes tipos de transporte logístico de mercancías, estas pueden llegar de un punto a otro sin recibir ningún daño, entregándolas en los tiempos prometidos y utilizando para ello los recursos apenas necesarios, sin generar un exceso de costos adicionales en el transporte. (Grajeda, 2015).

Entre las principales funciones del transporte logístico destacan las siguientes:

- a) Planificar las rutas de distribución para hacer la mayor cantidad de entregas en el menor tiempo posible.
- b) Realizar el transporte de productos asegurando su protección, para que no sufran ningún daño o alteración.
- c) Llevar a cabo la logística inversa en la cadena de suministro cuando sea necesaria la devolución o reciclaje de productos.
- d) Garantizar entregas seguras de los productos teniendo en cuenta las medidas de seguridad por el contexto de la COVID-19.

- e) Tomar acciones resolutivas cuando existan obstáculos que afecten la continuidad de las entregas, como cuando existen altos niveles de tráfico.
- f) Aprovechar los recursos posibles de la mejor manera posible para reducir los costos del transporte terrestre.

En términos generales, existen cinco tipos de transporte logístico (Mayoral Grajeda, 2015):

- a) Transporte logístico aéreo: la logística de transporte por vía aérea es la más costosa.
- b) Transporte logístico marítimo: la logística de transporte vía marítima es la más utilizada a nivel internacional. De hecho, se estima que el 90% de los envíos entre distintos países se realiza a través de barcos. Este medio es el más económico cuando se trata del transporte de mercancías por distancias muy largas.
- c) Transporte logístico terrestre: la logística de transporte terrestre se subdivide en:
  - d) Transporte logístico por ferrocarril: la logística de transporte por ferrocarril es, quizás, la logística terrestre más complicada de llevar a cabo.
  - e) Transporte logístico por carretera: el transporte por carretera puede ser llevado a cabo por distintos vehículos, como camiones, camionetas, carros y hasta bicicletas. Todo depende del tipo de

carga, de la distancia a recorrer y de factores externos que afectan la logística como el tráfico. El transporte logístico por carretera ofrece alta flexibilidad en cuanto a horarios, rutas de transporte, despachos, personal, entre otros.

Los distintos tipos de transporte logístico explicados anteriormente participan en una gran cadena logística que interconecta a productores, fabricantes, comerciantes y distribuidores. Al final de toda esa cadena existe lo que se conoce como “última milla” (Frias,2021). La última milla es cuando el cliente final entra en la ecuación. Es decir, es el proceso de la logística de transporte y distribución que consiste en llevar una mercancía desde el centro de distribución hasta la puerta del consumidor final, que dentro de la empresa en la que se está realizando la investigación, es parte de la logística que juega un papel importante.

### **3.3 Unidades de Transporte**

Solo en 2019, la cantidad de empresas dedicadas a ofrecer servicios de transporte de mercancías en México aumentó un 4.7 %, así lo indica la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T. 2021). Evidentemente, el sector del transporte logístico es cada vez más importante en la cadena de suministro de las empresas y más aún para las entregas en la última milla.

Lo interesante de este hecho es que detrás de algo que parece simple, hubo todo un plan de logística para que el producto llegara a manos del consumidor y lo que poco se sabe es que el transporte y el tipo de remolque en el

que se traslada la mercancía, es el eslabón más importante de toda la cadena logística.

El transporte de carga sirve para trasladar productos de un lugar a otro, en contenedores o carrocerías, ya sean refrigeradas o secas, de forma local, a otras ciudades o a otros países, en un determinado tiempo y a cierto costo, que también es conocido como flete. El transporte de carga está regulado por los reglamentos que tiene cada país. En el caso de México el organismo regulador es la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, que cuenta con diversos reglamentos para cada tipo de transporte.

El transporte terrestre carretero es el más utilizado en México, ya que moviliza cerca del 84% de la carga doméstica que se traslada por tierra y el 83% del total de carga de comercio exterior (SCT 2021). En México existen 14 corredores carreteros denominados como principales. La mayor parte de las actividades logísticas y de consumo del país transitan a través de ellos; Juntos suman casi 20 mil kilómetros. Dentro de la empresa FMCE estos corredores son de uso obligatorio para poder transportar la mercancía que en sus remolques se traslada, pues brinda ciertos aspectos de seguridad hacia el cliente final de que la mercancía trasladada llegará a su destino final. Adicional a ello, al recorrer sobre estos corredores para mover mercancía, se tienen varios aspectos importantes a favor, ya que, en caso de presentar algún siniestro vial, la rapidez con la que los medios de seguridad arribarían al lugar es un aspecto importante a considerar

sobre los tiempos de reacción. Estos corredores se ven representados en la figura

### 3.1



Figura 3. 1 Principales Corredores de México

#### 3.3.1 Ventajas

En México, el transporte terrestre representa el medio más utilizado con el 75% frente al 17% del ferrocarril, el 7% del marítimo y el 1% del aéreo (Segura, 2015).

Según (Mikel 2006) sus principales ventajas son su servicio de puerta a puerta, su flexibilidad debido a la existencia de vehículos adaptados para todo tipo de carga y volúmenes, rapidez y la facilidad con la que se puede coordinar con otros medios de transporte. A continuación, en la Tabla 2.4 se representan los servicios y unidades con las que cuenta la empresa, usando las que mejor se adapten para cada tipo de servicio.

Tabla 2.4 Servicios y Tipos de Unidad (FMCE)

Fletes México Carga Express	
Servicios	Tipos de Unidades
Expeditados	VAN DE CARGA
Viajes Dedicados	RABONES
Carga Consolidad	TORTON
De Última Milla (E-COMERCE)	CAMIÓN 5 TON.
Puerta a Puerta	CAMIÓN 7 TON.
Servicios en Aeropuertos	DOLLYS
Críticos	SEMIRREMOLQUES 53',40' Y 28'
Críticos	TRACTOCAMION (QUINTA RUEDA)

Dentro de las ventajas logísticas del transporte en carretera destacan de manera general las siguientes cuestiones detalladas a continuación:

- a) Precio económico: al solicitar un presupuesto de transporte, el transporte en carretera permite ofrecer un precio más competitivo en comparación con otro tipo de transportes.
- b) Mayor versatilidad: otra de las ventajas del transporte terrestre es su gran versatilidad a la hora de acceder al destinatario final del producto o servicio, permitiéndole así ofrecer el servicio desde el punto de origen hasta el cliente final para garantizar la entrega.

- c) **Máxima seguridad:** para trasladar productos perecederos o mercancías peligrosas, se requiere de un trato específico para que durante el periodo de traslado no se alteren sus condiciones o características. A este respecto, el transporte en carretera se adapta a las necesidades particulares de seguridad de cada mercancía, permitiendo mantener durante traslado.
- d) **Flexibilidad horaria:** al viajar en carretera, un camión puede trasladarse a cualquier hora sin que el elemento temporal represente un inconveniente a tener en cuenta. Esto supone que, a la hora de realizar el envío de un paquete con carácter urgente, si bien el transporte terrestre no sería la opción más rápida, si es la opción predilecta debido a su versatilidad para iniciar el traslado en el momento que es necesario llevarlo a cabo.
- e) **Facilidad de rastreo:** las flotas de camiones de las empresas de logística suelen instalar en sus dispositivos equipos de GPS que permiten a la entidad que hace el envío conocer el punto exacto donde se encontraría su mercancía a lo largo de cualquier proceso de traslado. Por otro lado, en caso de surgir cualquier tipo de inconveniente durante este proceso, el conductor podrá comunicarse de manera sencilla con la empresa contratante del servicio, estableciéndose una comunicación bidireccional idónea a lo largo del proceso de desplazamiento.

### 3.3.2 Desventajas

Todo medio de transporte cuenta con una serie de inconvenientes, por lo cual mencionar las desventajas del transporte terrestre no debe suponer el elemento que excluya la elección de este tipo de transportes en el plan de logística de la empresa, si bien estas desventajas suponen una cuestión a valorar previamente:

- a) Poca capacidad: existe un límite de peso y tamaño que un camión puede trasladar en carretera. En caso de que la mercancía trasladada exceda la del peso máximo, esto podría dañar las prestaciones del dispositivo, siendo incluso posible que se presenten diferentes inconvenientes para maniobrar con el mismo por parte del sujeto transportista o conductor del vehículo.
- b) No apto para distancias largas: otra desventaja es que el uso de transporte terrestre para envíos internacionales solo sería conveniente si se trata de trasladar mercancías a un país limítrofe.
- c) Mayor contaminación ambiental: los vehículos actuales todavía utilizan Diesel o gasolina con base en petróleo para su correcto funcionamiento, por lo cual estos dañarían mucho más el medioambiente de las áreas donde son utilizados, a diferencia de otros medios de transporte como pudiera ser el tren.
- d) Interrupciones del traslado: a lo largo de una ruta de envío pueden surgir gran cantidad de inconvenientes, como pudiera ser un atasco

o un siniestro en carretera, el cual es uno de los motivos relacionados con esta investigación. Este tipo de inconvenientes podrían traducirse en una demora respecto al plazo de entrega fijado inicialmente, por lo que quizás el transporte terrestre no sería el mejor medio de traslado.

- e) Restricciones en fronteras: en el ámbito del comercio internacional, el paso o cruce de fronteras es una cuestión que quedará regulada por el ordenamiento jurídico de cada país.

Si bien la entrada de nuestro país en la Unión Europea eliminó gran parte de este tipo de restricciones, estas podrían suponer una desventaja que se debe considerar antes de desarrollar la ruta logística de la empresa (Mikel, 2006).

### **3.3.3 Tipos de Unidad**

El transporte de mercancías terrestre es uno de los más habituales y más utilizados. Esto se debe a que es el más común para distancias cortas, gracias a la gran flexibilidad que ofrece al contratar y a su sencillez operativa. Es generalmente el de mayor preferencia por parte de las empresas por lo que es necesario considerar sus características para poder entender la gran cantidad de posibilidades que brinda. Para el transporte terrestre de mercancía, se hace uso de diferentes tipos de unidades, diseñadas para diferentes tipos de necesidades. Estas unidades se diferencian por su estructura y capacidad de carga. Dentro de la empresa FMCE se cuenta con la siguiente diversidad de unidades las cuales podremos observar en las figuras 3.2,3.3,3.4,3.5,3.6,3.7 y 3.8.



Figura 3. 2 Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Yard Jockey)



Figura 3. 3 Unidades Dentro de la Empresa FMCE (3.5 toneladas)



Figura 3. 4 Unidades Dentro de la Empresa FMCE (5 toneladas)



Figura 3. 5 Unidades Dentro de la Empresa FMCE (7 toneladas)



Figura 3. 6 Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Rabón)

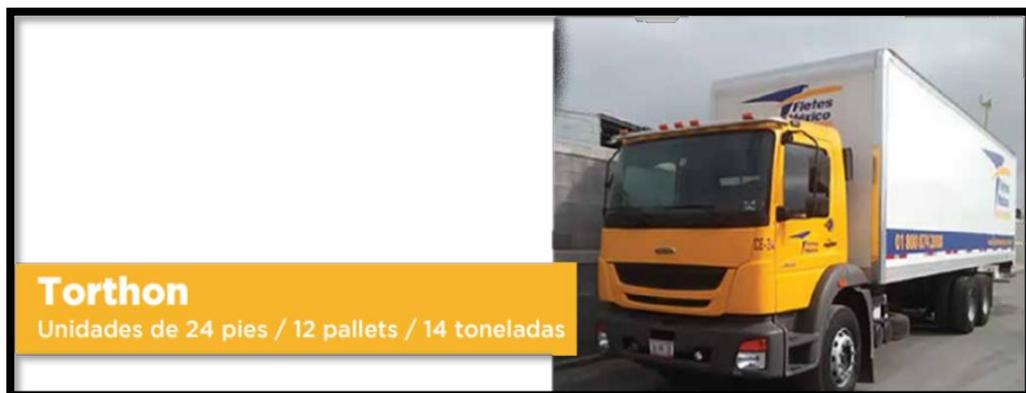


Figura 3. 7 Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Torthon)



Figura 3. 8 Unidades Dentro de la Empresa FMCE (Tractocamiión)

### 3.4 Trayecto y Logística

Jerárquicamente, la logística es una parte de la cadena de suministros. La cadena de suministro es un concepto que engloba muchas más tareas que la logística.

A menudo se define la logística como llevar la cantidad de producto necesario, en el momento necesario, al lugar necesario y en correcto estado. La logística va a jugar un papel vital en ello, pero es la cadena de suministro la que se encarga de determinar cuál es ese producto, qué cantidades son las indicadas, qué plazos vamos a tener para la fabricación y el envío, etc.

En este sentido, la labor de la logística en la cadena de suministro es, por ejemplo, conseguir que los movimientos de mercancía, el transporte, el almacenaje y la preparación de pedidos se hagan de la manera más eficiente

posible (lo que incluye la calidad en el servicio y el coste de este). Aunque la cadena de suministro abarque más procesos, también es responsabilidad de la logística que el rastreo de los productos sea transparente en las partes de las que se ocupa (Melero, 2020).

Su importancia radica en las facilidades de acceso a diferentes puntos geográficos, su flexibilidad operativa y su costo. Dentro de la empresa FMCE se ha logrado con el paso de los años desde su creación abarcar las ciudades más importantes del territorio mexicano, logrando que la logística de transporte hacia ciudades aledañas, pueblos sea más completa. En la figura 3.9, se aprecia geográficamente las ciudades donde se tiene participación.



Figura 3. 9 Cobertura de la Empresa FMCE

De esta manera es posible apreciar cómo es que dentro de la empresa FMCE los trayectos a recorrer abarcan gran parte de la república mexicana, lo que implica recorrer grandes trayectos de kilómetros para poder realizar las entregas de mercancías que se solicitan de un lugar origen y destino.

### **3.5 Características del Transporte**

Para profundizar en el concepto del transporte terrestre, es importante conocer cuáles son sus características principales. Sin duda, se trata de uno de los tipos de transporte más empleados en nuestra sociedad en la actualidad y, por ende, cuenta con unos rasgos muy propios.

Siempre se realiza por carretera. Una carretera es una ruta que existe entre dos destinos y que ha sido pavimentada y condicionada con ciertas características como que puede transportar bienes o personas, además de que promueve el servicio de entrega puerta a puerta que en los últimos años está ha tomado gran fortaleza, ya que brinda al consumidor final la comodidad de recibir en su domicilio la mercancía que ha comprado, también el tiempo de respuesta es más rápido que en otros tipos de transporte, permite trasladar materiales productos peligrosos que en otros tiempo de transporte no se pueden trasladar y permite el transporte de pacientes en casos de emergencias.

### **3.5.1 Calidad**

Ofrecer un servicio de excelente calidad es lo que marca la diferencia ante la competencia y permite fidelizar a los clientes. Según los datos del último informe de XI Barómetro Círculo Logístico SIL 2020, la calidad es el aspecto más valorado por parte de las empresas. Le siguen factores como la flexibilidad, la especialización, la rapidez, la optimización empresarial y la sostenibilidad (Cisneros, 2022).

En el caso concreto de las empresas de logística, la calidad, más que un valor agregado, es un elemento fundamental. Es el resultado de la suma de pequeños procesos que, en su totalidad, tienen el objetivo de proporcionar un servicio efectivo y duradero.

La excelencia de los procesos está íntimamente ligada a la calidad. Las cadenas de suministro deben trabajar con una profesionalidad impecable para hacer fluir los procesos con el fin de mejorar los servicios. En última instancia es alienarlos con la estrategia global de cada compañía. Se trata de trabajar siempre con la mayor predictibilidad para evitar imprevistos o variaciones que puedan afectar al resultado final.

