



Optimización del procedimiento de trincaje en vehículos de carga terrestre en el Centro Técnico Especializado, para la mejora en seguridad, reducir pérdida de tiempo y daños a la Carga en el año 2025

Andrés Felipe Mejía Porras

Nicolas Eduardo Navarrete Echeverria

**Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano
Ingeniería Industrial
Bogotá D.C., Colombia
2025**

CONTENIDO

RESUMEN DEL PROYECTO	7
1. TITULO DE LA PROPUESTA:	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	10
2.1. Descripción del problema:	10
2.1.1. Pérdidas de tiempo:.....	10
2.1.2. Daños a la carga:.....	14
2.1.3. Riesgos de seguridad:	16
2.1.4. Daños al vehículo transportador:	18
2.1.5. Retrasos por inspecciones fallidas	19
2.1.6. Sobrecostos por tiempos muertos (Stand By):.....	20
2.1.7. Afectaciones a proyectos o entregas críticas:	22
2.1.8. Multas y sanciones Legales	24
2.2. pregunta problema:	24
3. OBJETIVOS	25
3.1. Objetivo general:	25
3.2. Objetivos específicos	25
4. JUSTIFICACIÓN:	25
5. MARCO TEORICO	27
5.1. Marco conceptual.....	30
5.2. Marco legal	33
5.3. Estado del arte.....	35
6. METODOLOGÍA.....	40
6.1. Naturaleza	40
6.1.1. 6.1.1 Enfoque mixto	40
6.2. Diseño de la investigación	41
6.3. Corte temporal	41
6.4. Alcance de la investigación	41
6.5. Fase de Definición	42
6.6. Fase de Medición	42
6.7. Fase de Análisis	42
6.8. Fase de Mejora.....	42
6.9. Fase de Control.....	43
6.10. Costos por tiempos muertos.....	43
7. RESULTADOS	43
7.1. Tipo de mercancía mas común	44

7.2.	Elementos de sujeción más seguros y eficientes.	45
7.3.	Tipos de Amarres para la sujeción de carga.	48
7.3.1.	Amarre superior	48
7.3.2.	Amarre directo	49
7.3.3.	Amarre en una parte o unitarizado.....	50
7.3.4.	Malos Usos	50
7.4.	Calculo para establecer el numero de elementos de sujeción.	51
7.5.	Control documental y registro fotográfico.	52
7.5.1.	Formato de Control de cargue y sujeción de carga.....	52
7.5.2.	Check List.....	54
7.5.3.	Formato de registro fotográfico	55
7.5.4.	Capacitación de personal	55
7.6.	Procedimiento de sujeción de cargas en vehículos terrestres	57
8.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	59
9.	REFERENCIAS	62
10.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo promedio de cargue y sujeción de vehículos 11

Tabla 2: Promedio de tiempo extra en operaciones..... 12

Tabla 3: Rango de Horas Perdidas Clasificación Impacto Operacional 13

Tabla 4: Costo extra por hora de talento humano 13

Tabla 5: Reporte de novedades con afectación en costos de operación 15

Tabla 6: Clasificación Rango de Costo (USD)..... 16

Tabla 7: Eventos con afectación en SST 17

Tabla 8: Impacto Inspección operacional Sep2024- Sep2025..... 19

Tabla 9: Clasificación de inspecciones fallidas 20

Tabla 10: Costos por Stand By 21

Tabla 11: Costos Stand By, Periodo Sep. 2024- Sep. 2025..... 22

Tabla 12: Valores de alquileres por hora de Equipos 23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Tiempo promedio de operación por vehículo.....	11
Ilustración 2:Costo promedio de hora perdida.....	13
Ilustración 3: Porcentaje de Impacto Económico por novedades en operaciones según su clasificación ...	16
Ilustración 4: Porcentaje de riesgo de acuerdo con su nivel	17
Ilustración 5:Tarifas Stand By por tipo vehículo.....	20
Ilustración 6: Multas y sanciones.	24
Ilustración 7: Conceptos de sujeción de cargas	32
Ilustración 8: Tipo de carga habituales en G.L.O	44
Ilustración 9: Elementos de sujeción adecuados al tipo de carga	45
Ilustración 10: composición de una cinta o eslinga con ratchet	46
Ilustración 11: Datos técnicos de una cinta o eslinga con ratchet	46
Ilustración 12: Cadena para sujeción de carga G80.....	47
Ilustración 13: Ficha técnica de cadena para sujeción de carga	48
Ilustración 14: método de amarre superior	49
Ilustración 15: método de amarre directo	49
Ilustración 16: Método amarre en una parte o unitarizado	50
Ilustración 17: Precauciones de los elementos de sujeción de carga.....	51
Ilustración 18: Coeficiente de fricción según su material de superficie	52
Ilustración 19:Formato de Control de cargue y sujeción de carga	53
Ilustración 20: Formato Check List	54
Ilustración 21: Formato de registro fotográfico.....	55
Ilustración 22: Resultado encuesta previa a capacitación.....	56
Ilustración 23: Resultado encuesta posterior a capacitación	56
Ilustración 24: Trazabilidad de las operaciones centro técnico especializado.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Diagrama de flujo de procedimiento:.....64
Anexo B: Procedimiento sujeción de carga en vehículo terrestres.....65
Anexo C: Formato de registro fotográfico.....66
Anexo D: Ficha de transporte y sujeción - Liebherr 855.....67
Anexo E: Ficha de transporte y sujeción - SM2168
Anexo F: Ficha de transporte y sujeción - R62569
Anexo G: Formato Solicitud servicio de transporte70
Anexo H: Formato control de cargue vehículo terrestre71
Anexo I: Formato check List72

RESUMEN DEL PROYECTO

Optimizar el procedimiento de trincaje en vehículos de carga terrestres en la compañía Global Logistics Operations Ltda (G.L.O), con el fin de reducir las pérdidas de tiempo causadas por la falta del procedimiento estandarizado, minimizar los daños a la carga derivados del uso inadecuado de sistemas de amarre, mitigar los riesgos de seguridad por el uso inapropiado o insuficiente de materiales de trincaje y disminuir los retrasos originados por inspecciones fallidas debido al incumplimiento de normas de seguridad en el transporte.

La problemática más común, pero poco estudiada o valorada es la de la importancia de la sujeción de carga en vehículos de transporte terrestres, dado que en la gran mayoría de compañías, presenta inconvenientes ya sean de carácter leves, moderadas o elevadas, sin embargo, no documentan estos casos para sus registros, solo realizan el ajuste parcial o total sin mayor atención, la empresa Global Logistics Operations Ltda no es la excepción, la compañía ha presentado eventos con pérdidas parciales y totales de equipos y accesorios por daños, adicional de pérdidas económicas debido a los imprevistos e inactividades operativas tales como retrasos en sus cargues y una inadecuada sujeción de la carga, para dar solución a esto se utilizó métodos de optimización de procesos con el fin dar solución a esta problemática, aplicando la DMAIC, lo cual iniciamos, Definiendo la problemática a que se va a intervenir, luego de definida buscamos en como medir las falencias que ocasionan la problemática, cuantificando esto para luego analizar estos datos obtenidos y así mejorar con soluciones concretas y de gran impacto que ayudes a minimizar o incluso a eliminar estas falencias en cada una de las operaciones, teniendo todo estandarizado podemos controlar el proceso garantizando la rigurosidad técnica y la trazabilidad de los resultados.

En el proceso del proyecto se realizaron procesos importantes, como la elaboración inicial de un procedimiento, el cual ayudara a dar punto de partida para estandarizar el proceso, a su vez a llevar los lineamientos necesarios para la estandarización del proceso, adicional a esto se crearon formatos que ayudaran a llevar un control de los vehículos que la compañía utilizara para el cague de mercancías para

que estos sean los más adecuados para el trincaje de cargas en su plataforma vehicular, además de formatos para llevar un control de material de sujeción utilizado en cada operación esto con el fin de poder a un futuro de tiempo medio identificar con mas detalles la cantidad de elementos utilizados en las operaciones y a si realizar presupuestos más rápidos, seguros, eficaces y eficientes.

En tema de talento humano se dictaron charlas y capacitaciones sobre tipos de elementos de sujeción, normas aplicables, sanciones, técnicas de amarre de cargas, esto con el objetivo que el personal se apersona de las operaciones y tenga el conocimiento técnico para ejecutar la actividad, adicional del conocimiento del trasfondo que implica realizar un trabajo de sujeción incorrecto o con falencias que puedan desatar un efecto domino en la operación.

Palabras Claves: Optimización, Procedimiento estandarizado, Pérdida de tiempo, Daños a la carga, Sistema de amarre, Seguridad, Materiales de trincaje, Inspecciones fallidas, Normas de seguridad

ABSTRACT

To Optimize the lashing procedure for land cargo vehicles in Colombia, in order to reduce time losses caused by the lack of a standardized procedure, minimize damage to cargo resulting from the improper use of lashing systems, mitigate safety risks due to the inappropriate or insufficient use of lashing materials, and reduce delays caused by failed inspections due to non-compliance with transportation safety regulations.

The most common problem, but little studied or valued is the importance of cargo securing in land transport vehicles, given that in the vast majority of companies, it presents problems whether mild, moderate or high, they do not document these cases for their records, only make the adjustment without further attention, the company Global Logistics Operations Ltda is no exception, the company has presented events with partial and total losses of equipment and accessories due to damage, in addition to economic losses due to unforeseen events and operational in activities such as delays in loading and cargo securing, to solve this, process optimization methods were used in order to solve this problem, to apply the DMAIC, which we begin, Defining the problem to be intervened, after defining it, we look for how to measure the deficiencies that cause the problem, quantifying this to then analyze these data obtained and thus improve with concrete and high-impact solutions that help minimize or even eliminate these deficiencies in Each of the operations, having everything standardized, we can control the process, guaranteeing technical rigor and traceability of the results.

Keywords: Optimization, Standardized procedures, Time losses, Cargo damage, fastening systems, Safety, securing materials, Failed inspections, Safety regulations

1. TITULO DE LA PROPUESTA:

Optimización del procedimiento de trincaje en vehículos de carga terrestre en el Centro Técnico Especializado, para la mejora en seguridad, reducir pérdida de tiempo y daños a la carga en el año 2025

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

2.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

En el ámbito del transporte de carga terrestre en Colombia, el procedimiento de trincaje (amarre o fijación de carga) representan un factor crítico que incide directamente en la seguridad operativa, la eficiencia logística y los costos globales de operación de las empresas del sector. Aunque existen normativas técnicas vigentes, como la Resolución 3750 de 2011 del Ministerio de Transporte, en la práctica muchas organizaciones no aplican correctamente estos lineamientos, lo que conduce a una ejecución deficiente del proceso de sujeción de carga.