Existen ciertos puntos que se deben analizar con el fin de entender la importancia de la calidad en la logística y revisar si se encuentra en cada parte del proceso. Algunos de estos puntos son: calidad de las unidades utilizadas, tipo de parque vehicular que se utiliza, certificaciones, puntualidad en las entregas y la comunicación con el cliente.

### **3.5.1.1 Calidad de las Unidades Utilizadas**

Este punto es muy importante, ya que dependiendo de las características de las unidades que se utilicen, la empresa podrá acceder a certificaciones, reconocimientos y oportunidades de desenvolvimiento. Las características a tomar en cuenta para elegir tus vehículos, deben ser: años de antigüedad de las unidades, si las unidades son propias o subcontractadas, equipo y sistemas de seguridad, protocolo de mantenimiento, garantías y rendimientos, entre otras.

### **3.5.1.2 Instalaciones Seguras**

Es aquella zona donde se resguardan las unidades de una empresa de transporte. En otras palabras, es donde guardan o estacionan los vehículos que no están siendo utilizados. Contar con espacios propios o rentados en buenas condiciones agrega valor a la empresa.

### **3.5.1.3 Certificaciones**

Si la empresa cuenta con unidades propias, un parque vehicular seguro y excelentes protocolos de mantenimiento (entre otros requisitos), entonces podrá ser acreedora a certificaciones importantes como:

- a) C-TPAT: (Por sus siglas en inglés *Customs-Trade Partnership Against Terrorism*) Iniciativa conjunta del gobierno y las empresas cuyo objetivo es construir relaciones de cooperación y mejorar tanto la cadena de valor empresarial, como la seguridad en la frontera de los EE. UU (Dueñas, 2022).

- b) BASC: (Alianza de Negocios para el Comercio Seguro) Alianza empresarial que promueve el comercio exterior seguro, en cooperación con gobiernos, aduanas y organismos internacionales (BASC,2015).
- c) OEA: Operador Económico Autorizado. Esta certificación está relacionada con la implementación de medidas de seguridad tanto física como informática, la mejora de la trazabilidad de mercancías, los controles contables y la solvencia financiera, entre otros factores (Hernandez, 2018).

#### **3.5.1.4 Puntualidad en las Entregas**

En logística no solo se trata de que la mercancía llegue, sino de que llegue en el tiempo pactado y en la forma en que el cliente lo necesita. Una empresa de transportes de carga que no cumple con periodos de entrega de manera puntual, simple y sencillamente no puede catalogarse como una opción de “alta calidad” dentro de la industria.

#### **3.5.1.5 La Comunicación con el Cliente**

Existen varias empresas de logística que presumen “calidad en el servicio”, pero que uno de sus puntos débiles es la comunicación entre ellos y el cliente. Una mala comunicación entre empresa y cliente, es inadmisibile.

Como cliente, es necesario tener toda la información necesaria a tiempo, sobre cada etapa del viaje. Así mismo, tener la certeza de que se transporte ayuda a mejorar los procesos logísticos para mejorar la fluidez en las operaciones conjuntas.

### **3.5.2 Puntualidad**

Para la gran mayoría de las empresas, la puntualidad en las entregas es un punto clave debido a que genera una percepción importante en los clientes. Y es que es sumamente relevante que las compañías puedan mantener la satisfacción de los clientes (Mauleon, 2006). La puntualidad en la entrega es un valor agregado al servicio que cada empresa brinda; de hecho, refleja la imagen y los valores de la misma. Por ello, el cumplimiento de lo establecido es lo que realmente se impone a la hora de destacar una entrega.

En el momento en el que se define la fecha de entrega de productos o mercancías, es necesario analizar cuántos recursos (personal, materia prima y maquinaria) están disponibles. No sólo eso, sino que hay que establecer un compromiso con el cliente para fijar una fecha de entrega. Aunque muchos creen que la entrega efectiva sólo depende de la velocidad, hay que analizar también los puntos débiles que pueden repercutir en las entregas, ocasionando retrasos y mala reputación.

Para que los clientes estén contentos y confíen en un determinado servicio, la entrega se debe realizar en los tiempos que fueron pactados. Al lograrlo, se genera una fidelización, asegurando ventas o contratos a futuro. Una compañía de transporte debe tener dedicación y cumplir con un servicio de calidad que sea eficaz. Es clave mantener la puntualidad como objetivo principal de la entrega para llegar lo más rápido posible y generar confianza en los clientes (Mauleon, 2006).

### 3.5.3 Seguridad

El solicitante podrá realizar el preregistro del trámite presencial a través del sistema electrónico de la Dirección General de Autotransporte Federal (SCT,2021).

- a) Conductores: deberán contar con la capacitación y experiencia suficiente para la conducción de las combinaciones doblemente articuladas, así como con la licencia específica emitida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Además, deberán llevar el registro de los viajes semanales efectuados por carretera y usar la bitácora de horas de servicio contenida en la NOM 087.
- b) Carga: deberá ser colocada de tal forma que cumpla con el peso bruto vehicular autorizado y la concentración de carga por eje o configuración de ejes, no exceda lo establecido para cada tipo de camino, además de ser compatible con el tipo de vehículo a utilizar y no sobresalir de la unidad de transporte más allá de los límites establecidos,

En la carta de porte o contrato privado de transporte, deberá constar que las partes aceptan la responsabilidad solidaria en el cumplimiento de la normatividad, dejando claramente establecida la ruta asignada, la descripción de la carga y el peso bruto vehicular.

- c) Vehículos: las unidades para el transporte de carga deberán cumplir con las especificaciones y condiciones de operación y seguridad, establecidas en las NOM 068 y 035.
- d) Acreditar idoneidad moral, física y psíquica.
- e) Acreditar, mediante declaración jurada, no ser consumidor de drogas, estupefacientes o sustancias sicotrópicas prohibidas, que alteren o modifiquen la plenitud de las capacidades físicas o síquicas.

Esta realidad es una de las que demuestra que el sector, está aún está en vías de tercerización, de profesionalización y de un desarrollo más integral de los procesos logísticos que el giro del negocio transporte de carga conlleva en sí mismo. Dicho desarrollo incide directamente en las condiciones de trabajo de los involucrados, y en las relaciones laborales (Pérez Salas et al. 2012).

Es necesario, orientar políticas públicas que apoyen y profundicen la urgente profesionalización del sector, además contribuye enormemente al desarrollo de otros sectores de la economía.

### **3.5.3.1 Sistemas de Rastreo (GPS)**

Para el desarrollo de este proyecto, es necesario mencionar algunas fuentes de interés con el fin de establecer las bases del objeto de investigación y que generen validez a lo que se pretende exponer. Estas van directamente ligadas

a la seguridad, la innovación y a la inteligencia artificial (IA) aplicada en el transporte de carga.

La IA en materia de seguridad aplicada al transporte de mercancías representa un valor agregado al servicio que se brinda, puesto que mejora el tema de la optimización y la productividad, que son dos de los factores clave que ayudan a impulsar la administración de flotas (Valdiviezo,2020).

Uno de los mayores retos que ha enfrentado la industria del transporte ha sido el del sector de la distribución y la logística. Los retos en las operaciones de última milla, como las expectativas de los clientes sobre la llegada de sus productos, se han convertido en un importante condicionante. Se trata de una situación que ha llevado a las empresas a utilizar herramientas digitales que ayuden a mejorar sus procesos con el objetivo de conseguir una mayor eficiencia en las flotas de vehículos (La tercera, 2022).

En cuanto a las últimas innovaciones en el sector logístico se tiene la quinta generación en tecnologías, mejorando la velocidad de intercambio de datos en los sistemas de comunicación. La tecnología 5G aplicada a la logística y transporte tiene dos áreas de mejora fundamentales:

- a) La reducción de los riesgos laborales, ya que su velocidad y la latencia aumenta la seguridad de las operaciones en las infraestructuras logísticas, a través de una comunicación más rápida, fluida y segura.

- b) La reducción de los costes logísticos, ya que se dispone de una tecnología más avanzada, perfeccionada y segura que permite a los profesionales logísticos y sus equipos controlar las operaciones a distancia.

La tecnología 5G ofrece a la cadena de suministro mayor visibilidad y control de todos sus actores, por la mejora de las comunicaciones en el transporte y la reducción de riesgos en tiempo real, a través de las infraestructuras viarias y la mejora en la eficiencia y seguridad vial (Galiana 2021).

Con la aplicación de las tecnologías 5G en monitoreo, no solo es posible mejorar el tiempo de respuesta a cualquier situación, sino que también la IA permite establecer reglas y alertas para controlar diversos factores, como el exceso de velocidad o cualquier otro comportamiento que pueda suponer un riesgo durante la conducción. Esto quiere decir que no solo será posible prevenir, sino también que los operadores mantengan sus precauciones de manera constante.

#### **3.5.4 Integridad**

La seguridad involucra tanto a las medidas preventivas que la empresa como a los colaboradores y trabajadores en las actividades laborales. Por consiguiente, los trabajadores también deben asumir la responsabilidad según los siguientes principios (Transportes MX, 2022).

El utilizar adecuadamente los medios y equipos de protección facilitados por la empresa, además de no inutilizar los mecanismos y herramientas de seguridad, es necesario también informar de inmediato a los encargados o supervisores, sobre cualquier riesgo para la seguridad de los trabajadores. Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas con el fin de proteger la salud y seguridad de los trabajadores y cooperar con la empresa para garantizar condiciones de trabajo seguras. Velar por la seguridad y salud, tanto individuales como de los demás trabajadores y personas que puedan verse afectadas por algún daño producto de la actividad laboral. Las causas de la mayoría de los accidentes se deben directa o indirectamente a imprudencias o malas prácticas de conducción.

#### **3.5.4.1 Monitoreo de Cabina Durante el Viaje**

Una de las mejores formas para mejorar los viajes de las flotas de camiones en las empresas de transporte, tanto para mejorar la seguridad o prevenir robos y mermas, como para controlar el recorrido de tus móviles, es a través de un sistema que permita observar y registrar cada movimiento en trayecto, en vivo y en directo (Wilbert, 2021).

En la actualidad, existen sistemas de MDVR (Por sus siglas en inglés *Mobile Digital Video Recording*) o más conocido como sistemas de video vigilancia en tiempo real, que permiten conocer lo que ocurre en cada uno de los vehículos.

El uso de cámaras a bordo se está volviendo cada vez más popular entre muchas empresas que se dedican a actividades de transporte, como camiones de larga distancia, flotas privadas, transporte público, reparto e incluso algunos sectores de construcción. Una de las principales razones por las que estas empresas instalan cámaras a bordo es porque pueden ser un medio para liberar de responsabilidad a un conductor en una situación en la que se los culpa erróneamente de un accidente (Wilbert, 2021). Esta herramienta, que une audio y video con transmisión en vivo hacia tus dispositivos, tiene distintos beneficios para las empresas de transporte, tales como:

- a) Medir y registrar lo que ocurre en el interior de los móviles en tiempo real.

Una de las grandes falencias en los viajes del transporte de carga es que se pierde visibilidad de lo que está pasando dentro de los camiones o autos de la flota. Especialmente si se cuenta con una gran cantidad de unidades o se realizan viajes de largas distancias. Con un sistema de videovigilancia es posible conocer cuál es el comportamiento de los choferes, saber si la carga se encuentra en buen estado o poder definir la causa ante algún accidente.

- b) Controlar el comportamiento de los choferes en conducción.

Estos son solo algunos de los beneficios que puedes contar implementando un sistema de MDVR. Esta herramienta puede ser instalada tanto en cabina como en la parte de carga del vehículo. De esta forma, es posible conocer el actuar de

los colaboradores y corregir las malas prácticas, las cuales regularmente por distracciones dentro de la cabina de conducción, terminan en siniestros, los cuales mediante el uso y aplicación de la plataforma al enviar una alarma al centro de monitoreo puede alertar y corregir estos malos hábitos en la conducción.

c) Monitorear los recorridos de los móviles.

Siempre es importante controlar las rutas por dónde transitan las unidades. Con un sistema de videovigilancia es posible ver por cuales rutas están siguiendo y confirmarlas con las herramientas de GPS (Por sus siglas en inglés *Global Positioning System*). Además, ver si es que los caminos transitados son los adecuados, tanto para evitar robos, como para cuidar el mantenimiento de los vehículos. Esta misma funcionalidad va de la mano con el proveedor de GPS que se haya elegido.

d) Evitar accidentes.

Con un sistema de vigilancia en línea es posible analizar las maniobras bruscas o no permitidas que cometen los conductores, con el fin de realizar un seguimiento a aquellos que no están cumpliendo con lo acordado y que son un riesgo, tanto para ellos, para los vehículos, como para la reputación de la empresa. Por otro lado, si las unidades sufren algún evento negativo es posible contar con un registro de lo sucedido para informar tanto a la aseguradora como a los vehículos comprometidos.

La instalación de cámaras orientadas al conductor puede ser una decisión difícil de tomar para una empresa por muchas razones; la privacidad y la oposición de los conductores encabezan la lista. Las empresas que han tenido éxito con este tipo de sistemas suelen acompañarlos con un excelente abordaje de los temores y conceptos erróneos más comunes (Ramírez, 2005). Por ejemplo, instruyen a sus conductores acerca de la importancia de las cámaras y los involucran en el proceso de selección/implementación. Una forma de hacer esto es invitar a los conductores con mayor antigüedad en la empresa a participar en la determinación del sistema a utilizar. Cuando los conductores más experimentados, respetados y con mejor desempeño de la compañía reconocen el valor de las cámaras, es mucho más probable que el resto de sus compañeros las acepten.

Otra forma de involucrar a los conductores es encuestarlos para comprender sus principales preocupaciones sobre las cámaras delanteras. Un temor común es que la cámara esté grabando todo el tiempo, incluso durante las horas de descanso, cuando un conductor puede querer dormir. La gran mayoría de los sistemas de cámaras están encendidos solo cuando el camión está en marcha y registran únicamente el momento en que se desencadena un evento significativo, como una frenada fuerte, una aceleración repentina u otro movimiento capturado por los sensores. También registran el momento anterior y posterior a un evento de este tipo y permiten enviar la grabación inmediatamente a un gerente de seguridad de la flota para que la revise. De lo contrario, el video

grabado no se guarda, ni hay nadie mirando la transmisión de video las 24 horas del día, los siete días de la semana.

Por último, otra forma en que las empresas pueden explicar a sus conductores la ventaja de las cámaras a bordo orientadas al conductor es a través de refuerzos positivos. Cuando se provee que un cambio como este traerá como consecuencia la imposición de medidas negativas, como una sanción disciplinaria, la respuesta no suele ser favorable. Si bien es esperable que haya casos de conductores trabajando distraídos o sin el cinturón de seguridad; es probable que haya muchos más casos en los que los conductores identifiquen correctamente un peligro, reaccionen como se debe y eviten un accidente. Reconocer comportamientos positivos a través de premios, incentivos financieros, tarjetas de regalo, regalos de la empresa o incluso una notificación a todos los empleados, puede contribuir en gran medida a una mejor aceptación del uso de cámaras a bordo. Algunas de las empresas del medio de transporte generan conciencia compartiendo imágenes de conductas de manejo seguro de forma continua. Seleccionan al menos un evento por mes en el que un conductor evita una colisión o toma una decisión segura al volante y lo comparten durante las reuniones de seguridad y en el televisor en la sala de descanso. El gerente de seguridad ha recibido buenos comentarios de este programa, y los conductores que han sido destacados están orgullosos de ser reconocidos y aplaudidos por sus compañeros.

### **3.5.5 Eficiencia**

Las tareas que cumple el conductor de camiones de carga son, básicamente, las vinculadas al manejo del vehículo, aunque la vigilancia y cuidado de la carga, encarpado, amarre, desamarre, enrampado y aquellas que se ejecutan durante los tiempos de espera son frecuentemente realizadas por ellos mismos, sin recibir retribución monetaria, dado que los contratos agregan a la labor principal de conducción las tareas anexas y afines, pese a que en muchos casos existe personal auxiliar que ofrece sus servicios en puntos conocidos de demanda (Subsecretaría de Transportes, s.f. 2020).

Sin embargo, las cifras comprueban que la industria consigue sus mejores éxitos cuando está profesionalizada, lo que implica emplear conductores que respondan a un perfil de compromiso, responsabilidad, vocación de desempeño en el oficio de conductor de carga y principalmente, abiertos al mejoramiento continuo en la potenciación de sus habilidades y destrezas, en conocimiento y capacitación constante (Villegas, 2021).

Pese a lo anterior, en la práctica, las empresas de transporte no buscan un perfil especial de conductores, que exigen requisitos bastante elementales y personal esencialmente masculino, según señalan dirigentes gremiales encuestados en este estudio. Sin embargo, también indican que, paso a paso, las mujeres han mostrado un incipiente interés en trabajar como conductoras de carga.

Dado lo anterior, cada operador contratado tendrá designadas ciertas actividades, ya sea frutas foráneas, media millas o locales, teniendo en cuenta la terminal en la que ha sido contratado. De igual forma, se le podrán designar diferentes rutas funcionando como apoyo en diferentes servicios.

### **3.5.5.1 Capacitación**

De acuerdo con la última Encuesta de Accidentes de Tránsito Terrestre, de los 301,678 accidentes viales ocurridos en un año, al menos el 95%, unos 287,989, fueron causados por el conductor, mientras el otro 5% fueron ocasionados por fallas del vehículo, fenómeno relacionado con la falta de mantenimiento de las unidades (Villegas, 2021). Esto refleja que el factor humano es el principal factor responsable de estos siniestros.

Por un lado, los conductores conducen a exceso de velocidad, cansados o suelen distraerse para revisar el celular; dando como consecuencia este tipo de accidentes, que refleja que las empresas transportistas no cuentan con la capacitación ni condición física adecuada para los choferes.

Implementar mejores prácticas para que los operadores manejen de forma segura, por rutas adecuadas y sin ser afectados por los factores climatológicos es vital y se ha comprobado que los cursos de capacitación para empresas de transporte son una alternativa eficaz para disminuir los siniestros, mejorar la atención al cliente e incrementar la productividad.

La capacitación puede tener un impacto positivo en diferentes aspectos que se reflejan en el incremento de la competitividad en el mercado, optimización de los recursos y costos para clientes y proveedores, mayor organización y planificación de las actividades laborales, contar con personal más preparado para ocupar los puestos y preparar candidatos para plazas de mayor jerarquía.

Asimismo, la capacitación también reduce la rotación laboral, una problemática que afecta frecuentemente a las organizaciones de la industria, debido a la escasez de operadores de transporte y profesionistas de logística. Adicionalmente, la importancia de la capacitación en logística reside en la relevancia de optimizar costos y brindar un servicio que cumpla las expectativas de los clientes que son cada vez más exigentes.

Por el lado de los costos, debido a que la variedad de productos ofertados aumenta a la par que el importe del transporte, las distancias y el gasto del mantenimiento de *stocks*, también los costos logísticos han incrementado su influencia en los resultados de negocio. Con respecto al servicio al cliente, la rapidez en la entrega, la disponibilidad de producto y la flexibilidad, son características altamente demandadas que se empiezan a convertir en un estándar y cuya responsabilidad recae sobre los procesos logísticos. Ambos factores empujan y priorizan la necesidad de desarrollar nuevas competencias en los recursos humanos de dicho sector. Lo anterior obliga a las empresas a pensar en los cursos de transporte y logística como un requerimiento que incide directamente en las decisiones operativas y estratégicas de la organización.

La tendencia crece a medida que la industria se posiciona como una de las más importantes del mercado, puesto que no se trata de un gasto, sino de una inversión a corto y largo plazo, cuyos beneficios se podrán materializar en una reducción considerable de las fugas de talento y capital.

Si las empresas del sector transporte se interesan por desarrollar a su personal para que esté altamente calificado, al impartirles conocimientos teóricos, prácticos y técnicos, prepararán equipos de trabajo eficientes que cumplan correctamente con su trabajo, lo que impactará positivamente en la cadena de producción. De igual forma, lograrán obtener el máximo beneficio de sus unidades, de sus recursos y de su tiempo, haciendo más fácil el otorgar un servicio de calidad y como resultado, tener clientes satisfechos.

#### **3.5.5.2 Fatiga en la Conducción**

Según Blahd (1998), la fatiga es una sensación de cansancio, agotamiento o falta de energía. Podría sentirse levemente fatigado por sobre exigencia, falta de sueño, preocupaciones, aburrimiento o falta de ejercicio. Cualquier enfermedad, como un resfriado o una gripe, puede causar fatiga, que por lo general desaparece cuando la enfermedad cesa. La mayoría de las veces, la fatiga leve aparece junto con un problema de salud que mejorará con el tratamiento en el hogar y no requiere una visita al médico. Una situación estresante en el plano emocional también puede causar fatiga. Por lo general, este tipo de fatiga desaparece cuando se alivia el estrés. Muchos medicamentos

recetados y sin receta pueden causar debilidad o fatiga. El uso o abuso de alcohol, cafeína o drogas ilegales puede causar fatiga.

En el transporte intervienen cuatro elementos (el conductor, vehículo, la carretera y el entorno) que se relacionan e interactúan entre sí, para realizar la operación de transporte (Medina 1998). En este sentido, cualquiera de estos elementos puede ser causa de accidentes de tránsito, atribuyéndose un mayor porcentaje a las fallas humanas, es decir, al conductor. Asimismo, la fatiga en la conducción es un factor de riesgo que ocasiona alrededor del 24% de los accidentes en carretera y sus causas son muy complejas ya que involucran factores físicos, psicológicos y patológicos que aún continúan siendo estudiados.

La fatiga representa una alteración en los niveles de conciencia y de percepción del conductor, la cual afecta procesos psicomotores que son cruciales para un manejo seguro (Wylie, 1998). Alguno de los factores que causan la fatiga en la conducción, se citan a continuación: número excesivo de horas de conducción, número inadecuado de horas de sueño, conducción nocturna, horarios irregulares de trabajo – descanso, desórdenes alimenticios, condiciones del ambiente de trabajo (calor, ruido, vibración, problemas de origen familiar o laboral y otros.

La fatiga es un fenómeno extremadamente complejo de analizar, debido a que son muchos los factores que intervienen. Implica alteraciones en los niveles de conciencia y de percepción del conductor, las causas afectan procesos

psicomotores cruciales para un manejo seguro. Esto en cuanto a la velocidad de reacción, niveles de atención y percepción y en la toma de decisiones (Wylie 1998).

Estar fatigado ocasiona dificultad para concentrarse y pensar con claridad porque el cuerpo está cansado. Sin importar lo que esté haciendo, incluso en medio de la conducción, el sueño dominará. A esto se le llama micro sueño: un periodo de sueño corto que se da mientras se maneja y que es muy peligroso para la seguridad en las vías. Otras consecuencias son: demoras para reaccionar ante un peligro, reacciona de manera exagerada a sonidos repentinos, lo que puede hacer que frene con brusquedad, cuesta mantener el vehículo en el curso de la carretera, es decir, zigzaguea, aumenta o baja la velocidad sin darse cuenta (Blahd,1998).

Todas estas consecuencias derivadas de conducir fatigados o con sueño pueden ser letal en la conducción, aumentando la posibilidad de sufrir un accidente, pues afectan a la concentración y la percepción. Una buena forma de evitarlo o minimizarlo en la medida de lo posible es seguir las siguientes pautas: no tomar alimentos pesados antes de conducir, cenar durante unos minutos antes de un viaje largo, alimentos ricos en hierro, beber mucho líquido, pausas de 30 minutos cada cinco horas de conducción continua, evitar el uso de estimulantes, buena postura y ropa cómoda, evitar pensamientos negativos, no escuchar música relajante, cuidar la última hora de conducción, cambiar de velocidad y tomar una siesta mientras que la operación lo permita.

Teniendo todo lo anterior en cuenta, el descanso se convierte una medida de seguridad vial, sobre todo si el trayecto va a ser largo y se esperan muchas horas al volante. Todo empieza por una adecuada 'higiene del sueño', es decir, que el tiempo que se pasa dormido sea de calidad y reparador. Estas pautas ayudan a conseguirlo: no tomar bebidas estimulantes seis horas antes de dormir, no fragmentar el sueño, siesta de media hora como máximo, evitar comidas pesadas antes de dormir, evitar tomar bebidas alcohólicas antes de acostarse, dormir las mismas horas en los días de diario y el fin de semana.

### **3.5.6 Mantenimiento**

Según Cuevas (2020) un plan de mantenimiento vehicular se refiere a una serie de acciones, inspecciones y reparaciones programadas con el fin de prevenir incidencias y maximizar la disponibilidad de cualquier flota. Este plan permite prever averías y sustituir piezas o componentes a su debido tiempo para garantizar la seguridad de los conductores y de las cargas.

Los diferentes tipos de mantenimiento son de los factores que más influyen en el coste de las empresas con flotas de vehículos, pues resulta necesario aprender a optimizarlo.

Para cualquier empresa que disponga de vehículos, el mantenimiento es uno de los grandes costos a los que se enfrenta. Por ello, invertir recursos en reducirlo es imprescindible para seguir siendo competitivos.

Al establecer un plan de mantenimiento adecuado a las necesidades de la empresa, se podrá ser capaz de gestionar eficientemente los componentes que afectan a los distintos tipos de mantenimiento y reducir sus costes. No obstante, para la mayoría de empresas es difícil saber qué tipo de mantenimiento es el adecuado para las distintas unidades.

a) Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el conjunto de tareas con la finalidad de anticiparse a incidencias y prevenir posibles fallos. Se trata de un mantenimiento periódico que se realiza a la flota con el objetivo de reducir futuras incidencias que sean más costosas para la empresa (Cuevas, 2020). Es un mantenimiento con grandes beneficios para las empresas de transporte, ya que la revisión regular de los componentes del vehículo, tales como neumáticos, bujías, frenos, amortiguadores, entre otros, son muy inferiores al costo de un accidente o falla mayor.

b) Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es un plan que se lleva a cabo únicamente cuando un componente falla o deba repararse. Muchas empresas lo utilizan ya que creen innecesario invertir recursos en supervisar el estado del vehículo cuando este funciona a la perfección (Cuevas, 2020). Tiene la ventaja de que lo largo del año se invertirá menos tiempo en mantenimientos, por lo que el vehículo pasará menos tiempo parado y más en carretera. La desventaja es que es más

caro que el anterior. Cuando un componente falla, es posible que afecte a otros. Cambiar únicamente el que deba repararse puede no ser suficiente y provocar un incidente mayor en el futuro.

### **3.6 Marco Referencial**

Medina-Aman (2021) encontró que existe una correlación entre la fatiga y las alteraciones que puedan provocar anomalías en la tensión arterial y niveles de glucemia, cifras con las que se estableció la prevalencia inicial del tipo de fatiga que presentaban.

Se utilizó un muestreo probabilístico a conveniencia, realizando cálculo de medias y desviaciones estándar, tablas de frecuencia, porcentaje y test chi cuadrado (asociaciones V de Cramer y Gamma). Se midieron las variables independientes como edad, antecedentes patológicos, si se medican actualmente, las horas de conducción, experiencia, tensión arterial e índice de glucemia. Se observó que el intervalo más representativo está en el rango de entre 35 a 44 años con una representatividad de 40,2%, identificó a la fatiga tipo 1 (física) como predominante con un 57,7%; seguido de la fatiga tipo 2 (mental) con un 5,7% y la fatiga tipo 3 (mixta) con un 9,8%. El 26,8% no presentó ninguna de los tres tipos de fatigas.

Mayor (2009), plantea cómo determinar el nivel de cansancio, somnolencia y hábitos de conducción de conductores de ómnibus y explorar su relación con accidentes de carretera en el terminal terrestre en Perú. Se aplicó un cuestionario

y una escala de somnolencia a todos los conductores, el cuestionario constaba de 34 preguntas. El diseño de este instrumento se basó en buena parte en preguntas extraídas de los cuestionarios de McCartt y de la Fundación Nacional del Sueño determinando que los principales factores que causan somnolencia son: déficit o privación de sueño, pobre calidad del sueño, interrupción del ritmo circadiano y uso de algunos medicamentos. En el caso de los conductores además se asocia a viajes prolongados y falta de descanso. Más de la mitad de los conductores reconocieron haber sufrido un accidente o casi-accidente, cifra mayor a la encontrada en conductores del terminal de Lima. Dos de cada cinco conductores que tuvieron esta experiencia indicaron que la causa principal fue el cansancio y dos de cada tres conocían compañeros que habían tenido un accidente por la misma causa. Cuatro de cada cinco conductores opinaron que la causa principal de accidentes de tránsito en carreteras peruanas fue el cansancio; mayor al encontrado en el terminal de Lima.

Paucar (2020) se refiere a los índices de accidentabilidad en el transporte de mineral en las diferentes rutas por las cuales los camiones están circulando, verificando los actos subestándares que cometen los operadores y las condiciones subestándar en las cuales están desarrollando sus actividades por medio de cámaras inteligentes.

Se utilizó un método de investigación cuantitativa porque se determinará estadísticamente los índices de accidentabilidad por mes, se observó que a mayor cantidad de actos sub estándar cometidos por los operadores la probabilidad de

ocurrencia de accidentes se incrementaba. Se plantea describir y analizar la implementación de cámaras para reducir los índices de accidentabilidad en el transporte de mineral.

Se evaluó el índice de accidentabilidad en el transporte de concentrado del año 2018, verificándose un 13.08% comprendido que es un nivel alto de acuerdo con los estándares de la empresa, que corresponden a 59 accidentes, incluido un accidente mortal. También se puede verificar que la mayor cantidad de accidentes se produjeron en los meses abril con 42.87%, junio con 27.86% y agosto con 42.15%. Así mismo, menciona que el índice de severidad acumulado de dicho año fue de 209.75%, siendo importante analizar el origen de los incidentes y accidentes, para obtener su origen. Se desarrolló el modelo de causalidad de pérdidas, concluyendo que como principales causas inmediatas era la operar el equipo a velocidad indebida, la omisión de advertir y adelantar sin previa autorización. Se planificó el proceso de instalación de cámaras en las 60 unidades, después de haber realizado la selección entre dos marcas, Se desarrollaron medidas de control con el objetivo de reducir los comportamientos de riesgo enfocados en los 130 conductores que ocuparán las 60 unidades implementadas con las video-cámaras. Para ello se desarrollaron desde retroalimentaciones, cartas de compromiso hasta memorándos de suspensión, todo ello para cumplir el estricto control de monitoreo y vigilancia.

Mujica (2003) aborda la fatiga e hipersomnia (HS) de los conductores durante el manejo que han sido descritas como causa de accidentes de tránsito, tanto en la ciudad como carreteras. Habitualmente los accidentes producidos en estas circunstancias tienen alto costo en términos de pasajeros muertos, heridos y pérdidas materiales Según la Dirección General de Circulación Terrestre del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú, en el año 2007 se produjeron 3510 muertes y 49,857 heridos a consecuencia de accidentes de tránsito<sup>13</sup>. El año 2007, el número de vehículos formalmente registrados fue 1 444 164, estimándose una tasa de incremento anual de 3,93%. Esta misma fuente señala que en año 2007 se registraron 79 972 accidentes con un incremento del 2,7% con respecto al 2006. Tanto el número de heridos como de muertes provocadas por los accidentes a lo largo de los últimos 10 años tiene una clara tendencia a incrementarse a un ritmo promedio de 6,13% anual y 0,92% anual respectivamente. Se determino que los turnos de labores de los conductores deben sistematizarse ordenadamente. El número de horas límite de trabajo diurno y nocturno están de alguna forma pautadas en la reglamentación vigente. No es recomendable conducir más de cuatro horas continuas ni debe propugnarse más de dos turnos de cuatro horas cada uno en un periodo de 24 horas. En otras palabras, un conductor no debe conducir más de ocho horas al día. La conducción durante la madrugada debe ser restringida progresivamente y, para el caso de los conductores que trabajan en turnos nocturnos, no deben hacerlo por más de cuatro horas.