En este contexto, la empresa Global Logistics Operations Ltda, ha presentado en algunas de sus operaciones logísticas, retrasos operativos, pérdidas económicas y riesgos de seguridad relacionados directamente con la falta de un procedimiento para el trincaje de carga. La ausencia de protocolos claros, sumada a una capacitación insuficiente del personal sobre el uso adecuado de los materiales de amarre (correas, cuerdas, cadenas, entre otros), ha derivado en múltiples problemas operacionales, entre ellos:

2.1.1. Pérdidas de tiempo:

El tiempo improductivo, asociado a una gestión deficiente del trincaje es uno de los factores que más impacta la eficiencia operativa. Los resultados de la Tabla 1: Tiempo promedio de cargue y sujeción de vehículos, muestran que hasta un 10% del tiempo total del proceso logístico se pierde por causas directamente relacionadas con el trincaje, específicamente en factores como:

- Falta de materiales adecuados o certificados para asegurar la carga (correas, cuerdas, eslingas).
- Trabajo adicional debido a la mala sujeción de la carga en el vehículo.
- Falta de coordinación en equipo de trabajo.

- Falta de capacitación para determinar el sistema de amarre de acuerdo con el tipo de mercancía y vehículo

Tipo de Vehículo	Horas Promedio de Carga	Horas Promedio de Trincaje	Total, Promedio (horas)	tiempo perdido promedio
Tipo Turbo	1.5	0.5	2	0.2
Tipo Grúa Planchón	1.75	0.75	2.5	0.25
Tracto Camión (2 y 3 ejes)	3	1	4	0.4
Especial y Extra dimensionado	4	2	6	0.6

Tabla 1: Tiempo promedio de cargue y sujeción de vehículos

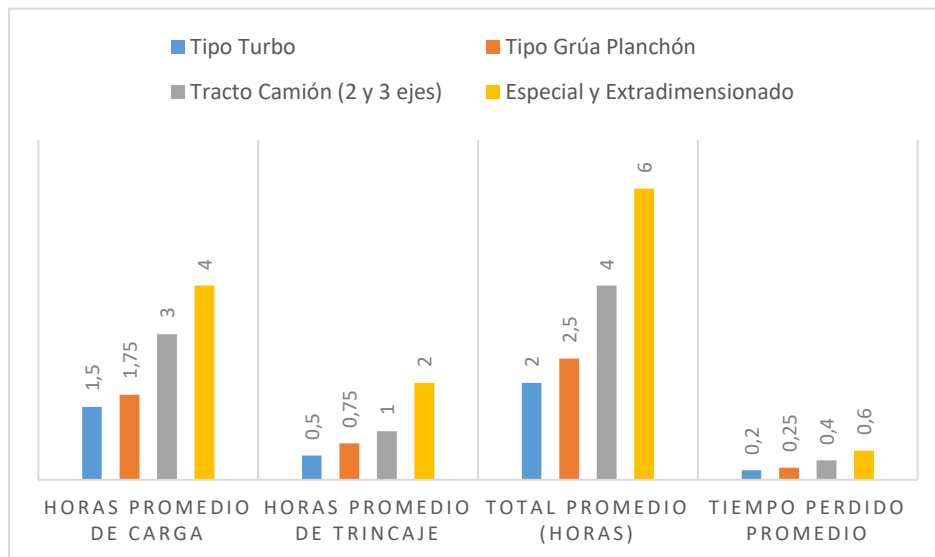


Ilustración 1: Tiempo promedio de operación por vehículo

Rango de Fecha 2025	Tipo de Operación	Vehículo Afectado	Evento de Pérdida (Nombre)	Descripción Breve del Evento	Tiempo Promedio de la Tarea (Horas)	Tiempo Extra-Perdido (Horas)	Impacto Operacional
enero	Cargue/Trincaje	Tractocamión 2 Ejes	Error de Peso en Báscula	Problema con el sistema de pesaje inicial, requiriendo reubicación de la unidad.	2.0	2.5	Medio
febrero	Trincaje	Grúa Planchón	Falla de Cadenas Certificadas	Descubrimiento de eslabones desgastados en el kit de amarre, obligando a buscar reemplazo.	1.0	1.8	Bajo
marzo	Cargue	Modular	Falta de Equipamiento Auxiliar	No se recibió a tiempo la grúa auxiliar en origen para iniciar la cargue de la pieza.	3.0	5.0	Crítico
abril	Cargue/trincaje	Turbo	Error en Packing de Material	Se cargó material incorrecto inicialmente, requiriendo descarga y nuevo cargue.	1.0	1,0	Bajo
mayo	Cargue	Turbo	Congestión en Rampa/Muelle	Retraso por acumulación de 3 vehículos que llegaron simultáneamente para Cargue	2.0	4.2	Alto
junio	Trincaje	Tractocamión 3 Ejes	Cambio de Ruta/Re-Trincaje	La carga debía ser reasegurada por cambio inesperado en la ruta (terreno más irregular).	1.0	2.0	Bajo
julio	Cargue	Modular	Posicionamiento de Carga Especial	Dificultad extrema para centrar y asegurar una pieza sobredimensionada en la plataforma.	2.0	5.0	Crítico
agosto	trincaje	Tractocamión 2 Ejes	Falta de elementos certificados de sujeción	No tenía la cantidad mínima de sujeción para la carga, se retrasa salida a ruta	2.0	3.9	Alto
septiembre	Trincaje	turbo	Documentación de Amarre	Inspección de tránsito solicitó revisión y documentación del trincaje, causando demora.	1.0	1.5	Bajo
octubre	Cargue	Grúa Planchón	Ajuste de Estructura de Apoyo	Se tuvo que modificar un soporte de madera en el último momento para estabilidad de la carga.	1.0	1,5	bajo

Tabla 2: Promedio de tiempo extra en operaciones

Horas		Clasificación	Impacto
1.0	2.0	Bajo	Mínimo retraso, con posibilidades altas de recuperación
2.1	3.5	Medio	Altera la planificación, requiere ajustes inmediatos
3.6	5.0	Alto	Altera la planificación, causando costos e inactividad operativa
5.1	>	Critico	Aplazamiento o cancelación en la operación, causando un efecto domino negativo en la operación global

Tabla 3: Rango de Horas Perdidas Clasificación Impacto Operacional

Tipo de Recurso	Costo Promedio por Hora Perdida Talento humano (\$)
Auxiliar de Operación	\$ 25.000
Personal de Apoyo	\$ 40.000
Operador de equipos	\$ 50.000
Conductor	\$ 80.000
Supervisor	\$ 125.000
Coordinador	\$ 166.000

Tabla 4: Costo extra por hora de talento humano

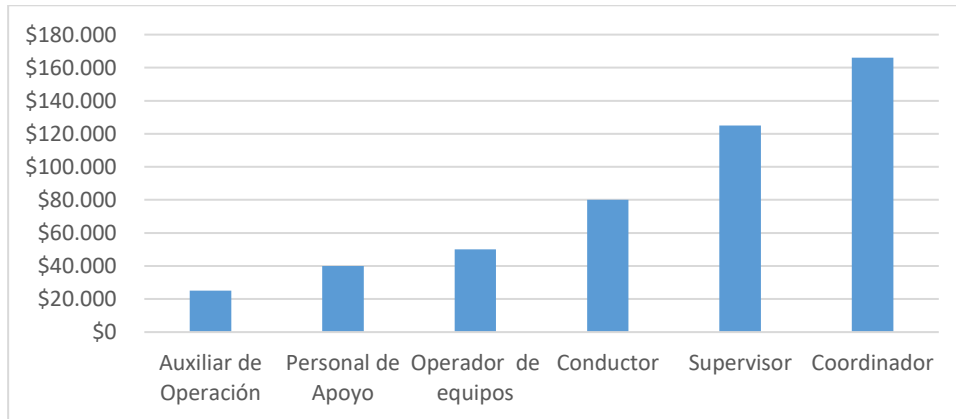


Ilustración 2: Costo promedio de hora perdida

2.1.2. Daños a la carga:

Otra consecuencia crítica del mal trincaje es el deterioro o pérdida de mercancías durante el transporte. Cuando se emplean sistemas de amarre inadecuados o desgastados (como cadenas sin certificación, cuerdas con pérdida de tensión o correas vencidas), la carga queda expuesta a:

- Movimientos fuertes inesperados que dañan su estructura física.
- Golpe parcial o total de la carga dentro del contenedor
- Caída a desnivel de la plataforma vehicular.

Estos incidentes, provocan pérdidas económicas considerables que pueden oscilar entre los 1.000 USD y 50.000 USD. Entre Sep. 2024 y Sep. 2025 como muestra la Tabla 5: Reporte de novedades con afectación en costos de operación la pérdida total fue de 17,375 USD.

Es importante resaltar que para valorizar los daños parciales se cuenta con la inspección de un profesional experto en el bien, el asesor de la aseguradora, eso solo si se decide afectar la póliza del equipo, del transporte o de la operación, y si por el contrario el daño es total, se trabaja sobre el valor asegurado así:

$$\text{Valor asegurado} = \text{valor del equipo} + 10\%$$

Si bien los impactos económicos como lo muestra la Ilustración 3: Porcentaje de Impacto Económico por novedades en operaciones según su clasificación son del 0% en comparación con el valor de los equipos y los rangos de la Tabla 6: Clasificación Rango de Costo (USD), es importante resaltar que cualquier imprevisto económico afecta los resultados de una operación logística y además los daños recurrentes a la carga afectan gravemente la reputación de la empresa, debilitando su confiabilidad frente a clientes, reduciendo oportunidades comerciales y generando gastos adicionales por compensaciones, reenvíos o reclamos.