Espinoza (2018) determina la relación de la capacitación y entrenamiento en simulador camión con las competencias de los colaboradores de la Compañía Minera Miski Mayo, (Sechura 2019). Se consideró el coeficiente correlación de Pearson con el programa estadísticos SPSS, el mismo que sirvió para la tabulación, diseño de tablas y figuras, análisis e interpretación. Fue aplicada a los 80 colaboradores conociendo cómo las competencias fueron influenciadas por la capacitación y entrenamiento.

Se muestra el alfa de Cronbach del instrumento aplicado a la población, el cual tiene un valor de 99.8% con 35 elementos (ítems), lo cual señala que el instrumento aplicado es dudoso. En los resultados de la investigación la relación de la capacitación y entrenamiento en el simulador de camión es significativa y directa con las competencias de los colaboradores de la compañía minera Miski en un 0.840 (84%) en el nivel 0.01, coincidiendo con el estudio de Yllesca (2018) que concluye la existencia de una relación significativa entre las variables, cabe precisar que esta relación es de una magnitud moderada; lo que confirma que a partir de ahí, describe a la capacitación como un elemento primordial que suministra a los trabajadores mejoras en sus competencias. (Conexión Esan, 2016).

Bach (2015) plantea minimizar incidentes o accidentes causados por el factor fatiga, Se implementó un sistema de monitorio a los camiones gigantes, lo cual consiste en instalar tres cámaras de video vigilancia que permita capturar imágenes de los operadores las 24 horas del día. Así mismo se tomarán las

medidas inmediatas de prevención por parte de centro de monitoreo. Según el diseño de investigación es no experimental, transversal, descriptiva, ya que consiste en monitorear la fatiga en operadores de camiones mineros a tajo abierto en Cajamarca, a través de la descripción exacta de las actividades, procesos, personas y objetos.

Se obtuvo el registro de 869 reportes de eventos. El promedio de eventos por turno fue de 15 en el día y de 46 en la noche. Se monitorearon a los operadores un promedio de 60 días (ambos turnos), se detectaron que casi el 20% de los operadores que habían pasado por el sistema presentaban nueve o más eventos de fatiga por noche en promedio. El 30% de los operadores que se monitorearon, taparon o movieron la cámara aproximadamente 70% del turno. El promedio de eventos por vehículo en el turno nocturno fue de 30, tendencia en la disminución de eventos por efecto de instalación del sistema.

Existen muchos eventos de somnolencia que no fueron controlados con el Sistema Antifatiga Sistema de Monitoreo que están instalados en cada uno de los camiones mineros, lo cual ha generado muchos incidentes y accidentes de los equipos pesados y operadores de camiones mineros, a la vez esto ocasionó a la empresa pérdidas económicas. El nivel de investigación del trabajo fue longitudinal, porque los datos tomados corresponden a un determinado periodo que comprende octubre del 2018 hasta setiembre del 2019. El diseño de investigación se realizó mediante la identificación de los eventos de somnolencia durante las 24 horas a cada operador de camiones mineros, con el propósito de

determinar otros eventos que el Sistema *HxGN Mine Project Operator Alertness System Heavy Vehicle* (OAS-HV) de vehículos pesados no identifica otros factores de somnolencia.

La reducción de eventos de somnolencia en operadores de camiones mineros para evitar accidentes en el campamento minero, se ha logrado mediante la coordinación con la Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional, CEMAF y 01 administrador de despacho, llegando a realizar un análisis minucioso de los eventos de somnolencia, Enseguida se implementó una serie de acciones y medidas en los operadores de los camiones mineros y el sistema antifatiga.

Daza (2011) ha identificado la somnolencia como una de las causas más importante de accidentes de tráfico, ya que se encuentra implicada en el 20 % de los mismos, por lo que existe un interés creciente en encontrar sistemas ADAS (por sus siglas en inglés *Advanced Driver Assistance Systems*) capaces de detectar el estado de fatiga del conductor para prevenir posibles accidentes. Esto hace que las investigaciones en este ámbito sean de vital importancia.

De las señales relativas a la conducción, que son dependientes de cada conductor, se han obtenido indicadores calculados con ventanas temporales como son: desviación estándar (std) y error cuadrático medio (mse) de la posición del vehículo en el carril, fracción de tiempo que el vehículo está fuera del carril (Lanex), tiempo estimado en cruzar los límites del carril (TLC), desviación estándar y movimientos rápidos del ángulo de giro del volante, desviación estándar del error del ángulo de guiñada e indicadores genéricos de variabilidad

(GVI). Para eliminar la dependencia de los indicadores con cada uno de los conductores, se aplican algoritmos genéticos para optimizar una función objetivo que tiene en cuenta a la señal de referencia.

Los resultados obtenidos sobre la detección de somnolencia demuestran que la utilización del PERCLOS (porcentaje de ojo cerrado) es determinante para la estimación del estado del conductor y que su fusión con otros indicadores de conducción mejora su tasa de aciertos individual. Los indicadores relacionados con la conducción obtienen peores resultados que el PERCLOS porque sus señales no sólo están motivadas por la somnolencia sino también por factores relacionados con la trayectoria de la carretera. El error del ángulo de guiñada se ha evaluado sólo en simulación puesto que en condiciones reales es difícil de estimar.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo, se describen los elementos metodológicos desarrollados para llevar a cabo un trabajo de investigación orientado a identificar y plantear alternativas de solución al problema de siniestros viales que presenta la empresa de transporte FMCE respecto al alto índice de siniestralidad. Se exponen de los recursos que se utilizaron para crear la base de estudio, así como las herramientas tecnológicas utilizadas para la toma de decisiones respecto de los malos hábitos de conducción que se tienen dentro de la empresa. Con ello se comprobó la hipótesis planteada, así como el cumplimiento de los objetivos orientado a los resultados esperados dejando como base para poder establecer las recomendaciones futuras.

### **4.1 Materiales**

Tomando en cuenta que la variable principal a estudiar es el comportamiento de un operador de transporte de carga dentro de una unidad y que es lo que ocasiona principalmente el hecho de que no se pueda controlar el tema de siniestro dentro de la empresa, se ha utilizado diferentes medios de recolección de información como lo son: hojas de cálculo de Excel®, plataforma de rastreo Mastertrack, computadora personal HP, base de datos del departamento de recursos humanos de la compañía, uso de cámaras con IA (ADAS/DSM), lista de asistencia a las capacitaciones, base de datos del departamento de monitoreo.

## **4.2 Métodos**

Dentro del siguiente tema se describirá los tipos de metodología que se aplicaron a la investigación, así como el tipo, nivel y diseño que cubren el documento.

### **4.2.1 Tipo De Investigación**

El modelo de metodología que se adopta es el de Sampieri, R., Hernández, C. y Baptista P. (2004), ya que tiene un enfoque amplio y flexible que se puede adaptar de manera general a los requerimientos y alcances de la investigación, cubriendo los puntos necesarios que guían el diseño y elaboración del estudio. Según Sampieri R. et al. (2004), los pasos que proceden a los anteriormente mencionados son los siguientes: definir el tipo de investigación, establecer las hipótesis, seleccionar el diseño de investigación, seleccionar la muestra, recolectar los datos, analizar y presentar los datos.

Siguiendo esta metodología, se pretende recolectar y analizar una serie de datos que faciliten la comprensión y logro de los objetivos de la investigación que se plantean posteriormente, considerando la información que revele los factores que pueden determinar la reducción en el índice de siniestralidad de la empresa FMCE.

Tomando como referencia esto, se establece que inicialmente esta investigación será de tipo cuantitativa de corte longitudinal; porque hará uso de información cuantificable respecto a los siniestros en dos momentos.

Además de relacional, descriptiva y explicativa, ya que los conocimientos que se emplean ayudarán a solucionar los problemas accidentes de los operadores de las unidades de la empresa de transporte, además de que no solo se busca acercarse al problema si no que se desea encontrar sus causas. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Sampieri, 2004).

La investigación es no experimental, ya que las variables no son manipuladas ni controladas, solo se observan los hechos tal y como ocurren con los operadores de las unidades en un ambiente natural de trabajo y de ahí se obtienen los datos de forma directa con ayuda de IA.

#### **4.2.2 Esquemático de la Investigación**

El esquemático de la investigación se puede observar en la siguiente figura 4.1, en la cual se muestran las fases de la investigación que se llevaron a cabo, cabe mencionar que en cada una de las fases se realizó un desarrollo minucioso para poder llegar al objetivo final y posterior a ello su seguimiento.

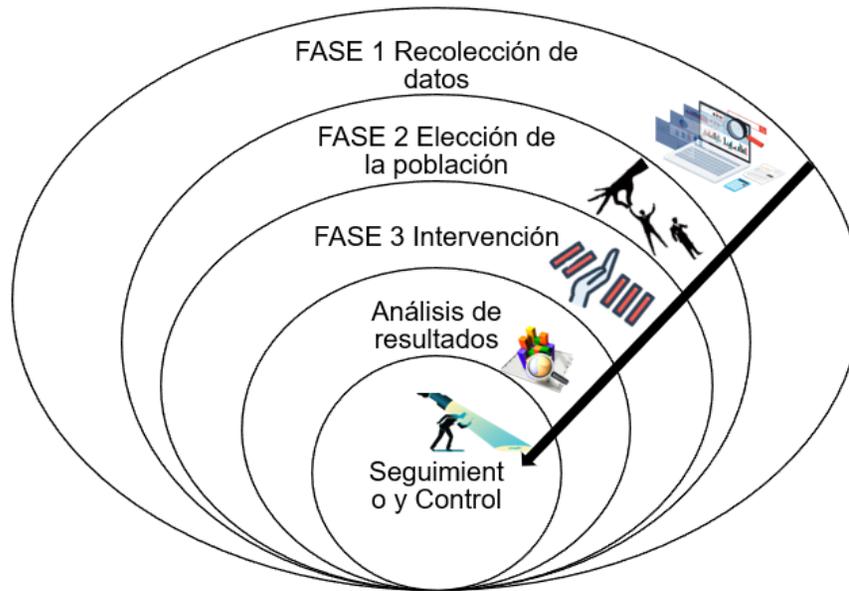


Figura 4. 1 Esquemático de la Investigación

#### **4.2.2.1 Fase 1: Recolección de Datos**

Alto índice de siniestros viales que tiene la empresa FMCE, falta de seguimiento a la capacitación, así como falta de herramientas tecnológicas que permitan el desarrollo de las mejoras en los malos hábitos de la conducción de los operadores de unidades de transporte.

#### **4.2.2.2 Fase 2: Elección de la Población**

Para esta investigación se ha decidido tomar el 100% de las plantillas de operadores las terminales de Tabla Honda, Monterrey y Teoloyucan, para un total de 195 operadores, así como el total de las unidades que cuentan con la instalación de cámaras ADAS dando un total de 30 unidades distribuidas de la

siguiente manera: 15 Teoloyucan, 10 Monterrey, cinco Tabla Honda. El periodo de estudio se estableció de enero a octubre del 2022.

#### **4.2.2.3 Fase 3: Intervención**

Se realizó un programa de capacitaciones para operadores en temas como: manejo de a la defensiva, inteligencia emocional, administración del tiempo, conducción en condiciones adversas, excesos de velocidad, uso de sustancias prohibidas en el transporte de carga, accidentes viales y las causas más comunes, uso y aplicación de botón de pánico, paro de motor y sistema antiasalto, uso y aplicación correcta de cámaras en cabina, qué hacer en caso de un siniestro, fatiga al volante y distracción en la conducción.

Este programa de capacitación se estableció semanalmente en las tres terminales haciendo la invitación al personal de las terminales restantes a que se unieran y seguir reforzando los temas de seguridad en carretera para apegarse al objetivo de esta investigación. Las sesiones de capacitación fueron impartidas en su gran mayoría por el jefe de seguridad de la empresa FMCE, en las que también participaron departamentos como los son; monitoreo, recursos humanos, logística y psicología.

Las bases de datos se fueron llenando gracias a la participación de cada gerente de terminal, quienes compartían una vez terminada cada sesión la lista de asistencia de los operadores, representada en el anexo 1 Listado de asistencia a capacitación.

De la misma manera, se adoptó el uso de la tecnología en las unidades de transporte instalando cámaras de IA ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems*, por sus siglas en inglés) Figura 4.2. La instalación estas cámaras en las unidades de las diferentes terminales de esta investigación permite obtener información relevante del conductor en tiempo real, como lo es el frenado autónomo de emergencia con detección de peatones, la detección de ángulo muerto, el sistema de detección de fatiga, a la alerta de cambio involuntario y de carril, uso del celular, distracciones al volante, fatiga, advertencias de colisión frontal, algunos ejemplos de lo mencionado anteriormente se observan en las figuras 4.3 Eventos registrados por cámaras ADAS.



Figura 4. 2 Cámaras ADAS



Figura 4. 3 Eventos Registrados por Cámaras ADAS

#### **4.2.2.4 Análisis de Resultados**

Con la base de datos de los siniestros obtenidos en el periodo de prueba con el avance de las capacitaciones y la gestión de alertas recibidas por medio de la plataforma de rastreo, se realizó el análisis estadístico con el cual se comprobó la hipótesis planteada en la investigación. Fue necesario realizar una validación mensual para comparar contra el año anterior para ir verificando el grado de incidencias presentado en cada una de las flotas pertenecientes a cada terminal a estudiar.

#### **4.2.2.5 Seguimiento y Control**

El procedimiento de seguimiento y control de esta investigación establece el conjunto de acciones que se llevarán a cabo para la comprobación de la correcta ejecución de las actividades de la investigación establecidas en su planificación. Tendrá como propósito proporcionar un entendimiento del progreso del proyecto de forma que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas cuando la ejecución del proyecto se desvíe significativamente de su planificación y su grado de incidencias comienza a incrementar de forma considerable nuevamente.

### 4.3 Operacionalización de la Hipótesis

Este proceso de la investigación consiste en definir estrictamente variables en factores medibles. Se definen conceptos difusos y permiten mediciones empíricas y cuantificables.

#### 4.3.1 Declaración de las Variables

De acuerdo con la hipótesis planteada en la investigación se definen las siguientes variables establecidas en la tabla 2.5.

Tabla 2. 5 Operacionalización de Variables

Variable	Función	Dimensión	Indicador
Operador	Variable dependiente	Capacidad de retención	KPIs Incidencias monitoreo
		Involucramiento	Indicador de siniestros
		Madurez en el proceso	
Cámaras en Cabina	Variable Independiente	Planificación	Hábitos de conducción
		Implementación a monitoreo	Análisis de videos
		Plan de control	Indicador de siniestralidad
		Grado de siniestralidad	
Capacitaciones		Calendarización	Cronograma de capacitaciones
		Cumplimiento	

#### **4.4 Plan de Muestreo**

El muestreo es un proceso o conjunto de métodos para obtener una muestra de una población determinada o infinita, con el fin de estimar valores de parámetros o corroborar las hipótesis sobre la forma de una distribución de probabilidades o sobre el valor de un parámetro de una o más poblaciones.

En esta investigación se aplicará un muestro no probabilístico tomando como referencia el muestro circunstancial ya que esta consiste en tomar una muestra de la población que está al alcance y por ello se tomará el 100% de los recursos disponibles para la investigación del proyecto.

##### **4.4.1 Cálculo y Selección de la Muestra**

Tal y como se planteó en el tema anterior para el cálculo y selección de la muestra se utilizó el muestreo circunstancial, ya que se obtuvo la información de los recursos que se tenían disponible. Al tener instalados las cámaras de IA en las unidades de las diferentes terminales de estudio es sencillo obtener la información respecto de los hábitos de conducción de los operadores que ahí radican, una de las facilidades que tiene la empresa FMCE es que las unidades no son propias de un operador, por lo que al asignar una unidad cada día a diferente operador se obtienen mayores resultados, no dejando de lado que se estudia una cámara en cada cabina, pero se combina con los resultados de conducción de cada operador.

#### 4.4.2 Aplicaciones

La capacitación de los operadores de las unidades de carga en la empresa, representa un recurso importante para mejorar la seguridad carretera, dado que un alto porcentaje de accidentes están vinculados con el factor humano. Por ello se planteó un programada de capacitaciones de manera semanal en el cual se impartían diferentes temas, representados en la (figura 4.4) considerando temas importantes para el desarrollo de las actividades diarias de cada operador y teniendo como referencias la base de datos de los motivos de accidentes del año 2021 es por ello que se decidió realizar el plan de capacitación.

LISTADO DE CURSOS 2022		
NOMBRE DEL CURSO	DESCRIPCION	DIRIGIDO A
Manejo Defensivo	Técnicas de manejo defensivo como una herramienta para prevenir accidentes viales	Operadores
Exceso de Velocidad	Ilustra los vínculos generales y específicos entre la velocidad y el riesgo vial.	Operadores
Distracción en la conducción	Sensibilización para los conductores sobre las causas que ocasionan las distracciones al volante.	Operadores
Fatiga al Volante	Muestra las causas que originan la fatiga y las repercusiones que se tienen en la conducción.	Operadores
Alcohol en la conducción	Refleja las complicaciones que el alcohol provocan y como se ven reflejadas en la conducción.	Operadores
Control de las emociones al conducir	Estudia las causas que originan la pérdida del control de las emociones y sus consecuencias al conducir un vehículo.	Operadores
Paraderos Autorizados	Establece los lugares apropiados para detenerse en trayecto minimizando el riesgo de robo.	Operadores
Sistema Antiasalto	Retroalimenta el uso de la tecnología aplicada en las unidades de carga para la prevención del robo de mercancías.	Operadores
Uso correcto del botón de pánico y paro de motor	Ilustra de manera practica el uso correcto de los comandos remotos.	Operadores



Figura 4. 4 Listado de Capacitaciones 2022

Este programa se impartió de manera semanal, un tema por sesión con duración de 1:15 hrs de preguntas y respuestas, aclaraciones de dudas y comentarios al respecto. Dicho programa se volvió cíclico hasta completar el 100% de los operadores de las terminales de estudio, ya que se depende de la disponibilidad de cada terminal y con la intención de no afectar la operación. Los cursos fueron extensivos para el resto del personal de la flota comprendida en la empresa FMCE. Figura 4.5 Calendarización de capacitaciones.



Figura 4. 5 Calendarización de Capacitaciones

A la fecha, estas capacitaciones se siguen impartiendo, ya que, por los temas de rotación, cada mes existe personal de nuevo ingreso de las diferentes terminales y es necesario estar retroalimentando la información, cabe mencionar que se trató de estandarizar el día y la hora para que fuera mucho más sencillo de programar para el departamento de operaciones.

Además de las capacitaciones impartidas por el departamento de seguridad de la empresa, se tuvo la iniciativa de retroalimentar los temas con boletines informativos por parte del departamento de monitoreo para de esta forma estar recordando a los operadores de las diferentes operaciones temas referentes sobre; detenciones no autorizadas, excesos de velocidad, manejo en condiciones adversas, etc. (Figura 4.6)

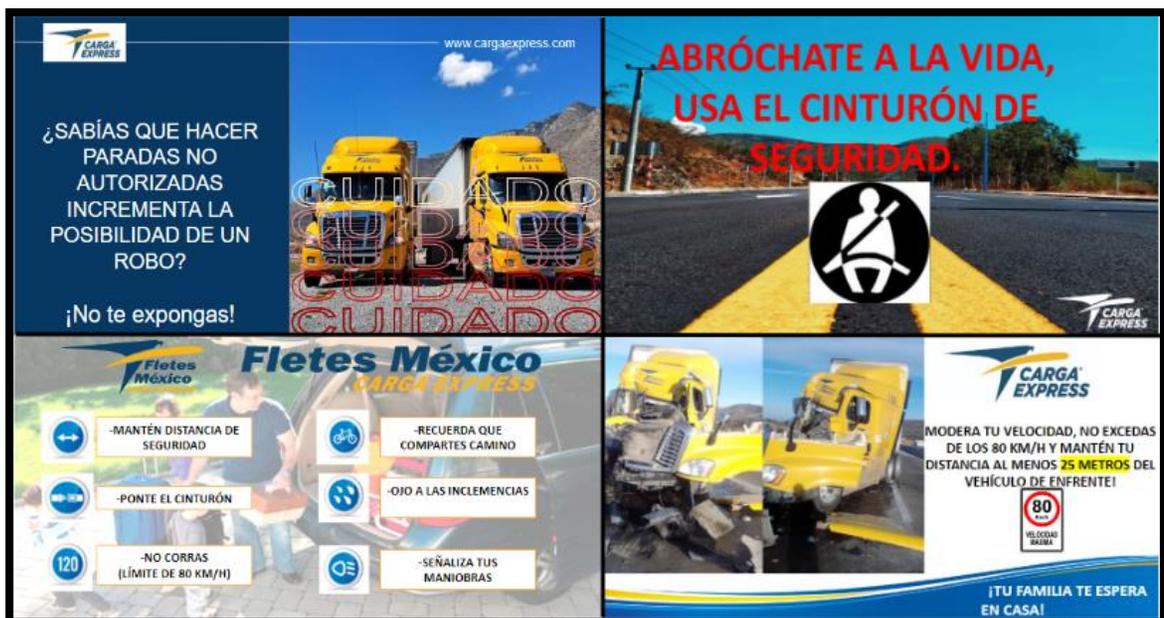


Figura 4. 6 Boletines de Seguridad

El transporte de carga es un elemento fundamental para la cadena de suministros de grandes empresas, pues su uso e implementación se ejecutan en prácticamente cualquier territorio, desde pequeñas zonas rurales hasta grandes zonas urbanas. Por lo cual es necesario asegurar que las mercancías se muevan de una forma segura, a lo que se estableció la instalación de cámaras de videovigilancia en puntos estratégicos para hacer uso de la tecnología y detectar en el momento cualquier riesgo que pueda ocasionar un accidente vial, un robo en proceso, un desvío de ruta.

El proceso de instalación de cámaras se llevó en tres etapas, debido a la carga operativa, en las cuales se tuvo participación de los departamentos de operaciones, logística, seguridad y recursos humanos. Cada departamento participó de forma directa e indirecta en este proceso. Etapa 1.- Notificación del departamento de RR.HH. al personal operativo de la importancia de y uso de las cámaras de videovigilancia, lo anterior debido a la negatividad que se presentó por parte de los operadores, ya que se pensaba que esto era una invasión a su privacidad. Etapa 2.- Programación de viajes por parte del departamento de logística y Etapa 3.- Instalación de cámaras por parte del proveedor mastertrack en los patios de las terminales, Teoloyucan, Monterrey y Tabla honda.

En la figura 4.7 se aprecian las especificaciones de las cámaras de video vigilancia que se instalaron en las unidades, así como sus características principales.

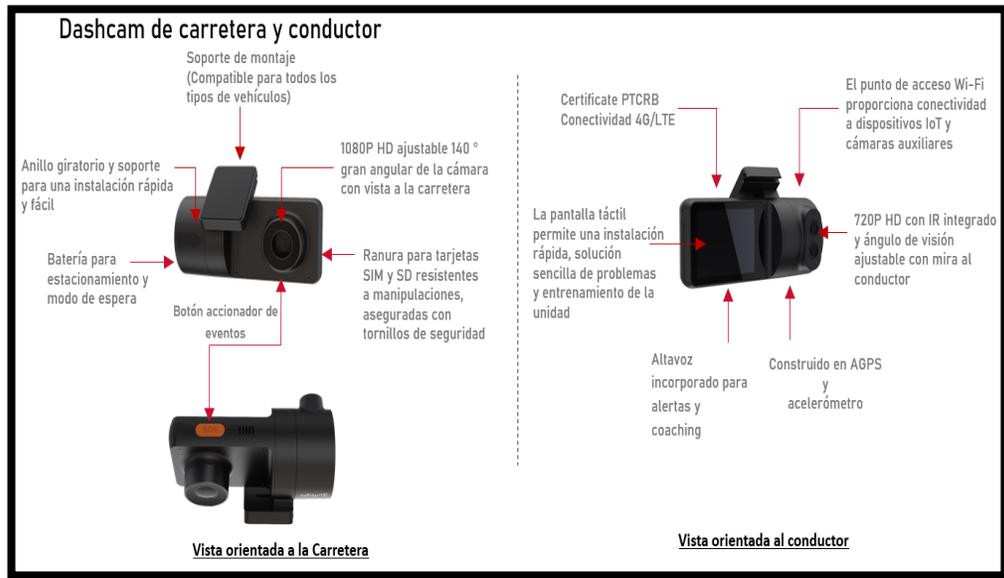


Figura 4. 7 Características Cámaras ADAS

Después de realizar las instalaciones se procedió a realizar pruebas físicas simulando las posibles fallas, para determinar si estaban detectando las futuras eventos de conducción la figura 4.8 Prueba de funcionalidad de cámara, nos muestra cómo se visualizan los eventos y la forma en la que se registran en la base de datos de la plataforma de Mastertrack.

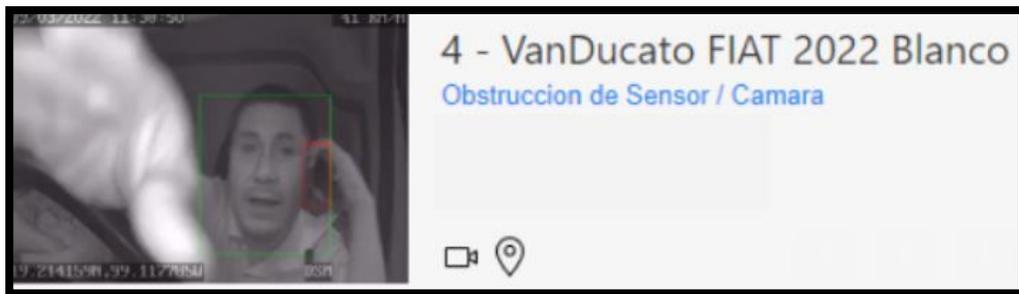


Figura 4. 8 Prueba de Funcionalidad de Cámara

Dentro de la plataforma se cuenta con la facilidad de acceder a toda la información relevante que se va generando día a día, o bien, en un periodo de tiempo establecido, se van acumulando las incidencias de cada unidad y estas mismas generan una referencia del lugar y la hora en la que suceden los eventos, además de capturas de micro videos de cinco segundos según sea el caso de la incidencia reportada.

Con esta información el departamento de monitoreo va creando una base de datos de las incidencias que se presentan en cada una de las unidades que cuentan con cámara y se realiza un indicador semanal para que se tomen acciones.

Mediante el comité de seguridad de la empresa liderado por el jefe de seguridad se planteó un código de sanciones para los operadores que reincidan en las principales incidencias las cuales están consideradas para los principales factores que terminan en siniestros viales.

**Primera omisión:** llamada de atención por el gerente de la terminal que corresponda y jefe de seguridad.

**Segunda omisión:** primera acta administrativa, y suspensión de dos días.

**Tercera omisión:** segunda acta administrativa, y suspensión de tres días.

**Cuarta omisión:** tercera acta administrativa y evaluación de la continuidad en la empresa por parte del jefe de seguridad, gerente de terminal, representante sindical y director de operaciones. Si la empresa toma la decisión de no rescindir

su contrato se suspenderá cinco días.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos después de realizar la intervención en el estudio del proyecto, de acuerdo con el marco teórico y los objetivos propuestos, al corroborar la hipótesis se puede afirmar que los resultados propuestos en la intervención han cumplido con la reducción del objetivo planteado al dar inicio el proyecto. Por lo tanto, el trabajo realizado ha dejado la conformidad y satisfacción y con miras a un porcentaje mayor de mejoras.

Tal como se explicó y detalló en los capítulos anteriores, la problemática de siniestralidad por mala conducción de los operadores de la empresa de transporte FMCE estaba representando gastos elevados para la compañía, dejando como resultados dentro del análisis de siniestralidad del año 2021 negativos. La mayoría de estos eventos fueron ocasionados a causa de los actos y condiciones que comentan a diario los operadores cuando se encontraban realizando sus labores diarias de conducción. Sin duda el tema de capacitación y uso de aplicaciones tecnológicas ha dado resultados.

Una vez que se han realizado la recopilación y registro de datos de las incidencias presentadas en la operación, estos se sometieron a un proceso de análisis crítico que permitió precisar las causas que llevaron a tomar la decisión de emprender la presente investigación y ponderar las posibles alternativas de acción para su efectiva atención.

El propósito del análisis es establecer los fundamentos para desarrollar opciones de solución al factor que se estudia, con el fin de introducir las medidas de mejoramiento en las mejores condiciones posibles (Franklin, 1998).

Una vez que se va alimentando la base de datos de la plataforma de rastreo se inicia a generar información para obtener indicadores de cuales se puedan tomar las primeras medidas. Esta información se puede generar en un lapso determinado si así se desea, o bien de forma diaria para que las acciones a tomar sean inmediatas (figura 5.1)

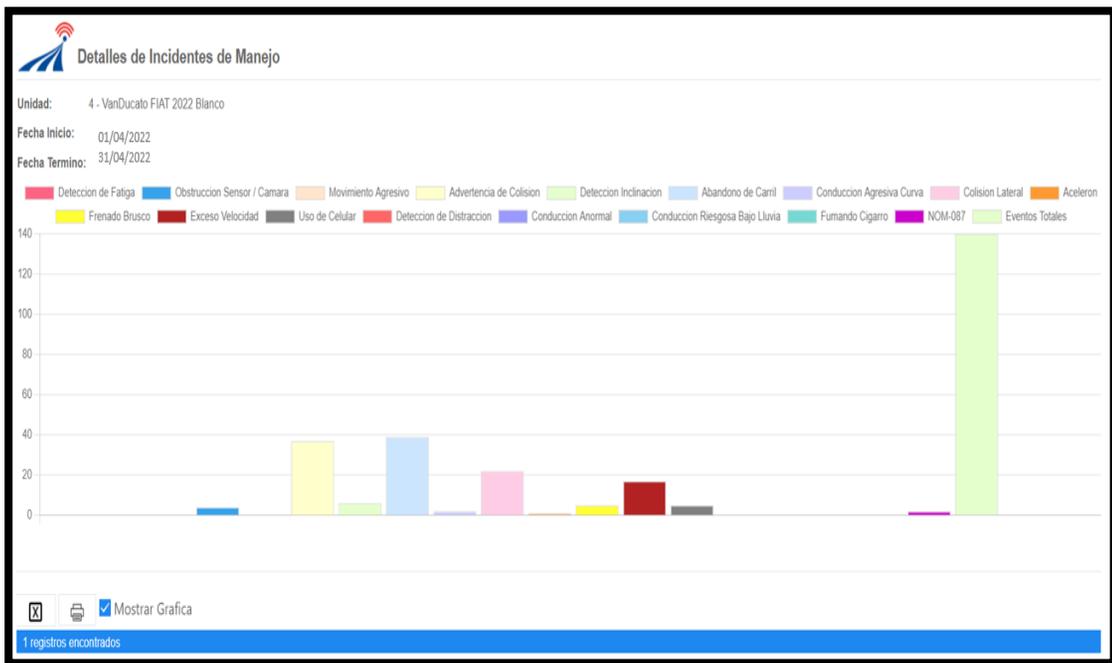


Figura 5. 1 Indicadores de Conducción

Como en todo proyecto de mejora, las primeras etapas son las más complicadas, ya que hasta que no se tenga un buen grado de conocimiento de los

alcances que se tienen, no serán aceptadas las nuevas propuestas. Es necesario comenzar detallando que los primeros intentos de corregir hábitos de conducción nos fueron suficientes, debido a que los operadores, obstruían las cámaras bajo el argumento que se estaba invadiendo su privacidad. Como se puede apreciar en la figura 5.2, donde las alertas que se generaban en su mayoría solo quedaban registradas por este motivo.