Mes / Año	Nombre del Suceso	Descripción del Evento	Pérdida Económica (USD)	Clasificación del Impacto Económico
sep-24	Deslizamiento de carga	Mala sujeción en plataforma genera desplazamiento parcial de material metálico.	\$ 100,00	Bajo
oct-24	Sin incidentes reportados		\$ -	Nulo
nov-24	Sin incidentes reportados		\$ -	Nulo
dic-24	Doble de pluma por mal trincaje	sujeción con cadena sin protectores causa doblez de tubería.	\$ 5.000,00	medio
ene-25	Sin incidentes reportados		\$ -	Nulo
feb-25	Desenganche de estiba	Amarre deficiente genera caída parcial de carga paletizada.	\$ 825,00	Bajo
mar-25	Colisión lateral con objetos	Accidente por pendolaje de carga en izaje	\$ 2.450,00	bajo
abr-25	Sin incidentes reportados		\$ -	Nulo
may-25	volcamiento de bomba sin afectación	Daño en el embalaje por mala manipulación de izaje mediante montacarga	\$ 300,00	bajo
jun-25	Caída de carga durante izaje	Falla de gancho principal durante cargue de retroexcavadora.	\$ 8500,00	Alta
jul-25	Sin incidentes reportados		\$ -	Nulo
ago-25	Sin incidentes reportados		\$ -	Nulo
sep-25	Daño estructural por impacto	caída a desnivel de perfil	\$ 200,00	bajo

Tabla 5: Reporte de novedades con afectación en costos de operación

\$ 0,00	\$ 0,00	Nulo
\$ 1,00	\$ 2.500,00	Bajo
\$ 2.501,00	\$ 8.000,00	Medio
\$ 8.001,00	\$ 20.000,00	Alto
	>\$20,001	Crítico

Tabla 6: Clasificación Rango de Costo (USD)

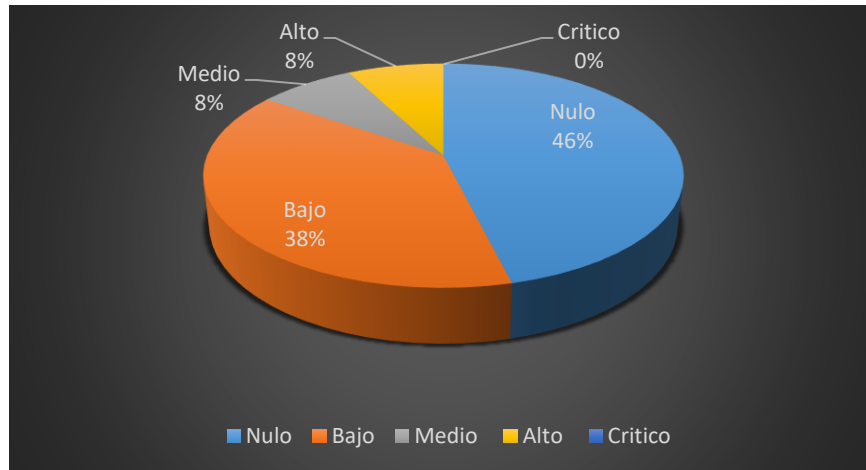


Ilustración 3: Porcentaje de Impacto Económico por novedades en operaciones según su clasificación

2.1.3. Riesgos de seguridad:

La inadecuada sujeción de la carga en vehículos de transporte terrestre es uno de los principales factores de riesgo en seguridad vial, operativa y ambiental. Este error, común en cargue de vehículos terrestres sin protocolos estandarizados, puede generar incidentes y/o accidentes que afecten directamente al talento humano, los activos de la empresa, la infraestructura vial, y el entorno natural o social.

Consecuencias del mal trincaje en vehículos terrestres de carga:

- Caída de la carga en movimiento o a desnivel

Cuando la carga no está adecuadamente asegurada, puede desplazarse o caer durante el trayecto, especialmente en maniobras como frenadas, giros cerrados o tránsito por terrenos irregulares. Esto genera:

- Bloqueo de la vía, interrumpiendo el tráfico.
- Pérdida total o parcial de la mercancía.

Mes / Año	Nombre del Suceso	Descripción del Evento	Afectación Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)
sep-24	Deslizamiento de carga	Mala sujeción en plataforma genera desplazamiento parcial de material metálico.	Riesgo leve por golpe superficial al operario.
oct-24	Sin incidentes reportados		
nov-24	Sin incidentes reportados		
dic-24	Doble de pluma por mal trincaje	sujeción con cadena sin protectores causa doblez de tubería.	Riesgo alto, por deformación de la pieza
ene-25	Sin incidentes reportados.		
feb-25	Desamarre de estiba	sujeción deficiente, genera caída parcial de la carga a desnivel	Riesgo leve, exposición de talento humano e infraestructura
mar-25	Colisión lateral con objetos	Accidente por pendolaje de carga en izaje	Riesgo medio exposición humana e infraestructura
abr-25	Sin incidentes reportados		
may-25	volcamiento de bomba sin afectación	Daño en el embalaje por mala manipulación de izaje mediante montacarga	leve, Sin afectación humana.
jun-25	caída a desnivel durante manobra de izaje	Ruptura de cuerda unida al gancho principal durante cargue accesorio de equipo.	Riesgo crítico, exposición de personal, infraestructura y equipos por caída libre de objeto Riesgo crítico por caída libre de equipo.
jul-25	Sin incidentes reportados		
ago-25	Sin incidentes reportados		
sep-25	Daño estructural por impacto	caída a desnivel de perfil	Riegos medio por exposición humana

Tabla 7: Eventos con afectación en SST

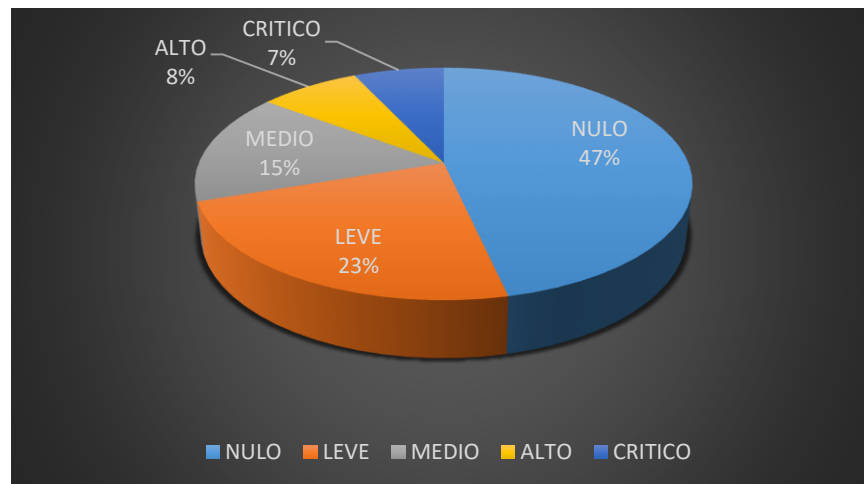


Ilustración 4: Porcentaje de riesgo de acuerdo con su nivel

2.1.4. Daños al vehículo transportador:

El movimiento de la carga mal asegurada afecta la estabilidad y balance del vehículo, provocando daños en:

- El sistema de suspensión y frenos.
- Cuerpo principal de plataforma vehicular
- Posibilidad alta del desplazamiento de la carga.
- Esto compromete la seguridad del conductor y de su entorno, adicional general costos imprevistos por mantenimiento no programado, generando inactividad del vehículo.

No se ha registrado ningún suceso o costo que haya sido etiquetado explícitamente como una pérdida económica directa por daño a la estructura del vehículo (suspensión, chasis, frenos o carrocería) o por mantenimiento no programado, lo que nos lleva a concluir que este problema consiste en un riesgo al medio ambiente y a la salud pública.

En el caso de cargas químicas o materiales peligrosos, el mal trincaje puede derivar en:

- Afectación de fuentes hídricas, suelos y flora local.
- Riesgos de intoxicación para personas o animales cercanos al sitio del accidente.

Con base en los registros de siniestralidad y costos analizados hasta la fecha, la compañía no se ha visto implicada en ningún tipo de incidente o accidente que haya generado un impacto negativo en el medio ambiente o en la salud pública (riesgos de intoxicación).

La investigación reconoce el potencial que puede tener nuestras operaciones en cuanto a sustancias químicas, ya que a la fecha no existe algún registro asociado a un daño ambiental, que impliquen multas o indemnización por daños a la salud pública y ambiental.

2.1.5. Retrasos por inspecciones fallidas

Las inspecciones fallidas relacionadas con el trincaje de carga en el transporte terrestre representan una problemática crítica que afecta significativamente la operación logística, la eficiencia empresarial y el cumplimiento normativo en Colombia. Estas inspecciones son ejecutadas por inicialmente por el personal autorizado de la compañía y en vías nacionales por las autoridades competentes, como la Policía de Tránsito y Transporte, quienes verifican que la carga esté adecuadamente asegurada, conforme a normativas como la Resolución 3750 de 2011 y el Código Nacional de Tránsito (Ley 769 de 2002).

Cuando un vehículo de carga no cumple con los requisitos establecidos ya sea por uso inadecuado de sistemas de amarre, deterioro de materiales de trincaje o ausencia de un procedimiento estandarizado se genera una inspección fallida, lo que conlleva consecuencias logísticas, operativas y económicas altas.

Durante el período comprendido entre septiembre de 2024 y septiembre de 2025, Global Logistics Operations Ltda, ejecutó más de 355 operaciones logísticas, realizando aproximadamente 52 inspecciones de seguridad y calidad. Infortunadamente 17 inspecciones se clasificaron como fallidas, esto representa el 5.7% de la operación, aunque la tasa es baja, se evidencia un incumplimiento en los procesos críticos, como se muestran a continuación, ver Tabla 9: Clasificación de inspecciones fallidas.

Indicador	Cantidad	Observaciones
Operaciones Logísticas	355	Volumen total de movimientos en el período.
Inspecciones Realizadas	298	84% de las operaciones fueron inspeccionadas.
Inspecciones Fallidas	17	5.7% de las inspecciones realizadas resultaron fallidas.
Tiempo Extra de Trabajo	1 a 6 horas / evento	Tiempo promedio perdido entre operadores y talento humano.
Costo Extra Directo	~ \$7.357.800 COP	Costo estimado de horas extra y recursos consumidos directamente.
Costo Extra Indirecto	>15.000.000 COP	Costo de improductividad, retrasos por personal tercerizado

Tabla 8: Impacto Inspección operacional Sep2024- Sep2025

Tipo de Inspección Fallida	Nº Eventos	Tiempo Extra-Promedio (Horas)	Costo Directo Estimado (COP)
No inspeccionar el vehículo previamente	5	2,5	\$ 2.163.900
No inspeccionar la distribución de carga	4	3,2	\$ 1.734.000
No inspeccionar la sujeción de carga (Trincaje)	5	4,1	\$ 2.498.000
No planear el orden de cargue/descargue	3	1,8	\$ 961.900
TOTALES	17	11,6	\$ 7.357.800

Tabla 9: Clasificación de inspecciones fallidas

2.1.6. Sobrecostos por tiempos muertos (Stand By):

El tiempo que el vehículo permanece inmovilizado genera costos de stand by para la empresa, especialmente si se tienen cronogramas ajustados de entrega. Esto se traduce en pérdidas operativas diarias, que aumentan proporcionalmente según la cantidad de vehículos afectados.