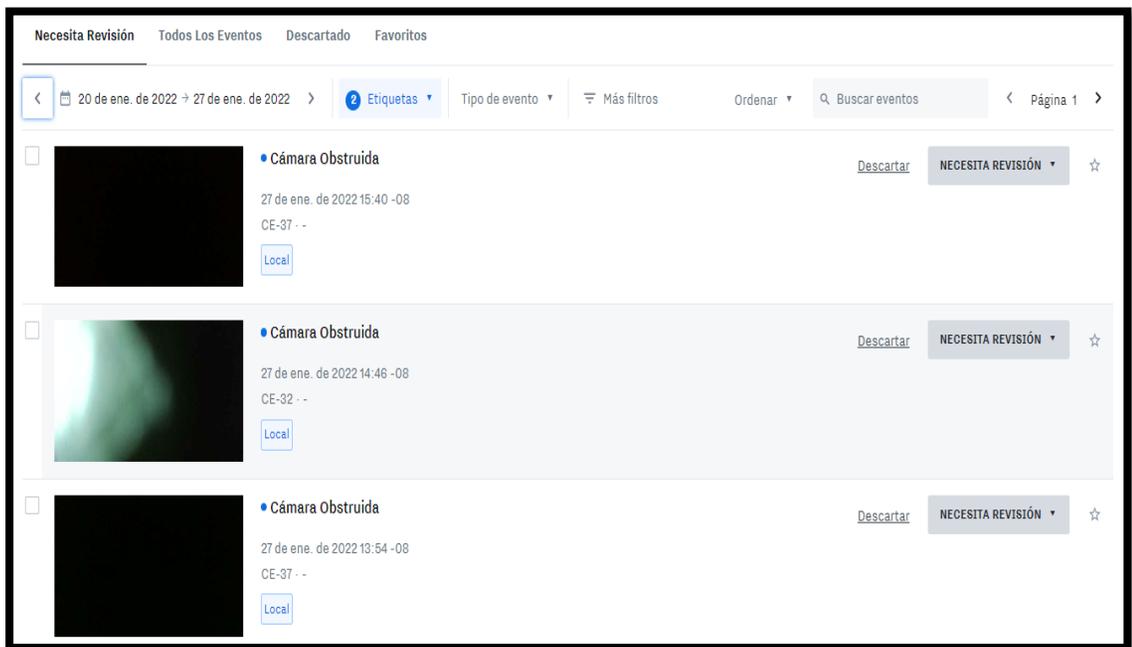


Figura 5. 2 Eventos de Cámara Obstruida

Retroalimentando de manera diaria las incidencias que se presentan en la operación, mediante correos electrónicos, llamadas telefónicas, capacitaciones semanales, gestión de alarmas de conducción mediante la plataforma de rastreo y cámaras de videovigilancia, poco a poco fueron cambiando las alertas y fue

posible aprovechar la aplicación de la cámara con IA. Por lo que fue necesario el escalamiento oportuno de esta área de oportunidad y se llevó a temas directivos donde se realizó una política para el uso de cámaras en unidades de transporte para la empresa FMCE, Anexo 2. Se dio oportunidad a que el equipo de monitoreo prestara atención y así aplicar los protocolos ya establecidos para la atención de los incidentes presentados, (figura 5.3)

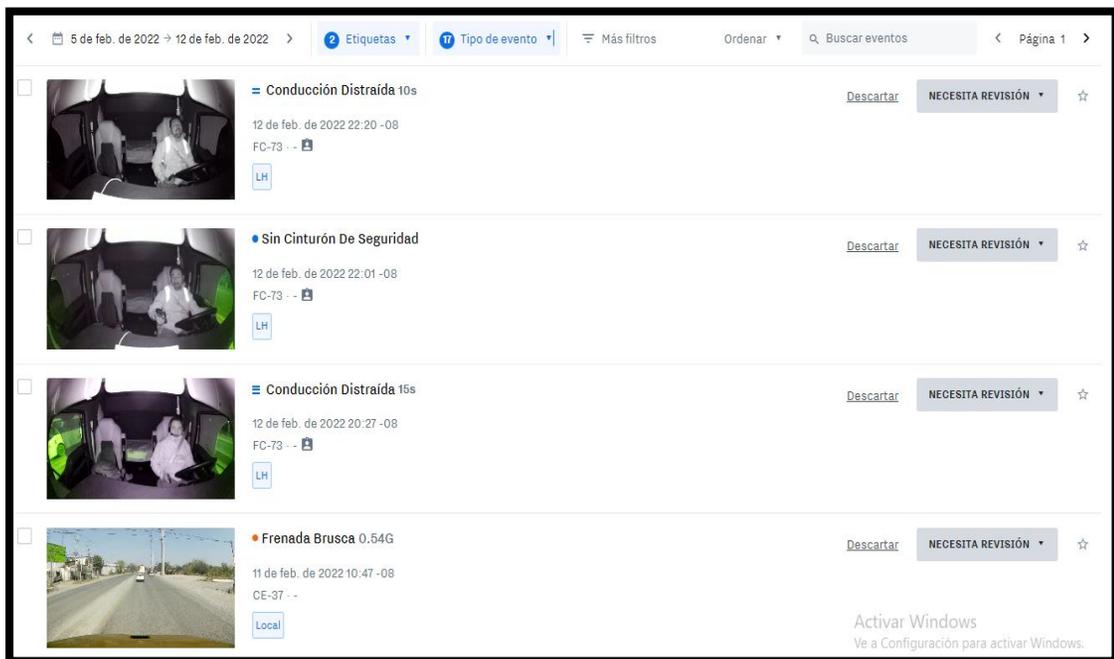


Figura 5. 3 Eventos Para Atención

Con base en lo mencionando anteriormente se realizó una evaluación del primer trimestre obteniendo los siguientes resultados. Figura 5.4

## RESULTADOS PRELIMINARES

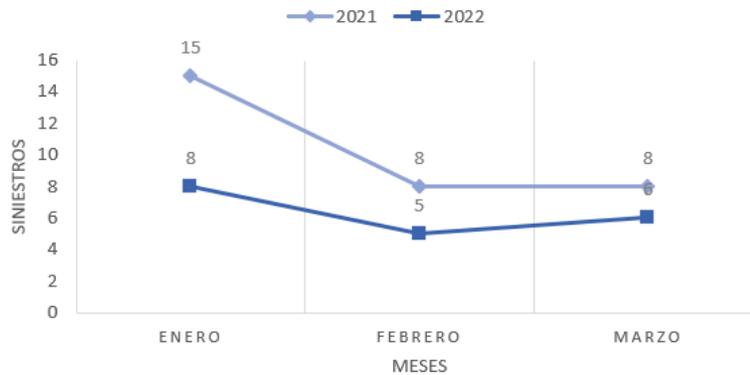


Figura 5. 4 Resultados Preliminares 1er Trimestre 2022

Se observa una disminución considerable de siniestros viales, cabe señalar que en esta gráfica únicamente se ven representados los resultados mensuales de las terminales correspondientes a la flota de Monterrey, Tabla Honda y Teoloyucan. En resumen, dentro del primer trimestre se obtuvieron resultados preliminares con un decremento porcentual del 39% pasando de tener 31 siniestros viales en el periodo del 2021 a solo tener 19 siniestros viales en el periodo de evaluación del primer trimestre del 2022.

Con la participación de los responsables de cada área en cada una de las terminales que se ven involucradas en este estudio, se logró tener aceptación a las horas invertidas de capacitación, se adaptaron espacios exclusivamente para que las capacitaciones concentraran la atención de los operadores y de esta manera enfatizar en los temas importantes que se estaban impartiendo. En las figuras 5.5 y 5.6 se muestran algunas imágenes de las sesiones de capacitación que se impartieron, así como de los espacios que se asignaron.



Figura 5. 5 Evidencia de Espacio Para Capacitación 1



Figura 5. 6 Evidencia de Espacio Para Capacitación 2

En cuanto al tema del rango, en los que se clasificaron los siniestros viales en dos rubros: menor y mayor, también se aprecia un decremento porcentual favorable, (Figura 5.7)

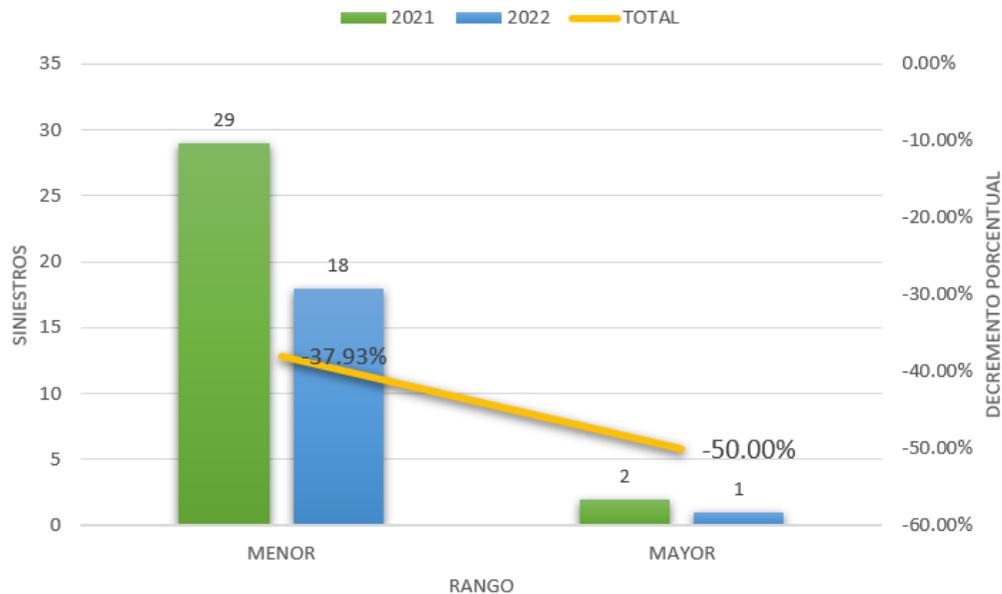


Figura 5. 7 Resultados Preliminares 1er Trimestre 2022 por Rango

Se presentó una disminución de eventos menores pasando de 29 siniestros viales catalogados como menores en el periodo 2021 a 18 siniestros viales catalogados como menores en el periodo 2022 representan un 37.93 %. De igual manera, se pasó de dos siniestros viales catalogados como mayores en el periodo 2021 a tener solo un siniestro vial catalogado como mayor en el periodo 2022, representan un 50%. Cabe mencionar que los eventos mayores son los que tienen mayor impacto económico dentro de la empresa, superando una cantidad mayor a \$150,000 mil pesos en su reparación. Teniendo esto como referencia, todos los

daños por debajo de esta cantidad se catalogan como menores. De la misma forma, es pertinente en la póliza de seguros, ya que terminan en pérdidas totales de los activos de la empresa y mercancías trasladadas, sin dejar de lado que el riesgo de mortalidad para los conductores es muy alto. Afortunadamente este no fue el caso en el evento registrado en el periodo 2022.

### **5.1 Declaración de Variables**

Teniendo como base histórica la cantidad de 143 siniestros viales en el periodo comprendido de enero a diciembre del año 2021, los cuales se desglosan de la siguiente manera: 21 alcances, 23 cortes de circulación, 47 por temas de maniobras, ocho por dimensiones de la unidad, ocho salidas de carretera, una unidad desenfrenada. Los más críticos, catalogados con rango “mayor” fueron cuatro salidas de carretera y tres alcances, en los que se perdieron en su totalidad los activos de la empresa, entiéndase por activo, unidad y remolque con afectaciones directas a la mercancía que se trasladaba en ese momento. Al realizar el análisis de cada uno de estos eventos se atribuye participación directa o indirectamente hacia el operador, lo cual indica la falta de capacitación y retroalimentaciones hacia los operadores en cuanto a sus hábitos de conducción.

### **5.2 Hipótesis a Probar**

Retomando nuestra hipótesis planteada en el capítulo 2 de la presente investigación la cual textualmente nos dice que “La implantación de un programa

de capacitación para los operadores y el uso adecuado de la tecnología de cámaras en cabina de las unidades reducirá el grado de siniestros viales en el periodo 2022”, analizaremos el total de siniestros presentados en el periodo 2021 contra el periodo 2022 después de presentar las propuestas de implementación y su desarrollo a lo cual se responderá de manera concisa la hipótesis planteada en esta investigación. En la figura 5.8 se presentan por semana la cantidad de siniestros presentados entre las terminales con más siniestralidad y de las cuales se enfoca el proyecto.

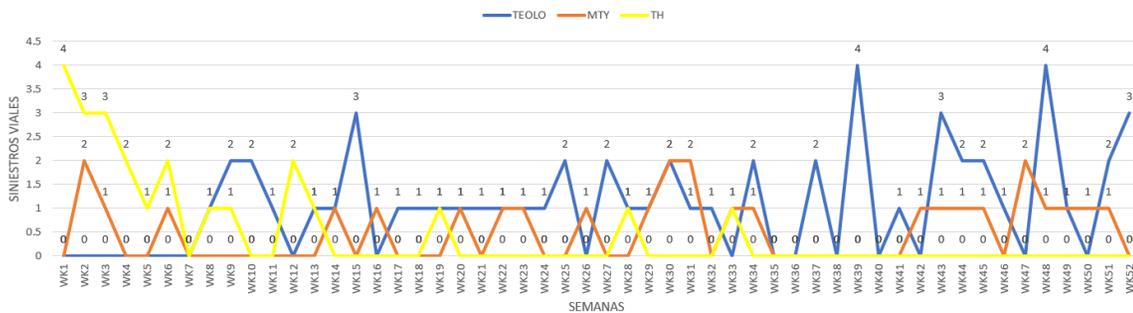


Figura 5. 8 Terminales con más Siniestros 2021

Como se puede apreciar la tendencia a sufrir un siniestro vial dentro de una de estas tres terminales es potencial, gráficamente no se aprecia ninguna semana en la que no se presente al menos 1 evento.

Con la finalidad de identificar el impacto y beneficios obtenidos a través de las capacitaciones impartidas y del uso correcto de las cámaras instaladas en las unidades, se llevó a cabo la cuantificación de siniestros viales presentados en el

mismo periodo de tiempo, obtenido resultados notorios presentados en la figura 5.9 se presentan las terminales con más siniestros 2022.

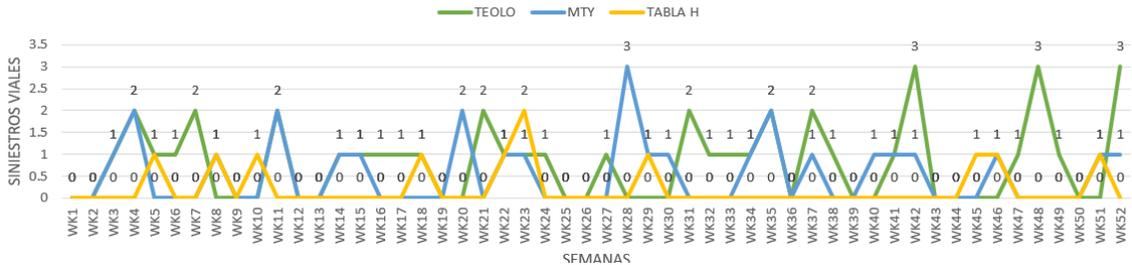


Figura 5. 9 Terminales Con más Siniestros 2022

Se observa que al menos en más de una semana la cantidad de siniestros por semana llego a cero. En el peor de los casos solo se obtuvieron tres siniestros viales como máximo por terminal.

Se realizó un comparativo general por estas tres terminales para tener una visión más clara de lo anteriormente comentado, (figura 5.10)

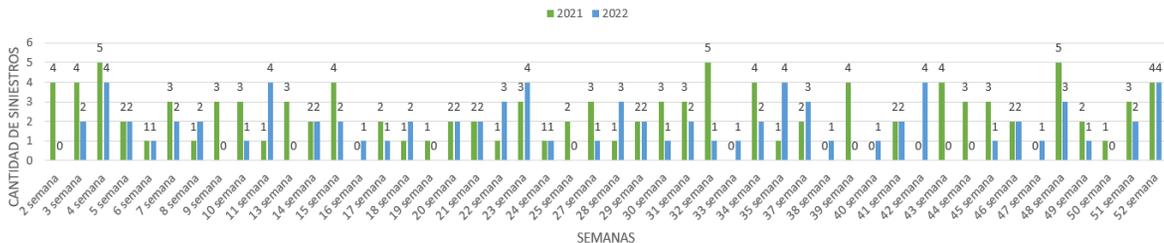


Figura 5. 10 Comparativo De Siniestros Viales

Dentro del análisis de siniestros existen dos categorías en las cuales la empresa de transporte FMCE desglosa la siniestralidad, catalogadas por rangos (menor y mayor) dependiendo del impacto económicos que pudiera llegar a tener

un siniestro vial. En la figura 5.11 se observa el impacto que se generó, desglosando los siniestros por rango.

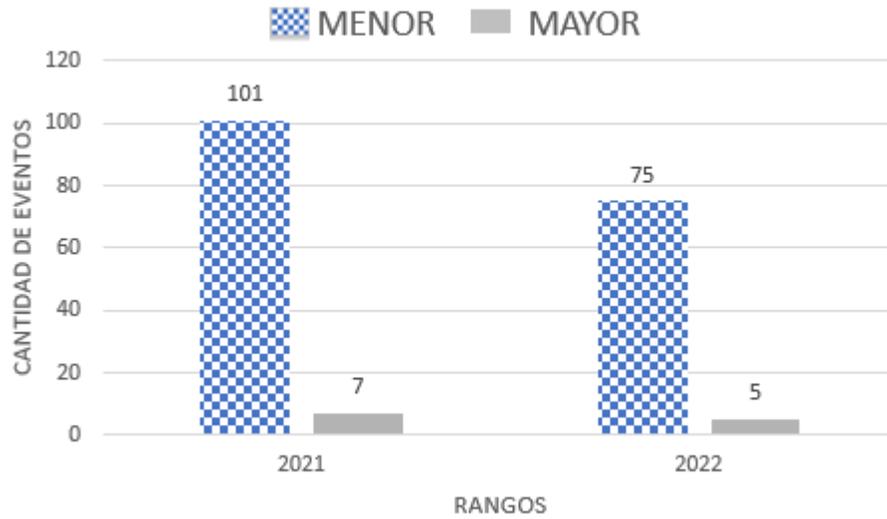


Figura 5. 11 Siniestros Por Rango

Teniendo como resultados finales mensuales una reducción significativa, al menos solo en un mes (mayo) superando por un siniestro en comparativa con el año 2021, e iguales en el mes de abril con siete siniestros los cuales se observan reflejados en la figura 5.12.

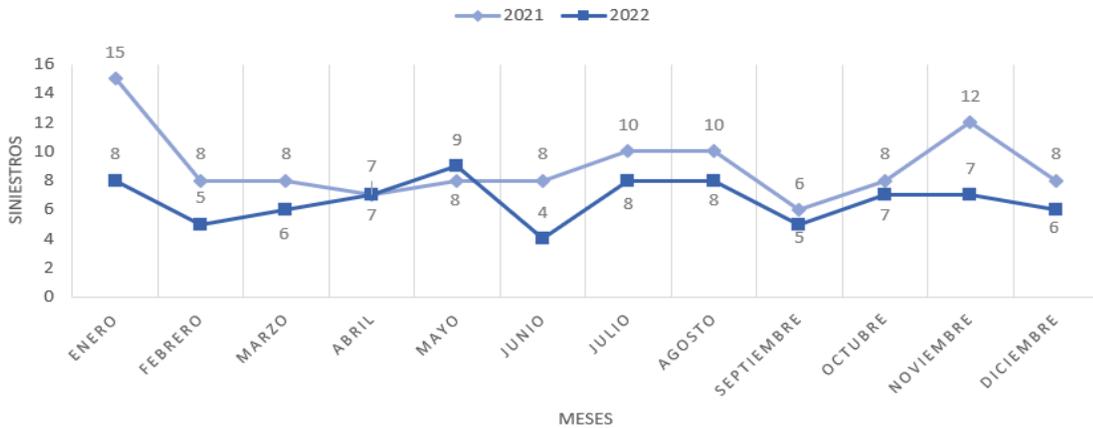


Figura 5. 12 Comparativo Mensual de Siniestros

Tomando como referencia los siniestros presentados en el periodo 2021 y 2022 Se realizó la prueba de normalidad a ambas muestras, donde la hipótesis a probar es:

$H_0$ : Los Datos Siguen una Distribución Normal  
 $H_1$ : Los Datos No Siguen una Distribución Normal

Obteniendo los siguientes resultados:

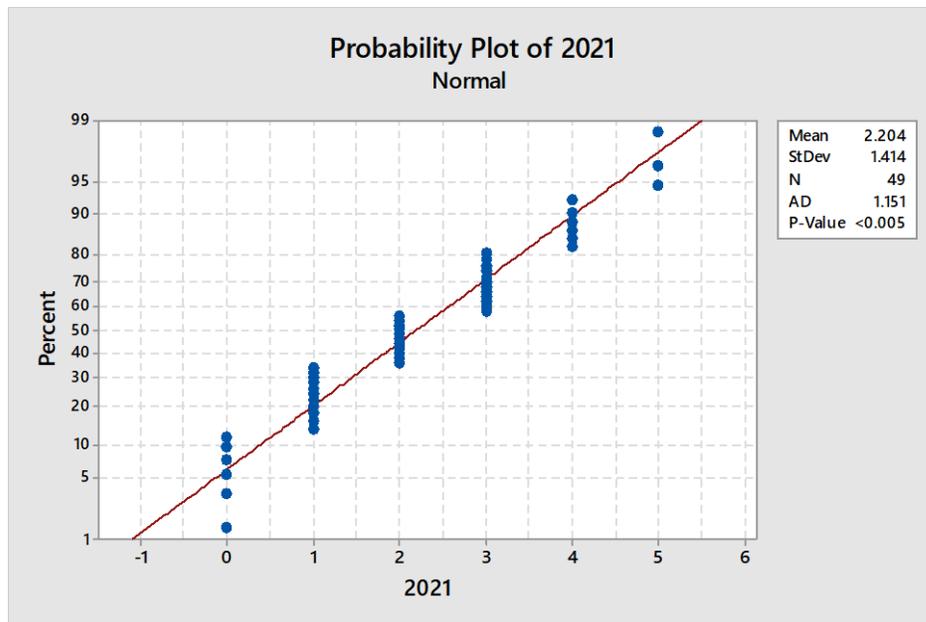


Figura 5. 13 Prueba De Normalidad Siniestros 2021

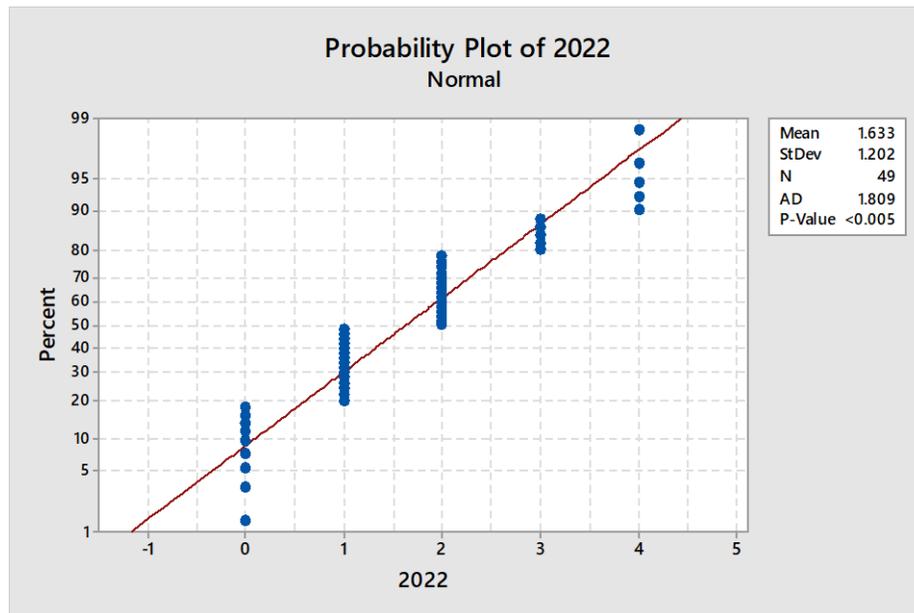


Figura 5. 14 Prueba De Normalidad Siniestros 2022

Dado que en ambos casos los datos no cumplen con normalidad (Un valor  $P < 0.05$ ), se optó por un análisis no paramétrico, la prueba aplicable es la de Mann-Whitney, para la comparación de medianas:

$$H_0: \tilde{\mu}_{Antes} \leq \tilde{\mu}_{Después}$$

$$H_1: \tilde{\mu}_{Antes} > \tilde{\mu}_{Después}$$

### Mann-Whitney Test and CI: 2021, 2022

	N	Median
2021	49	2.000
12022	49	2.000

Point estimate for  $\eta_1 - \eta_2$  is 1.000  
 95.0 Percent CI for  $\eta_1 - \eta_2$  is (0.000,1.000)  
 W = 2704.0  
 Test of  $\eta_1 = \eta_2$  vs  $\eta_1 \neq \eta_2$  is significant at 0.0482  
 The test is significant at 0.0430 (adjusted for ties)

Figura 5. 15 Resultado de prueba Mann-Whitney

Los resultados arrojan un nivel de significancia  $p < 0.0430$ , por lo que es posible rechazar la hipótesis nula, esto es, el número de incidentes antes de la intervención es mayor que el número de incidentes después de la intervención.

Gráficamente mediante la fórmula implantada anteriormente para obtener el grado de incidencias se obtuvieron los siguientes resultados.

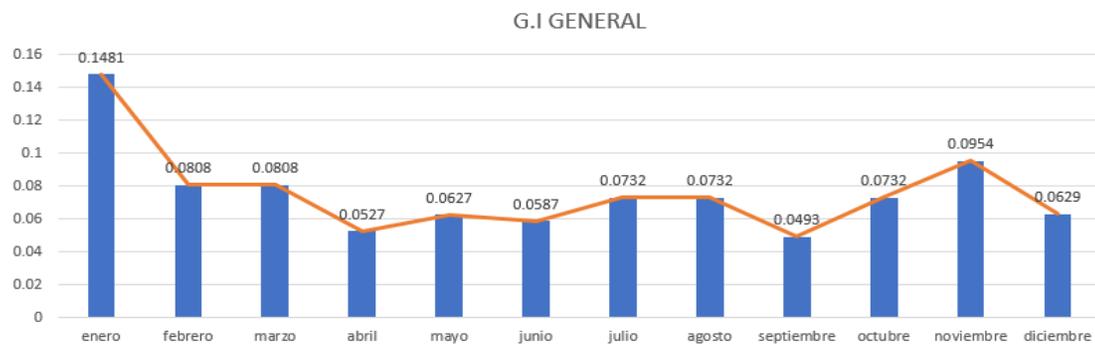


Figura 5. 16 Grado de Incidencias 2021.

Después de la intervención mensualmente se fue realizando la comparativa logrando obtener diferencias en la mayoría de los meses comparados.

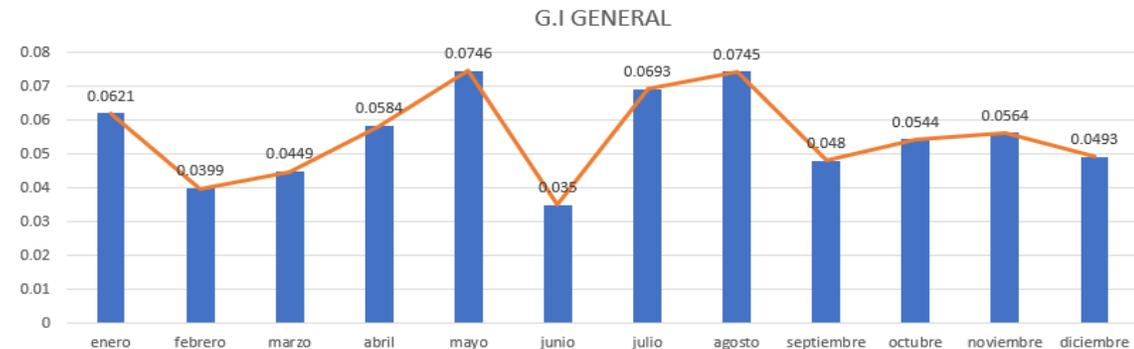


Figura 5. 17 Grado de Incidencias 2022.

Comparando ambos periodos de tiempo 2021 y 2022 se observa el comportamiento mensual de los siniestros obtenidos por la cantidad de kilómetros que representan las tres terminales del estudio. Solo un mes se sobrepasa el resultado después de la intervención, tomando en cuenta que se tuvieron los mismos siniestros viales, la diferencia se ve representada por la cantidad de kilómetros recorridos, a mayores kilómetros menor será el índice de siniestralidad, lo cual da pie a objeto de estudio futuro.

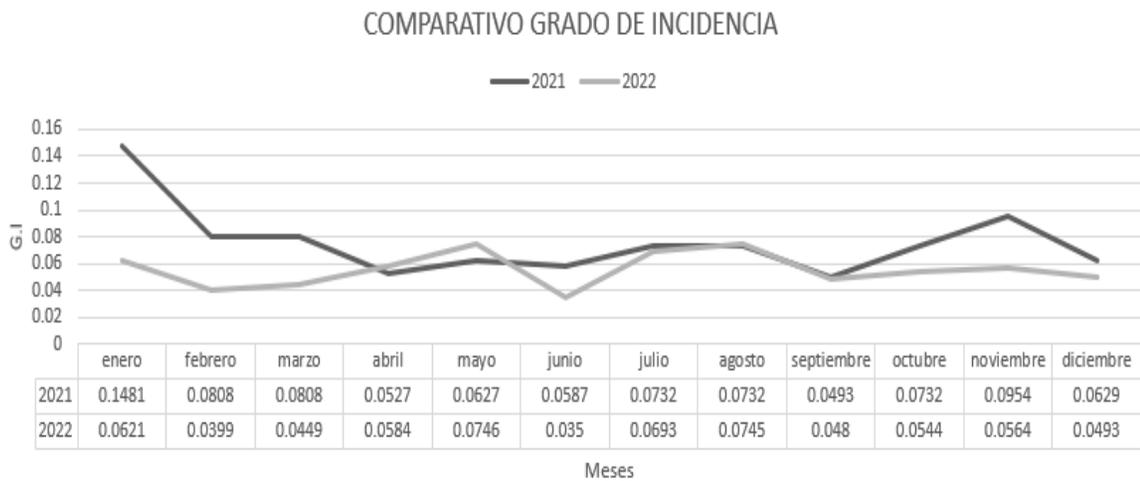


Figura 5. 18 Comparativas Grado de Incidencias

## CONCLUSIONES

Se pretendía disminuir los accidentes viales de la empresa de transporte FMCE por medio del estudio de dos acciones, capacitación y uso de la tecnología aplicada en cámaras de seguridad en las cabinas de las unidades de transporte. Dados los resultados mostrados en el periodo 2022, se muestra que efectivamente se logró una disminución considerable en la siniestralidad, logrando con ello el objetivo de esta investigación, el cual deja claro que las variables seleccionadas impactan e influyen en el resultado mensual, semestral y anual de la compañía en tema de seguridad vial. Es importante mencionar que se debe prestar la mayor atención posible a estos temas y disponer de inversión para lograr tener mayor campo de trabajo en cuanto al tema de cámaras en cabina refiere, ya que gracias al uso correcto de la aplicación fue posible detectar en tiempo hábitos de conducción que pudiesen terminar en accidente vial, la participación de las diferentes áreas que conforman una compañía es de vital importancia para el funcionamiento, pues sin ellas, los resultados obtenidos no hubieran sido alcanzados.