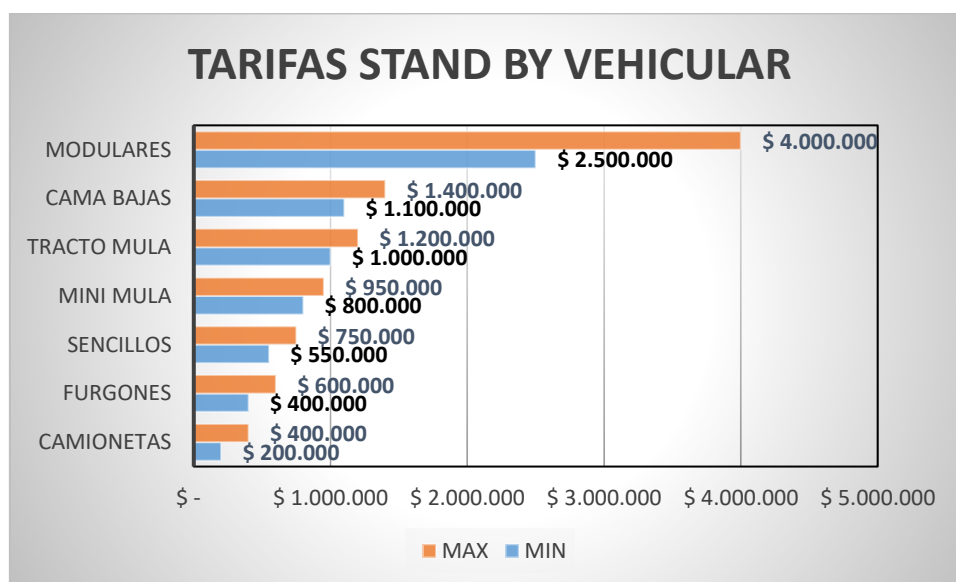


Ilustración 5: Tarifas Stand By por tipo vehículo

ARTÍCULO 2.2.1.7.6.8. Incumplimiento de los tiempos pactos de cargue y descargue. En los casos en los que el generador de la carga no cargue o descargue la mercancía dentro de los tiempos pactados en el contrato de transporte, el flete contratado se incrementará en el monto o porcentaje dispuesto por las partes en el contrato de transporte (transporte M. , 2015).

Entre septiembre del 2024 y septiembre del 2025, La compañía Global Logistics Operations Ltda, realizo un promedio de 355 operaciones logísticas, con lo cual realizaron 692 servicios de transporte de carga terrestre, en toda clase de vehículos; turbo, grúas Planchón, tractocamiones y modulares, el costo por estos servicios supera los \$10.000.000.000 COP (Diez Mil Millones de pesos). Tabla 10: Costos por Stand By

El factor de mayor impacto financiero en este rubro ha sido el Stand By (Tiempo de inactividad) Se registros improductividad de al menos 128 vehículos, con un costo que alcanza los \$216.570.000 COP y que significa una pérdida económica directa e indica la necesidad critica de optimizar las operaciones en todos los procesos de cargue y descargue, con el fin de reducir significativamente los tiempos y costos de stand by. Tabla 11: Costos Stand By, Periodo Sep. 2024- Sep. 2025.

Indicador	Cantidad/Valor	Observaciones
Operaciones Logísticas Totales	355	Total, de movimientos en el período.
Servicio de movilización requeridos	692	Esto indica, que hay operaciones que requiere múltiples servicios de movilización
Costo Total de Servicios de Movilización	> \$10.000.000.000 COP	Costo base de los servicios de transporte contratados.
Vehículos Impactados por Stand By	~ 128	Vehículos que generaron costos por inactividad.
Costo Acumulado de Stand By	\$216.570.000 COP	Nuevo valor ajustado por inactividad operativa.

Tabla 10: Costos por Stand By

Tipo de Vehículo	Proporción Estimada (%)	Costo Estimado de Stand By (COP)	Observaciones de Impacto
Turbo	10%	\$ 21.657.000	Menor costo de inactividad, pero alta frecuencia.
Grúa Planchón	20%	\$ 43.314.000	Inactividad generada en puntos de cargue/descargue.
Tractocamión de 2 ejes	25%	\$ 54.142.500	vehículo estándar con impacto medio- alto
Tractocamión de 3 ejes	30%	\$ 64.971.000	Mayor costo por inactividad, esto por su capacidad y tarifa
Modulares	15%	\$ 32.485.500	A pesar de ser pocos, su tarifa horaria es muy alta.
TOTALES	100%	\$ 216.570.000	Costo total de inactividad operativa.

Tabla 11: Costos Stand By, Periodo Sep. 2024- Sep. 2025

2.1.7. Afectaciones a proyectos o entregas críticas:

Las inspecciones fallidas pueden causar retrasos en la ejecución de obras, proyectos de infraestructura o entregas industriales críticas, lo que a su vez afecta la relación comercial con clientes y la reputación de la empresa.

En la tabla Tabla 12: Valores de alquileres por hora de Equipos podemos observar las posibles afectaciones económicas a proyectos por entregas en tiempos no establecidos de los equipos manejados continuamente.

EQUIPO	DESCRIPCION	COSTO POR HORA
ACCESORIOS HORMIGONADO	PLATAFORMA HORMIGONADO PILOTES INFERIOR A 1200	\$ 220.115,00
ACCESORIOS HORMIGONADO	RACK DE EMBUDOS 8"	\$ 99.508,99
ACCESORIOS HORMIGONADO	RACK DE TUBERIA TREMIE 8"	\$ 279.806,31
ACCESORIOS IZAJE	BLOQUE CARGA (PASTECA) SN 04-7595	\$ 144.561,28
ACCESORIOS IZAJE	BLOQUE CARGA (PASTECA)	\$ 144.795,02

ACCESORIOS IZAJE	KIT 105 TON	\$ 272.940,09
ACCESORIOS IZAJE	WINCHE DE BARCAZA	\$ 112.875,62
ALMACENAMIENTO FLUIDOS	JUEGO DE SILOS 120M3	\$ 266.802,31
ALMACENAMIENTO FLUIDOS	TANQUE DE ALMACENAMIENTO SORTRE	\$ 72.335,98
BOMBAS CONCRETO	BOMBA CONCRETO PUTZMEINSTER TK70 SN 2106T2874	\$ 592.533,25
BOMBAS Y EQUIPOS DE INYECCION	BOMBA INYECCION TEC SYSTEM PH125 SN AH128	\$ 278.769,66
BOMBAS Y EQUIPOS DE INYECCION	ENROLLADOR JOSEPH	\$ 201.380,09
COMPRESORES	COMPRESOR DE AIRE ATLAS COPCO 185KW SN 8972426053	\$ 117.003,44
DESARENADORES	DESARENADOR SOTRES D120 SN 2741	\$ 630.475,71
EQUIPO BOMBEO	BST12: BOMBA SUMERGIBLE TOYO DP20H 8" SN 88069	\$ 426.319,78
EQUIPO BOMBEO	BST19: BOMBA SUMERGIBLE TSURUMI SN 5056	\$ 360.902,63
EQUIPOS HINCADO	PILOTEADORA HINCADORA JUNTAN PM20 SN 1747	\$ 1.632.099,34
EQUIPOS HINCADO	PILOTEADORA HINCADORA SUNWARD ZYJ240 SN S00178	\$ 1.574.625,84
GRUAS AUXILIARES	GRUA DE SERVICIO HITACHI SUMITOMO SCX2800-2 SN SC280-7204	\$ 4.450.333,36
GRUAS AUXILIARES	GRUA DE SERVICIO SENNEBOGEN 5500HD SN 55005119	\$ 3.886.834,44
GRUAS HIDRAULICAS	GRUA HIDRAULICA LIEBHERR HS855HD SN 184704	\$ 3.018.995,75
GRUAS HIDRAULICAS	GRUA TELESCÓPICA SANY SCE600TB SN TE0060CF0503	\$ 1.795.376,71

Tabla 12: Valores de alquileres por hora de Equipos

Si bien el impacto económico indirecto puede ser considerable, la compañía puede afirmar que, según los informes de costos directos de la investigación, aún no se ha evidenciado, la pérdida financiera específica asociada al incumplimiento de plazos críticos, aun con todas las falencias descritas, realizamos las entregas en las fechas estipuladas al cliente, cumpliendo con la misión de la operación.

2.1.8. Multas y sanciones Legales

El incumplimiento normativo detectado en la inspección también puede conllevar a multas, adicional de registros negativos, antes los organismos de tránsito nacional, que pueden afectar las operaciones terrestres, adicional de una imagen desfavorable de la compañía.

Código	C. Conductor de un vehículo automotor	Cantidad UVB	Valor 2025	Valor Aproximado a unidades de centenas de pesos	50% Día 1° hasta día 5° habil	75% Día 6° hasta día 20 habil
C21	No asegurar la carga para evitar que se caigan en la vía las cosas transportadas. Además, se inmovilizará el vehículo hasta tanto se remedie la situación.	52,29	604.054	604.100	302.050	453.075
C22	Transportar carga de dimensiones superiores a las autorizadas sin cumplir con los requisitos exigidos. Además, el vehículo será inmovilizado hasta que se remedie dicha situación.	52,29	604.054	604.100	302.050	453.075
C27	Conducir un vehículo cuya carga o pasajeros obstruyan la visibilidad del conductor hacia el frente, atrás o costados, o impidan el control sobre el sistema de dirección, frenos o seguridad. Además el vehículos será inmovilizado.	52,29	604.054	604.100	302.050	453.075

Ilustración 6: Multas y sanciones.

El incumplimiento normativo detectado en una inspección de transporte conlleva graves consecuencias, como multas y registros negativos ante los entes reguladores, afectando la capacidad legal de operación de la empresa. Afortunadamente, nuestra compañía mantiene un historial limpio, sin comparendos ni multas a la fecha. Sin embargo, es vital comprender que las infracciones se clasifican en leves, graves y muy graves, dicho esto, sabemos la importancia de este historial impecable garantiza la capacidad legal de operación al evitar la suspensión de permisos, optimiza la gestión financiera al eludir costosas multas y gastos administrativos, y fortalece la reputación y confianza ante clientes y socios, siendo un pilar fundamental para la sostenibilidad y competitividad en el sector.

2.2.PREGUNTA PROBLEMA:

¿Cómo puede la optimización del procedimiento de trincaje en vehículos de carga terrestre en la compañía Global Logistics Operations Ltda, mediante la estandarización del proceso y el uso adecuado de materiales de amarre, reducir los tiempos de carga, prevenir daños a la carga, mejorar la seguridad en el transporte y disminuir los retrasos por inspecciones fallidas debido al incumplimiento de las normativas de seguridad?

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL:

Diseñar, documentar e implementar un procedimiento estandarizado para el trincaje de mercancías en vehículos de carga pesada y extra dimensionada, garantizando la seguridad del transporte, el cumplimiento normativo y la integridad de la carga.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de mercancías más comunes en la empresa G.L.O.
- Determinar el tipo de material de sujeción más seguros y eficientes en G.L.O
- Identificar los tipos de amarres adecuados para la sujeción de la carga de las mercancías de G.L.O
- Establecer cálculos técnicos para la cantidad de material de sujeción.
- Control documental y fotográfico de las operaciones de sujeción lideradas por G.L.O
- capacitar al personal operativo del C.T.E en la correcta aplicación del procedimiento establecido.

4. JUSTIFICACIÓN:

La optimización del procedimiento de trincaje en vehículos de carga terrestre es fundamental para mejorar la seguridad de la carga, además mejorar la eficiencia operativa y el cumplimiento de normativas vigentes en el transporte de carga en Colombia.

En la actualidad, muchas de las empresas operadoras logísticas o directamente las empresas de transporte enfrentan tiempos muertos en sus operaciones, además de daños a la carga e incidentes debido a una mala sujeción de las cargas.

La implementación de un sistema estandarizado de sujeción contribuye a la reducción de operaciones fallidas, optimización en los tiempos de carga y descarga, reducción de costos operativos y mejora la competitividad empresarial. Además del cumplimiento de las normas de seguridad, entre ellas la

resolución 3750 de 2011 que es esencial para evitar multas y retrasos en las inspecciones, lo que impacta en la rentabilidad operacional.

La optimización del procedimiento de sujeción de carga en vehículos de transporte terrestre en un logro de eficiencia Logística y por lo tanto un hito de responsabilidad en la cadena de suministros en Colombia.

En Colombia, las condiciones viales son diversas y desafiantes, lo que convierte al proceso de sujeción de carga en un riesgo inminente. Actualmente existe una brecha significativa en la estandarización y la aplicación consistente de buenas prácticas, esta falta de investigación y documentación de la sujeción de cargas en vehículos terrestres eleva el riesgo en nuestras carreteras. Desafortunadamente, no existe en Colombia una estadística pública sobre la siniestralidad de vehículos de carga asociados a un mal trincaje. Razón por la cual para este proyecto se recopiló la información específica de estos siniestros asociados a los transportes realizados por el Centro Técnico Especializado. Tabla 7: Eventos con afectación en SST.

El cumplimiento de la Resolución 3750 de 2011 no debe verse solo como una obligación legal para evitar multas, debe ser el compromiso mínimo para proteger la vida.

La decisión de optimizar el proceso de sujeción de carga tiene un impacto directo en la seguridad vial y el bienestar social, un sistema de sujeción inadecuado amenaza la vida del conductor y lo expone a riesgo de lesiones leves, medias o graves.

Adicional, los incidentes o accidentes causados por caída a desnivel de carga en vehículos terrestres en Colombia, afectan directamente la infraestructura nacional, los accidentes generan bloqueos, cierres temporales de las vías, lo cual retrasa la movilidad de miles de ciudadanos generando un impacto social negativo, ahora bien, esto sin contar la naturaleza de la carga peligrosa, la cual puede causar un impacto social y ambiental mayor, es por esto que es fundamental la implementación de un procedimiento de sujeción para llevar un control efectivo de seguridad, resultados económicos positivos y mantener la reputación empresarial generando confianza entre el entorno de este rubro.

Adicional una vez aplicado el proceso estandarizado se puede garantizar que cada viaje sea completado de una forma segura, beneficiando a la sociedad en general.

5. MARCO TEORICO

El marco teórico de este proyecto se elabora con el objetivo de sustentar la propuesta para la empresa **Global Logistics Operations Ltda.** Se enfoca en la problemática específica de la debilidad en la gestión del trincaje de carga, que genera pérdidas de tiempo, sobre costos en la operación, riesgos de seguridad y/o daños a la mercancía.

El propósito es justificar que existe la necesidad de estandarizar el procedimiento de sujeción de cargas en vehículos de carga terrestre, demostrando que esta iniciativa mejora la eficiencia operativa, además que asegura el cumplimiento de las normas vigente que acobijan el procedimiento, con esto se obtiene una posición competitiva de la compañía global Logistics Operations Ltda.

El trincaje o sujeción de carga es el conjunto de técnicas, equipos y procedimiento utilizado para asegurar la mercancía en los medios de transporte, con el fin de evitar su desplazamiento, daño o caída durante el trayecto. La optimización de este proceso es esencial para garantizar la seguridad vial, la integridad de la carga y la eficiencia logística.

La optimización de procesos es una herramienta fundamenta en la ingeniería industrial, que se enfoca en el diseño, la gestión y la mejora continua de las actividades operativas, logrando una máxima eficiencia, minimizando el desperdicio. Este enfoque se desarrolló a partir de la mentalidad de las empresas japonesas que buscaban mejorar constantemente sus procesos. Para comprender los fundamentos del Lean Manufacturing, (toyota, s.f.)

En la logística de transporte de carga pesada, esta optimización se logra principalmente mediante la adopción de metodologías como Lean Six Sigma (LSS). Esta metodología híbrida surge de la fusión de dos enfoques potentes, Lean, que busca la velocidad y la eliminación de desperdicios (tiempos de espera,

movimientos innecesarios, inventario excesivo), y Six Sigma, que se enfoca en la calidad y la reducción de la variación en los procesos hasta alcanzar niveles de defectos casi nulos

La aplicación de LSS sigue un ciclo estructurado y cuantificable conocido como DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar). Las empresas utilizan herramientas de ingeniería específicas en sus fases, como el Diagrama de Flujo o SIPOC para mapear el proceso, el Value Stream Mapping (VSM) para cuantificar los tiempos de valor y no valor, y el Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) o el Nivel Sigma para cuantificar la calidad del proceso. Por ejemplo, en la carga y descarga de vehículos terrestres, un estudio real abordó las penalidades por demoras aplicando LSS para estandarizar el protocolo de carga, reduciendo la variación en el tiempo de ejecución. Este enfoque sistemático busca no solo reducir los costos directos y el tiempo muerto (Stand By), sino también mejorar la satisfacción del cliente y aumentar la competitividad de la empresa en el sector. La implementación exitosa de estos procesos de estandarización es la base para asegurar la continuidad del negocio y el cumplimiento normativo.

La estandarización de los procesos no es un proceso nuevo y reciente, a finales del siglo XIX, el ingeniero Frederick Taylor comenzó a analizar el trabajo de los obreros en las fábricas, identificando las tareas que podían ser estandarizados (SYDLE, 2021)

En 1911, lanzó el libro “Los principios de la administración científica”, que prevé un sistema para racionalizar el trabajo y aumentar la productividad. El concepto, conocido como taylorismo, fue mejorado años después por Henry Ford, en la producción de vehículos.

Hoy, en el siglo XXI, se sabe que la estandarización de los procesos es una forma de optimizar todo el funcionamiento de una empresa, haciendo más sencillo el seguimiento del rendimiento de los recursos y la propuesta de mejoras. Entre las ventajas de crear un modelo de trabajo se encuentran: (SYDLE, 2021)

Evitar la variación de los procesos

El modo de ejecución de un proceso debe pertenecer a toda la empresa, y no a uno o dos empleados. Por lo tanto, la estandarización de los flujos de trabajo garantiza que las actividades se ejecuten siempre de la misma manera por parte de los involucrados.

Esto mitiga las inestabilidades en la entrega, la variación de la calidad y los cambios imprevistos en general, permitiendo incluso automatizar algunas actividades recurrentes.

Cumplir los requisitos reglamentarios

Hay normas específicas, que, aunque no son obligatorias para las todas las áreas de actividad, como la ISO (International Organization for Standardization) son de vital importancia para la estandarización de procesos y radican en garantizar la asistencia normativa, de forma segura y sin notas de auditoría.

Delegar responsabilidades

La falta de estandarización de los procesos puede generar dudas sobre la responsabilidad de una determinada tarea. La estandarización garantiza que todos los procesos tengan un propietario (Process Owner) optimizando las entregas y el control.

Mayor calidad en las entregas

Procesos claros, con atribución de responsabilidades y un modelo a seguir garantizan la aplicación de las mejores competencias para cada tarea, con mayor agilidad y calidad, mejorando los resultados globales.

Reducción de costos

Con el aumento de la eficiencia en todas las etapas, una de las consecuencias es la reducción de costos, ya que es más fácil producir más, con la optimización de los recursos.

Conocer los procesos

Por último, cabe mencionar que todo el equipo y los líderes llegan a conocer y comprender mejor los procesos, con una noción más precisa de lo que deben ser los resultados a alcanzar.

Un trincaje adecuado es la primera línea de defensa entre una mercancía intacta y los riesgos del camino. Garantiza que lo que se envía llegue sin novedades, protegiendo no solo la carga, sino también la vida de los conductores y de todos los actores viales, en una responsabilidad compartida. La logística, como columna vertebral del transporte, requiere materiales de sujeción confiables que aseguren operaciones seguras y eficientes. Cada mejora, por pequeña que sea, optimiza tiempos, reduce costos y minimiza el estrés operativo. La estandarización de buenas prácticas permite que todos trabajen de forma clara y coordinada, disminuyendo errores y fortaleciendo la confianza del cliente. Una correcta distribución de la carga previene vuelcos, desgastes prematuros y fallas mecánicas, aumentando la seguridad en la vía. Reconocer la indivisibilidad y características especiales de cada carga es esencial para planificar rutas, permisos y métodos de sujeción adecuados, considerando dimensiones, peso y condiciones del terreno. Controlar el peso por eje y seleccionar el vehículo apropiado para cada tipo de carga no solo asegura el cumplimiento normativo, sino que preserva la infraestructura, evita sanciones y garantiza la estabilidad y seguridad del transporte en todo su recorrido.