Un punto importante fue asociarse con los resultados de la compañía, que permitieron visibilizar a la capacitación desde el lado de la operación, es decir, al decidir trabajar en temas productivos que se utilizan de forma diaria y son más propios de la operación. Esto significó comenzar a hablar el mismo lenguaje de los operadores y sintonizar acerca de las necesidades que se tienen en carretera

mostrando temas relevantes y de interés. Se logro en cada sesión de capacitación más empatía al momento de bajar información el entendimiento fue mucho más representativo. No se puede dejar de lado las condiciones de trabajo en las que se encuentran haciendo sus actividades los operadores, porque son muy cambiantes y sobre esto el control es casi nulo. Tomando como referencia eventos históricos dentro de la compañía así como en las mismas pláticas que se tienen con los conductores de las unidades de transporte, se conoce que tienden a realizar sus actividades de conducción bajo presiones, horarios variados, difíciles movimientos de maniobras en cargas y descargas, incluso horarios reducidos para el descanso adecuado, lo cual impide que en situaciones adversas estén en óptimas condiciones físicas para la toma de decisiones y esto es un condicionante para caer en un siniestro vial, aun y cuando se haya realizado el mejor método de capacitación en la compañía.

Con base en los resultados presentados en el periodo de análisis, implementación de calendario de capacitaciones y el seguimiento correcto, es posible concluir que el esfuerzo destinado a la concientización de los siniestros viales en el área de transporte repercute directamente en los resultados de la compañía en general.

La seguridad en la conducción es un tema importante dados los altos índices de siniestralidad que se tiene actualmente en el país, originando el interés para el desarrollo del proyecto presentado y aún más en particular lo relacionado con los hábitos de conducción de los operadores de transporte terrestre lo cual

debería seguir siendo un tema de investigación. La implementación de las cámaras en cabina en las unidades de estudio fue efectiva, pues gracias a ello se detectaron condiciones inseguras las cuales al ser una constante iban mostrando diferentes patrones en la conducción, dando pie a tomar decisiones pensando en el factor humano, sin dejar de lado la importancia de lo que se transporta, escalando las situaciones en tiempo y forma con la seguridad ofertada a los clientes de que su mercancía estaba en manos seguras. Gracias a la tecnología ahora es mucho más sencillo tomar una decisión respecto a una condición insegura lo cual brinda el tiempo para presentar mejoras en la logística empleando dentro de cualquier empresa de transporte que se enfoque en cuidar a sus operadores, ya que estos son los que realizan la función más complicada. El hecho que la IA ayude a detectar indicios de somnolencia, distracciones, frenados bruscos, entre otras, ofrece al mercado la seguridad que se demanda.

A partir de los resultados encontrados y las conclusiones a las que se llegó, se propone a la empresa de transporte FMCE que:

- a) Identifique las necesidades de capacitación del personal operativo, ya que esto constituye el punto de partida para conocer hacia donde deben dirigirse los esfuerzos impartidos por parte de la dirección en el cumplimiento de los objetivos.
- b) Seleccionar un personal exclusivo para realizar el seguimiento continuo de las alertas que se generan en la plataforma de rastreo para que se determinen y se atiendan en tiempo y se forman los hábitos de

conducción a fin de no interrumpir las labores diarias del departamento de monitoreo, ya que con la plantilla que actualmente se maneja la carga laboral es compleja.

- c) Que toda la flota de FMCE esté adecuada con las cámaras de IA desde unidades de 2.5 tons, 3.5 tons, 5 tons, 7 tons, rabones y unidades quinta rueda, ya que a pesar de que los siniestros estén inclinados hacia las quintas rueda, es necesario detener oportunamente eventos que puedan llegar a siniestros en los otros tipos de unidad.
- d) Continuar con el plan de capacitación constante, a pesar de que existan operadores que ya tomaron el curso, es necesario seguir reforzando los temas, implementar estrategias para seguir mostrando interés por temas de seguridad vial.
- e) Revisar las horas de trabajo de cada operación y ruta asignada a los operadores de la empresa FMCE, ya que la carga de trabajo y las pocas horas de sueño que se manejan contribuyen a que las reacciones en caso de presentarse un evento no sean atendidas de manera correcta y por ende terminen en siniestro vial.
- f) Recursos humanos cuente con la plantilla completa de operadores, ya que en el estudio se detectó que en algunos eventos de siniestros la unidad debería estar compuesta por dos operadores para poder realizar los viajes largos.

- g) Se implemente un plan de apadrinamiento para operadores que presenten siniestros viales, el cual constituye de enviar a viaje con operadores más experimentados o con más antigüedad para que compartan su experiencia en el manejo.
- h) Se invito a la empresa de transporte a realizar nuevos estudios o investigaciones orientadas en buscar otras soluciones enfocadas a la seguridad vial, recordar que el factor humano es el punto más importante en este tipo de investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arnold, Pauline K.Hartley, Laurence R.Corry, AngelaHochstadt, DavidPenna, Fulvio Feyer, Anne Marie Hours of work, and perceptions of fatigue among truck drivers
- Charlton, Samuel G. Baas, Peter H. Fatigue, work-rest cycles, and psychomotor performance of New Zealand truck drivers
- Cutipá Paucar, Ronal WilbertMendoza Apaza, Jose Jeremmy Análisis de la implementación de cámaras en camiones para la reducción del índice de accidentabilidad en el transporte de mineral concentrado en la empresa SERVOSA SAC Arequipa 2020
- El control de la calidad en la administración de transporte terrestre.(2022) Luis fernando cisneros, Angel Asimbaya.
- Gomez, j. (29 de abril de 2021). revista infraestructura. obtenido de <https://www.revistainfraestructura.com.mx/infraestructura-carretera-en-mexico/>  
<https://goflit.com/la-importancia-de-un-buen-mantenimiento-de-la-flota-vehicular/cuevas> 2020.
- Jonathan Lee, especialista sénior en control de pérdidas de Accident Fund La importancia y la aceptación de las cámaras a bordo orientadas al conductor 2019.
- José Luis Galiana. (2021). Aplicaciones logísticas de la tecnología 5G. 27/03/2022, de T21mx Sitio web: <http://t21.com.mx/index.php/opinion/columna-invitada/2021/07/06/aplicaciones-logisticas-tecnologia-5g>
- LA TERCERA. (10/03/2022). Logística inteligente: seguimiento y administración de flotas desde un solo lugar. 06/04/2022, de LA TERCERA

Mayoral Grajeda, e f cuevas Colunga, a c Mendoza Díaz, Perfil de la siniestralidad de los vehículos del autotransporte de carga y pasajeros en las carreteras federales de 2010 a 2015

Mikel Mauleon torres ,TRANSPORTE, OPERADORES, REDES(2006)

NORMA Oficial Mexicana NOM-087-SCT-2-2017, Que establece los tiempos de conducción y pausas para conductores de los servicios de autotransporte federal.

Rivera islas Víctor 2007 Analisis de los sistemas de transporte.

Transporte MX.

Trowbridge, Matthew J. McKay, Mary Pat Maio, Ronald F. Comparison of Teen Driver Fatality Rates by Vehicle Type in the United States

William H. Bland Jr. MD, FACEP - Medicina de emergencia & Kathleen Romito MD - Medicina familiar & Adam Husney MD - Medicina familiar & E. Gregory Thompson MD - Medicina interna.

Wylie, J. (1998). Study of commercial vehicle Driver rest periods and recovery of performance in an operational environment. Managing fatigue in transportation. Oxford. Pergamon.

Xanath Lastiri. (10/08/2020). Ciberseguridad, "arma" para combatir el robo al transporte. 05/04/2022, de T-21MX Sitio web: <http://t21.com.mx/index.php/terrestre/2020/08/10/ciberseguridad-arma-combatir-robo-transporte>

Martha Elizabeth de la Torre, Romero Marisol Barrón Bastida. Impactos y beneficios del programa CTPAT, en la competitividad de las empresas exportadoras. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE.

Cesar Martínez Dueñas, Content Writer Jr. at Drip Capital, Que es el CTPAT y cuál es su importancia en la cadena de suministros.

World BASC Organization. (2005). WBO, Iniciativas actuales de seguridad. 25 de noviembre de 2015, de BASC Sitio web: <http://www.wbasco.org/espanol/iniciativas.htm>.

Organización de empresas: análisis, diseño y estructura, Enrique Benjamín Franklin Fincowsky, Benjamín Franklin, Editor McGraw Hill, 1998

El control de la calidad en la administración de transporte terrestre. (2022) Luis Fernando Cisneros, Ángel Asimbaya.

Mikel Mauleon torres ,TRANSPORTE, OPERADORES, REDES(2006) A TERCERA. (10/03/2022). Logística inteligente: seguimiento y administración de flotas desde un solo lugar. 06/04/2022

Cesar Martínez Dueñas, Content Writer Jr. at Drip Capital, Que es el CTPAT y cuál es su importancia en la cadena de suministros.

Toledo, et al. 2007. Classification of sleep disorders.

El transporte.com (2010) Comportamiento siniestralidad I Trimestre 2010 Año 2 No.5, Junio- Julio. Colombia. Febré G.; Pérez Salas G (2012).

# ANEXO 1

	Lista de Asistencia		
	Referencia:	Aplicable	Revisión:

FECHA:	12/10/2022	TALLER: CAPACITACION DE SEGURIDAD Y MONITOREO PARA OPERADORES
LUGAR:	MEXICO TEOLOYUCAN	TEMA:

Reunión	<input type="checkbox"/>	Capacitación	<input checked="" type="checkbox"/>	Tema específico	<input checked="" type="checkbox"/>	Programada	<input checked="" type="checkbox"/>
Platica	<input type="checkbox"/>	Instrucción	<input type="checkbox"/>	Inducción al Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	No Programada	<input type="checkbox"/>
Taller	<input type="checkbox"/>	Conferencia	<input type="checkbox"/>				

Programado\* Considerado en el programa anual de capacitación  
 No programado\* No considerado en el programa anual de capacitación

No. EMPLEADO	NOMBRE	PUESTO	ÁREA	FIRMA
1	Hector Arciniega	OP.	Amazon	[Firma]
2	Hugo Enrique Ibarra Flores	O.P		[Firma]
3	Jens Ojo de Saca	O.P.		[Firma]
4	Juan Oscar Franco	Aux	Amazon	[Firma]
5	Miguel Gonzalez Torres	op. fono	Amazon	[Firma]
6	Carlos A Sanchez V	Operador	Amazon	[Firma]
7	Antonio Espalga	OP	Amazon	[Firma]
8	Margarita Jimenez	OP		[Firma]
9	Victor M. Carreras	OP	Amazon	[Firma]
10	Daime Castro Villagas	OP	Amazon	[Firma]
11	Roberto Pineda Rocha	Operador	Amazon	[Firma]
12	Jaime Chuz	OP Fono		[Firma]
13	Sergio Subalderiza	op Fono	Amazon	[Firma]
14	Victor Hugo Flores Molina	Operador	Amazon	[Firma]
15	Alonso Gutierrez	Conductor	Amazon	[Firma]
16	Hector A. Ojeda	Conductor	Amazon	[Firma]
	Tadeo Hoz Villalvarte	OP Fono Amazon		[Firma]

Olivero Galicia Arturo Eduardo  
 Danilo Alejandro Montoya  
 Oscar Immanuel Mejia Hernandez

Nombre y Firma del INSTRUCTOR

JOSE ALFREDO BAZO ROBLEZ

[Firma]

Dirección

2 HRS.

Amazon operador local  
 Amazon operador

## ANEXO 2

	<b>Política de uso y funcionamiento de cámaras de seguridad en unidad motriz</b>	
	Referencia:	Revisión: 1, 19 de enero del 2023

En coherencia con nuestra VISION, MISION, POLITICA DE CALIDAD, SEGURIDAD, MEDIO AMBIENTE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL, Fletes México Carga Express integra la ética en el corazón de su operación y sus valores. Nuestros accionistas, colaboradores, así como nuestro entorno externo como lo es Gobierno y la Sociedad en general esperan que Fletes México Carga Express se comprometa y esté conforme con estas reglas éticas. Así, la ética constituye un elemento clave de nuestro desempeño. Es la responsabilidad de la empresa y de cada uno de nosotros de comprometerse para respetar estos principios.

Cuatro principios fundamentales guían nuestra conducta:

- Actuar conforme a las leyes y reglamentos
- Respetar a los demás cualquiera que sea su condición humana.
- Reafirmar una cultura de valores
- Mostrar lealtad y honorabilidad dentro y fuera de la Organización.

### 1. OBJETIVO:

- Manejo más seguro
- Prevenir accidentes
- Prevenir Robos
- Prevenir actos ilícitos
- Mejora la comunicación, atención oportuna y segura.
- Conocer la naturaleza de conducción de cada operador, funcionando como herramienta de supervisión y entrenamiento constante

### 2. ALCANCE:

Esta política aplica para todos los colaboradores de Fletes México Carga Express y personal que tienen asignado una unidad motriz.

### 3. RESPONSABILIDADES.

- **Gerente de Capital Humano.** Verificar el cumplimiento de la presente política y su correcta aplicación.
- **Monitoreo:** Monitorear el buen uso de las cámaras, así como el funcionamiento adecuado de la herramienta, atendiendo las alertas para la seguridad del conductor, de la carga y la unidad.
- **Operador:** Respetar y atender esta política, haciendo buen uso de las cámaras de seguridad y acatar los señalamientos y alertas de monitoreo
- **Gerente de seguridad patrimonial:** Capacitar a Monitoreo y operadores del objetivo de esta herramienta, seguimiento de las incidencias para la toma de decisiones.
- **Gerente de terminal:** Sensibilizar a los operadores de la importancia de aplicar las buenas prácticas de seguridad.
- **Controlador de Equipo:** Verificar que las unidades motrices cuenten con las cámaras asignadas.

	<b>Política de uso y funcionamiento de cámaras de seguridad en unidad motriz</b>	
	Referencia:	Aplicable <span style="float: right;">Revisión: 1, 19 de enero del 2023</span>

**4. POLITICA.**

- El colaborador por ningún motivo podrá manipular, desconectar, cubrir el lente de la cámara, en el caso de que se sorprenda será acreedor a un acta administrativa, si ocurriera un segundo evento será baja definitiva sin responsabilidad para la empresa.
- El colaborador que dañe de manera intencional las cámaras se le hará un cobro del costo de la cámara.
- El colaborador deberá estar atento a los señalamientos y alertas de monitoreo para atenderlos de manera oportuna, de no atenderlos será acreedor a una llamada de atención, segundo evento un acta administrativa, tercer evento será baja definitiva sin responsabilidad para la empresa

**5. Referencias:**

- Ley Federal de Trabajo
- Reglamento interno de trabajo
- Política de Seguridad para la prevención de actividades ilícitas (CTPAT,BASC, OEA)