5.1.MARCO CONCEPTUAL

En nuestro entorno cotidiano el movimiento de mercancías es continuo, es por ello, que la correcta sujeción de carga se convierte de un proceso que responsabilidad civil , con la finalidad de proteger vidas, la carga y el entorno, a continuación, vera una serie de conceptos directos e indirectos que se involucran en la presente investigación:

Mapeo de procesos: El mapeo de procesos es un método utilizado para documentar visualmente un proceso completo de principio a fin. Ayuda a identificar áreas de mejora y a optimizar el proceso. (processmaker, s.f.)

Análisis de causa raíz : Profundizar en el análisis de procesos al observar no solo lo que sucedió, sino también las causas de los desafíos clave y los desafíos del proceso.

Análisis del flujo de trabajo: Además de revisar procesos o tareas, el análisis del flujo de trabajo se puede utilizar para inspeccionar y mejorar los flujos de trabajo de principio a fin.

Mapeo del flujo de valor: El mapeo del flujo de valor es el método de crear una representación gráfica de los materiales, datos o información valiosos para un proyecto o iniciativa.

DMAIC. El método DMAIC es una forma de optimización basada en datos que fluye de las siglas (D) definir, (M) medir, (A) analizar, (I) mejorar y (C) controlar.

Kaizen: Método de mejora continua desarrollado en Japón que pone de relieve cómo pequeños cambios incrementales pueden suponer una mejora acumulativa del rendimiento.

PDSA: Otro método de optimización que consta de cuatro etapas (P) planificar, (D) hacer, (S) estudiar y (A) actuar.

SIX SIGMA: Es una metodología basada en datos para mejorar los procesos. Ayuda a identificar y reducir errores, lo que conduce a procesos más eficientes. (processmaker, s.f.)

SIPOC: Técnica de diagramas que describe los (S) proveedores, (I) entradas, (P) procesos, (O) salidas y (C) clientes de los procesos clave.

Reducción de Costos: Uno de los principales objetivos de la optimización de procesos es eliminar residuos y reducir costes. Identificando ineficiencias en los procesos existentes y aplicando cambios, las organizaciones pueden ahorrar tiempo y dinero. Esto les permite operar de forma más eficiente y asignar los recursos con mayor eficacia.

Eficiencia: Es la capacidad de lograr un objetivo o resultado deseado. (university, s.f.)

Eficacia: Se centra en la optimización del proceso para alcanzar un objetivo. Una persona, equipo o sistema eficiente logra los resultados deseados utilizando la menor cantidad de recursos posibles, como tiempo, dinero, energía o esfuerzo. (university, s.f.)

Calidad: Es la capacidad que tiene un producto, servicio, proceso o sistema para satisfacer necesidades o expectativas, tanto implícitas como explícitas, de acuerdo con ciertos parámetros o estándares

establecidos al estandarizar los procesos y eliminar las variaciones, la optimización de los procesos puede mejorar la calidad y la coherencia de los productos y servicios. Esto, a su vez, puede aumentar la satisfacción y fidelidad de los clientes. (university, s.f.)

Competitividad: La competitividad es la capacidad que tiene una persona, empresa, sector o país para mantener y mejorar su posición en el mercado frente a otros actores que ofrecen bienes o servicios similares (Anfix, s.f.)

Productividad: Es una medida económica que permite calcular cuántos bienes y servicios se produjeron por cada factor utilizado. La productividad es la capacidad de hacer más tareas en menos tiempo. (Drew, s.f.)

Gestión de calidad total (TQM): Es un método de mejora de procesos centrado en la calidad que incluye la mejora continua a lo largo del tiempo. Esta técnica se utiliza con frecuencia en la gestión de la cadena de suministros y en los proyectos de satisfacción del cliente.

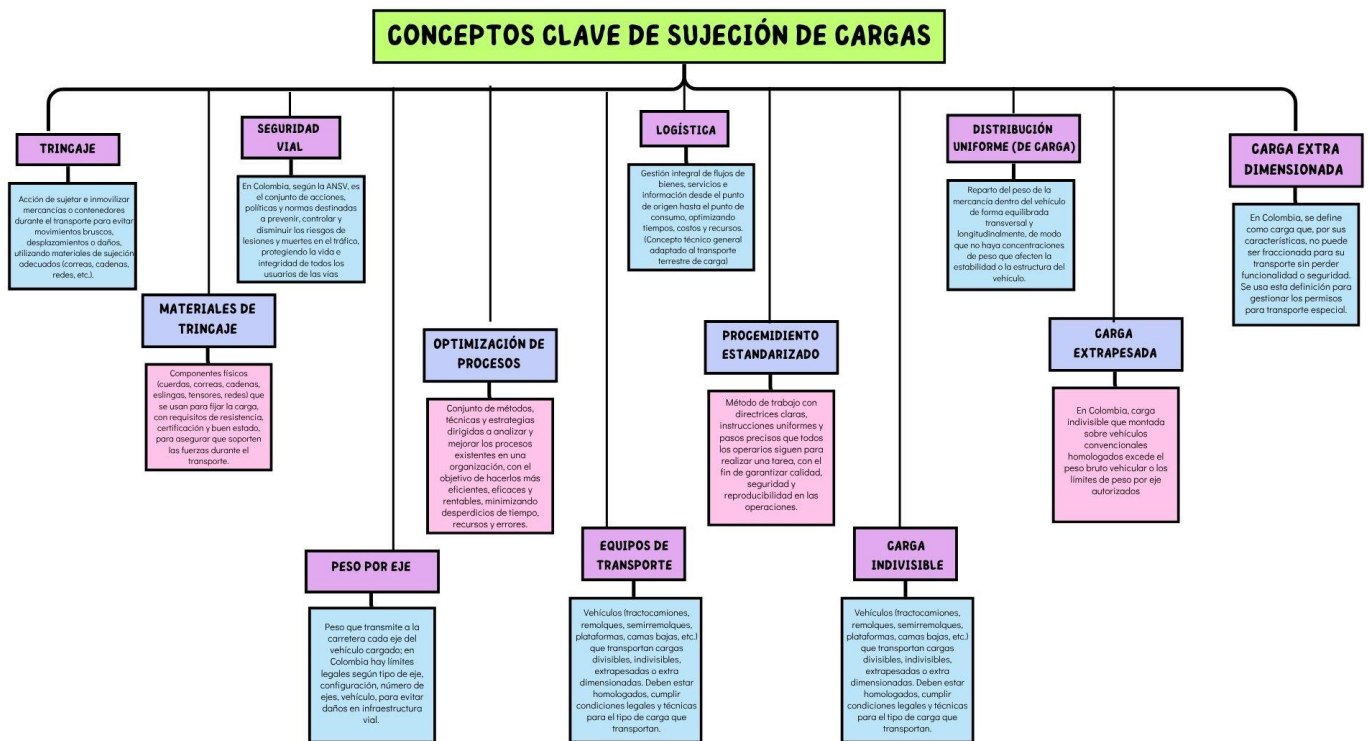


Ilustración 7: Conceptos de sujeción de cargas

5.2. MARCO LEGAL

Para el transporte y sujeción de cargas e insumos, aplica la normatividad consignada por el Ministerio de Transporte de la República de Colombia, como encargado de definir, formular y regular las políticas de transporte, tránsito e infraestructura mediante la articulación de las entidades que integran el sector, así:

Ley 769 de 2002: Por la cual se expide el código nacional de tránsito terrestre cuyas normas rigen en todo el territorio nacional y regulan la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito. (transporte m. d., 2002)

Resolución 4100 de 2004: Emitida por el Ministerio de Transporte, que adopta los límites de peso y dimensiones de carga en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional. (transporte M. , 2004)

Resolución 20203040019395 de 2020: Emitida por el Ministerio de Transporte, que adopta los requisitos y procedimientos para conceder los permisos para el transporte de cargas indivisibles, extrapesadas y extra dimensionadas y especificación de los vehículos designados a esta clase de transporte. (transporte M. d., 2020)

Resolución 20223040040595 DE 2022: Emitida por el Ministerio de Transporte, en la cual se establece la metodología para el diseño, implementación y verificación de los Planes Estratégicos de Seguridad Vial (transporte M. d., 2022)

NTC 4788 DE 2000: Emitida por el Icontec, en la cual especifica la tipología para los vehículos automotores de carga para transporte terrestre, así como los requisitos relacionados con dimensiones, máximos pesos brutos vehiculares y máximos pesos por eje. (icontec, 2000)

Una EN 12195: Dispositivos para la sujeción de carga en vehículos de carretera. Seguridad. (EN 12195)

Parte 1: Cálculo de las fuerzas de fijación: Esta norma europea se aplica en el diseño de los métodos de fijación (bloqueo, amarre, y combinaciones) para asegurar las cargas en el transporte en vehículos de carretera o parte de ellos (camiones, remolques, contenedores y cajas móviles).

Parte 2: Cintas de amarre textiles: especifica los requisitos de seguridad para las cintas de amarre fabricadas a partir de fibras químicas con cintas planas tejidas para múltiples usos, y para las combinaciones de amarres con cintas tejidas destinadas al transporte de superficie seguro de mercancías en vehículos de carretera, por ejemplo, camiones y remolques que se utilizan en carreteras, o situados en navíos o en vagones de ferrocarril y/o combinaciones de éstos.

Parte 3: Cadenas de amarre: especifica los requisitos generales de seguridad que deben cumplir las cadenas de sujeción y sus combinaciones con cadenas para el transporte seguro de mercancías en vehículos, como, por ejemplo, camiones y remolques que se utilizan en carretera o a bordo de buques o en vagones de ferrocarril, y/o sus combinaciones. La norma incluye solamente dispositivos de tensión accionados a mano con una fuerza máxima de 500 N. No se facilitan requisitos para los polipastos de palanca, aparte de los de su cadena calibrada, y el marcado adicional de la fuerza máxima a ejercer manualmente para su manejo.

ASME B30: The American Society of mechanical Engineers.

Conjunto de Normas Nacionales Estadounidenses desarrollado por la American Society of Mechanical Engineers (ASME) para garantizar la seguridad de los equipos de elevación y manipulación de carga, ASME B30.9 para eslingas: Incluye disposiciones que se aplican a la fabricación, fijación, uso, inspección, prueba y mantenimiento de eslingas usadas para propósitos de manejo de carga, excepto según lo restringido en ASME. B30.12 y ASME B30.23. Se abordan las eslingas fabricadas con cadenas de aleación de acero, cable de acero, malla metálica, cable de fibra sintética, correas sintéticas e hilos de fibra de poliéster y de alto rendimiento en una cubierta. (ASME B.30.9, 2021)

ASME B30.10 para ganchos: Incluye disposiciones que se aplican a la fabricación, fijación, uso, inspección y mantenimiento de los ganchos que se muestran en los Capítulos 10-1 y 10-2 usados para propósitos de manejo de carga, Los ganchos que soportan una carga en la base u orificio de pasador del gancho. (ASME B.30.10, 2014)

ASME B30.26 para herrajes de aparejo: incluye disposiciones que se aplican a la construcción, instalación, operación, inspección y mantenimiento del hardware de aparejo desmontable utilizado para actividades de manejo de carga, este hardware incluye grilletes, eslabones, anillos, eslabones giratorios, hebillas giratorias, cáncamos, anillos de izaje, abrazaderas para cable de acero, casquillos de cuña, bloques de aparejo y dispositivos indicadores de carga.

(ASME:30.26, 2015)

ASME B30.30 cables: Incluye disposiciones que se aplican a la construcción, selección, instalación, unión, prueba, inspección, mantenimiento, reparación, uso y reemplazo de cables de acero, cables híbridos y cuerdas de fibra sintética y componentes de izaje de cables utilizados junto con equipos. (ASME 30.30, 2019)

5.3. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, la optimización en el procedimiento de trincaje en el transporte de carga terrestre es un tema de vital importancia para mejorar la seguridad vial y la eficiencia operativa. Un trincaje deficiente no solo pone en riesgo la carga, sino que también puede causar graves accidentes, pérdidas de tiempo y costos inesperados. Este documento busca establecer un plan de mejora para la sujeción de cargas para la empresa Global Logistics Operations Ltda.

Si bien en Colombia no hay resultados directos a la sujeción de cargas en vehículos terrestres, hay investigaciones que abordan la temática de forma indirecta, lo que indica que el trincaje se considera una parte de problema más amplio del sector. Posibles razones de la falta de investigaciones exclusivas sobre

el tema podrían ser que la problemática se enmarca en estudios más generales sobre costos logísticos, accidentalidad vial o la implementación de tecnologías en la cadena de suministro.

Las investigaciones, demuestran que el proceso de sujeción de carga es fundamental, aunque este subestimado, ya que es el eslabón principal para la finalización de la operación en una entrega exitosa.

La optimización del procedimiento de sujeción de cargas no solo es una mejora técnica, es una herramienta que protege personas, reduce costos y fortalece el prestigio operativo de la compañía.

Es por ello por lo que (Perez & Canosa, 2024) presentan una metodología para identificar técnicas de trincaje optimas, que cumplan con estándares internacionales con la minimización de recursos, además realiza comparaciones entre guías internacionales y valida su enfoque con casos de la vida real, mostrando como las variaciones de ángulos y posición de amarres son importantes en la seguridad y la eficiencia al momento de la sujeción de la carga. (Vlkovský & Neubauer, 2021) analiza todos los impactos que sufre la carga durante recorridos y evalúa la reacción de los sistemas de sujeción, con datos empíricos, el trabajo arroja combinaciones de materiales y métodos que reducen el movimiento de la carga, y por ende, el riesgo de incidentes en los trayectos, estos resultados son importantes para complementar o mejorar las técnicas utilizadas con el fin común, el cual es la seguridad de la carga.

Ahora bien (spanset) profundiza en los aspectos técnicos del trincaje de carga, explica los métodos de amarre superior, interno, directo, especiales, entre otros, las fuerzas físicas que actúan sobre la carga durante el transporte y cómo se deben calcular el número de amarres necesarios, La fórmula general para la tensión en cada ramal es: $Tensión\ por\ ramal = \frac{(peso\ de\ la\ carga \times factor\ de\ ángulo)}{(número\ de\ ramales)}$. Es un recurso muy práctico que te ofrece la base para entender la aplicación de las fórmulas y los cálculos para la sujeción de la carga.

Hay empresas que han desarrollado estrategias para proteger sus insumos durante el transporte, como ejemplo, el desarrollo de Vidrio (Andino) el cual tiene un protector llamado EASYPRO® que protege la

capa del vidrio (la capa activa) desde la planta de producción hasta la planta de transformación. Esto reduce defectos en la superficie causados por transporte.

Adicional el método OPEX, el cual consiste en la gestión que busca la mejora continua en los procesos de una empresa para aumentar la eficiencia, la agilidad y la calidad. Es decir, una visión estratégica, que busca la optimización de procesos, la eliminación de desperdicios y el aumento en el valor para clientes a través de la mejora continua en los diferentes frentes de la compañía.

Otro ejemplo de efectividad en el proceso es (Campollo, s.f.), Cuentan con dos bodegas principales que surten a las bodegas secundarias con el fin de que estas tengan producto suficiente para el despacho de mercancía y cumplir con las necesidades de los clientes. Por ello buscaron hacer un mejoramiento en el proceso de despacho de la empresa, con el fin de optimizar tiempos y reducir costos, logrando una mayor productividad.

Encontrarán un estudio basado en métodos y tiempos, el cual consiste en el registro y examen crítico de la forma de ejecutar las actividades. El objetivo del análisis es identificar mejoras que permitan diseñar la actividad que prime la sencillez, seguridad y rapidez, donde se muestra todo lo que llevan a cabo el área de despacho en el cargue y descargue de mercancía, el cronometraje es fundamental para medir las áreas críticas que necesitan una mejora, un diagramas de flujo para dar proyectar una explicación grafica del proceso, El estudio enfatiza la necesidad de mejorar logística interna en empresas agrícolas perecedoras, porque cada retraso afecta cadena de suministro, con la implementación de este proceso, mejoro en productividad del área de despachos, reducción de tiempos muertos, reducción de costos operativos vinculados a demoras.

Para (Ransa Colombia, s.f.) La propuesta de estrategia para incrementar productividad del proceso de cargue y descargue en su planta de plataformas de frío. Analizaron la operativa interna, los movimientos de las mercancías, tiempos de espera, cuellos de botella, luego del análisis, detectaron que los costos de personal y operativos en la planta de frío eran altos, había demoras en descargue/cargue que reducían la

capacidad de respuesta, repercutía en la conservación del producto perecedero, y querían mejorar la eficiencia logística. usaron herramientas como, toma de tiempos y movimientos, análisis de actividades por procesos, el cual consiste en evaluar sistemáticamente los pasos de un proceso para comprender cómo funciona, identificar ineficiencias y encontrar oportunidades, además realizaron diagrama de proceso, que básicamente es la representación visual de un proceso paso a paso, que utiliza símbolos y flechas para mostrar la secuencia de actividades, decisiones y relaciones dentro de un sistema o proyecto, a diferencia del diagrama recorrido que muestra la ruta de los materiales, operarios o equipos dentro de un área física, como una planta de producción, adicional de otros métodos como lo son, VSM (Value Stream Mapping), diagrama Hombre Máquina, diagrama de Pareto, KPIS, con esto lograron mejorar la productividad del área de despachos, reducción de tiempos de cargue/descargue, reducción de costos operativos asociados al tiempo perdido.

Ahora bien (Alexander Padilla) En su investigación sobre las tiendas D1 ubicadas en Suba (Bogotá) que enfrentan congestión vehicular causada por las operaciones de carga y descarga de mercancía que se hacen en vías públicas, ya que más del 80 % de esas tiendas no tienen zonas asignadas específicamente para cargar/descargar. Esto reduce la velocidad promedio de tránsito y genera molestias, retrasos, impacto en movilidad urbana, donde pudo identificar y proponer un horario óptimo para las operaciones de carga/descarga que reduzca la congestión vehicular, mejore la velocidad media vehicular durante esas operaciones, optimizo el uso del espacio horario asignado para esa actividad, todo mediante un modelo de programación lineal, que en si es una técnica de optimización matemática que busca maximizar o minimizar una función lineal, sujeta a un conjunto de restricciones expresadas como ecuaciones o desigualdades lineales, con esto lo logro con el Diagnóstico y caracterización, seleccionando 13 tiendas D1 en Suba, se caracterizaron sus direcciones, horarios existentes de carga/descarga, disponibilidad de horario, tiempos que toman los procesos de cargue-descargue estimados por tienda.

Se hicieron mediciones de flujo vehicular, velocidad media vehicular con carga/descarga vs sin carga/descarga, identificación de horarios pico de tráfico, disponibilidad del horario de las tiendas para hacer estas actividades, dicho esto construyo un modelo de programación lineal, El modelo propuesto se validó midiendo la velocidad vehicular promedio en los horarios actuales vs los horarios óptimos sugeridos. Comparando flujos actuales con óptimos se vio una mejora en la congestión vehicular y velocidad promedio, con esto logro la reducción de la congestión vehicular en los puntos de carga/descarga de tiendas D1 en Suba, con mejoras entre 36 % y 51 % en la congestión vehicular medida al aplicar los horarios óptimos, Mejorando de la calidad de vida de los residentes al reducir impacto en la movilidad, en más del 62%.

Ahora bien ANELYS GENES MIRANDA, en su investigación sobre optimización y mejora en los procesos de cargue y descargue de la empresa mundial de granos y panelas S.A.S., Se identificó que los procesos de cargue/descargue tienen demoras significativas, donde en algunos casos la descarga de una carga puede durar entre 5 y 7 horas dependiendo del volumen, la disponibilidad de personal y la preparación de espacio de almacenamiento, Además, hay fallas en la comunicación, en la planificación del espacio previo a la recepción, en la rotación del inventario, en la coordinación del personal y en la disposición física del almacén, iniciando con la solución a este problema se define como investigación explicativa con enfoque cualitativo, donde se realizaron entrevistas no estructuradas con líderes de bodega, auxiliares internos y externos, para conocer percepciones, cuellos de botella, sugerencias operativas, adicional Se recogieron opiniones sobre los problemas, falta de comunicación, desorden, desconocimiento de ubicación de mercancía, demoras al surtir estanterías, movimientos innecesarios, entre otros, una vez obtenida toda la información, se realiza un manual de procedimientos / guía operativa para la empresa, que incluya cronogramas semanales, fichas técnicas para recepción y despacho, asignación clara de responsabilidades, pasos estandarizados de operación del cargue/descargue.

Ejemplo de cronograma semanal de recepción de mercancía y planificación del despacho para que los líderes logísticos sepan qué producto llegará en qué día para preparar espacio, Guía sugerida para recepción, recibir la orden de compra, anotar cantidades, planificar dónde ubicarlas antes de descargarlas, organizar rotación, marcar estibas con fecha, etc., Guía sugerida para despacho: verificar productos en sistema, surtir desde el primer piso si es posible, ordenar la mercancía en función del pedido/factura, coordinar auxiliares de bodega para surtir de forma organizada

6. METODOLOGÍA

En este capítulo se enseña la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, detalla el estudio utilizado y la técnica de recolección de datos que se aplica en cada una de las fases del desarrollo. El objetivo es visualizar el proceso de cada objetivo planteado. (salas, 2022)

6.1. NATURALEZA

La investigación tiene un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). Se analizarán datos numéricos como tiempos, frecuencia de fallas y costos, junto con la observación de las condiciones operativas y percepciones del personal. Este enfoque integral permite identificar tanto las causas técnicas como los factores humanos que afectan el proceso. (salas, 2022)

6.1.1. 6.1.1 Enfoque mixto

Este enfoque no busca sustituir la investigación cuantitativa ni la cualitativa, al contrario, intenta aprovechar lo mejor de ambas y minimizar sus debilidades. Consiste en combinar sus puntos fuertes, de modo que los datos numéricos y los cualitativos se recojan, analicen y aporten en un mismo estudio para dar respuesta al problema planteado. (salas, 2022)

Es Cuantitativa porque se mide el tiempo, el costo de los daños y las pérdidas. Es Cualitativa porque se debe observar el procedimiento actual, analizar la normativa y diseñar un nuevo manual de estandarización. (salas, 2022)

6.2.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño es no experimental y de campo, ya que no se manipulan variables, sino que se observan y analizan los procesos en su entorno natural dentro de la operación logística de la empresa. La información se obtiene directamente del contexto real, complementada con análisis documental y mediciones prácticas, La investigación se basa en observar y medir el procedimiento de sujeción de cargas en vehículos terrestres luego de analizar la información obtenida, se propone un nuevo procedimiento.

6.3.CORTE TEMPORAL

El estudio se desarrolla en un período específico (septiembre 2024 – septiembre 2025), con el propósito de analizar el comportamiento de las operaciones logísticas dentro de ese rango y evaluar la efectividad del nuevo procedimiento en ese mismo marco temporal.

La recolección de datos y la cuantificación de pérdidas, tales como daños a la carga y sobrecostos por tiempos improductivos en el último año.

6.4.ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo descriptivo y explicativo. Describe el estado actual del proceso de trincaje, los materiales empleados y las condiciones operativas, y explica las causas que generan fallas o ineficiencia. Asimismo, propone un procedimiento estandarizado que soluciona las deficiencias detectadas. (salas, 2022)

Para el desarrollo se implementa el enfoque Lean Six Sigma (LSS), conformada por cinco fases, la metodología seleccionada por su aplicabilidad en el proceso de optimización en la Logística y se adapta al ciclo DMAIC, lo cual sería, Definir, medir, analizar, mejorar y controlar, esto garantiza la rigurosidad técnica y la trazabilidad de los resultados. (LSSI, s.f.)

6.5.FASE DE DEFINICIÓN

Se identifican los tipos de carga y vehículos utilizados por Global Logistics Operations Ltda, estableciendo el alcance operativo del trincaje. Se documentan los principales problemas que generan pérdidas de tiempo, daños a la carga y riesgos de seguridad.

6.6.FASE DE MEDICIÓN

Se recolectan continuamente datos reales sobre tiempos de cargue y trincaje, número de amarres, esto se hace mediante información plasmada en el Formato de Control de cargue y sujeción de carga donde se describen los datos requeridos, adicional en los informes finales de operación se determina si hubo inspecciones fallidas y costos asociados a tiempos muertos (stand by).

Para ello se aplican instrumentos o herramientas como:

- Registro fotográfico y observación directa en el cargue y sujeción

6.7.FASE DE ANÁLISIS

Con los datos recolectados se identifican los puntos críticos del proceso (cuellos de botella, causas raíz, errores humanos o técnicos). Se emplearán herramientas como:

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Flujo
- Análisis de Causa-Efecto (Ishikawa).

6.8.FASE DE MEJORA

Se diseña e implementa un procedimiento estandarizado de trincaje, que incluya:

Manual de operación o guía de amarres por tipo de carga más comunes.

Capacitación del personal.

Listas de verificación (Check list) para control previo y posterior al cargue.

Definición de materiales certificados de sujeción.

6.9.FASE DE CONTROL

Se establecen indicadores de desempeño para:

Tiempo promedio de trincaje por tipo de vehículo.

Reducción de incidentes por daños a la carga.

Tasa de inspecciones exitosas.

6.10. COSTOS POR TIEMPOS MUERTOS.

El seguimiento se realiza de manera trimestral, esto con el fin de realizar la toma de datos en el tiempo adecuado para asegurar la sostenibilidad de la mejora en la línea de tiempo y agregar los ajustes que se hayan que realizar.

7. RESULTADOS

En la compañía Global Logistics Operations Ltda, con el objetivo de fortalecer las buenas prácticas operativas y garantizar el mejoramiento de los estándares técnicos y normativos aplicables, se elaboró el procedimiento integral de sujeción de carga en vehículos terrestres en el Centro Técnico Especializado (C.T.E), Este documento se realizó con el fin de verificar la correcta aplicación de los lineamientos establecidos, identifica oportunidades de mejora y asegurar que las maniobra de cargue y sujeción de mercancías se ejecuten bajo criterios de seguridad y eficiencia.

Durante el proceso de la elaboración del procedimiento se revisaron temas claves como la preparación del vehículo, las condiciones de la zona de cargue, el estado y el uso de los equipos de amarre, las mercancías más frecuentes , la capacitación al personal, el cumplimiento de la norma y la efectividad de las practicas implementadas en campo.

Este preámbulo contextualiza alguno de los resultados obtenidos, aunque los resultados se verán en la línea del tiempo a un término de 9 a 12 meses después de la implementación completa del procedimiento, adicional es importante informar que el procedimiento seguirá abierto a las mejoras que se crean necesarias para incrementar la efectividad en las operaciones logísticas.

7.1.TIPO DE MERCANCÍA MAS COMÚN

En las operaciones de movimiento de mercancías desde Colombia hacia cualquier destino y viceversa, su experiencia se enfoca en operaciones logísticas integrales de movimiento carga tipo proyecto para la construcción.

A continuación, se encontrará las mercancías más comunes en las operaciones logísticas de la compañía.

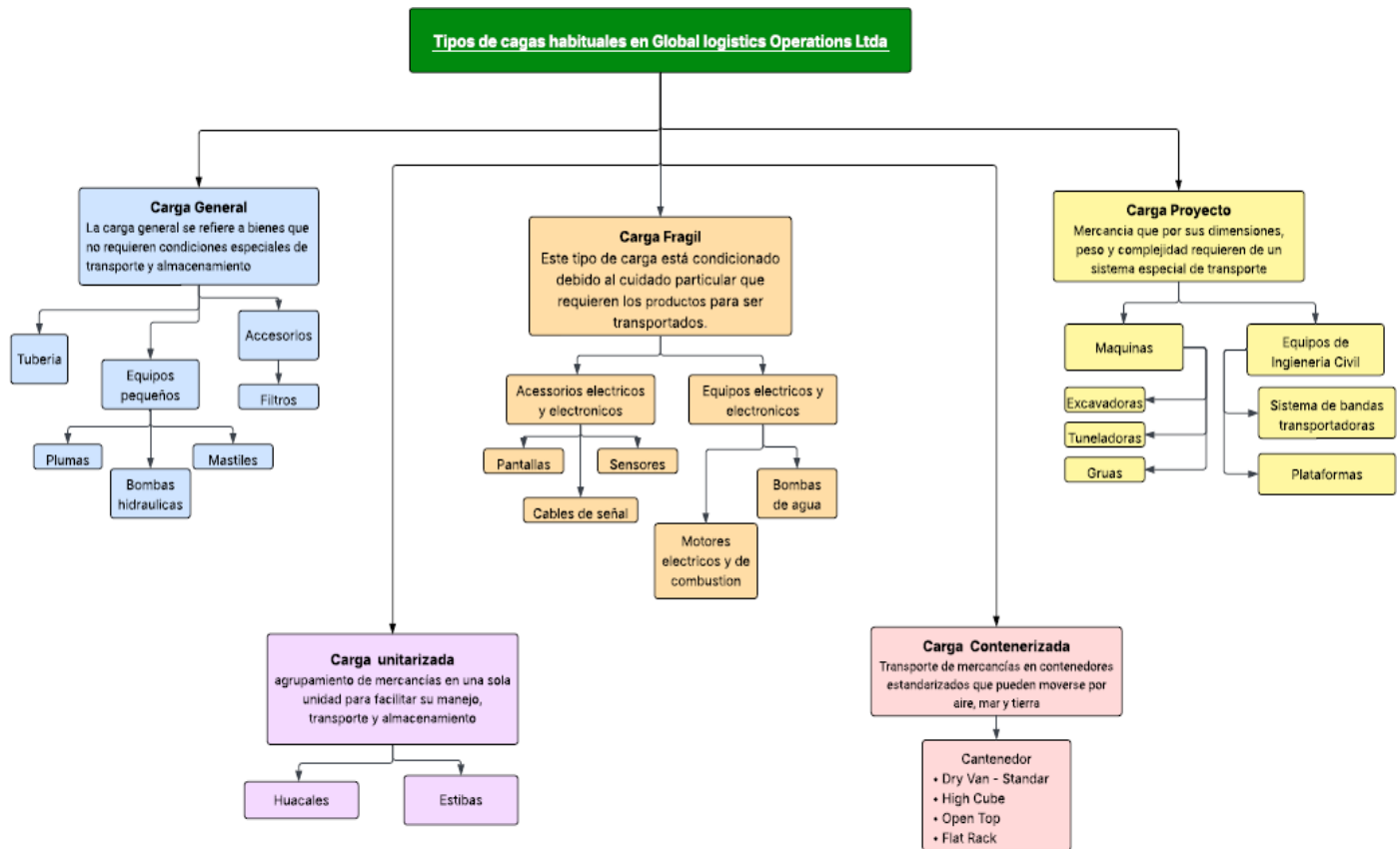


Ilustración 8: Tipo de carga habituales en G.L.O

7.2. ELEMENTOS DE SUJECIÓN MÁS SEGUROS Y EFICIENTES.

En el mercado existen muchos elementos de sujeción, sin embargo, no todos son los adecuados para los tipos de mercancías, sea por su composición o por su material de elaboración, a continuación, se relacionan los elementos de sujeción más apropiados para las operaciones realizadas por Global Logistics Operations Ltda

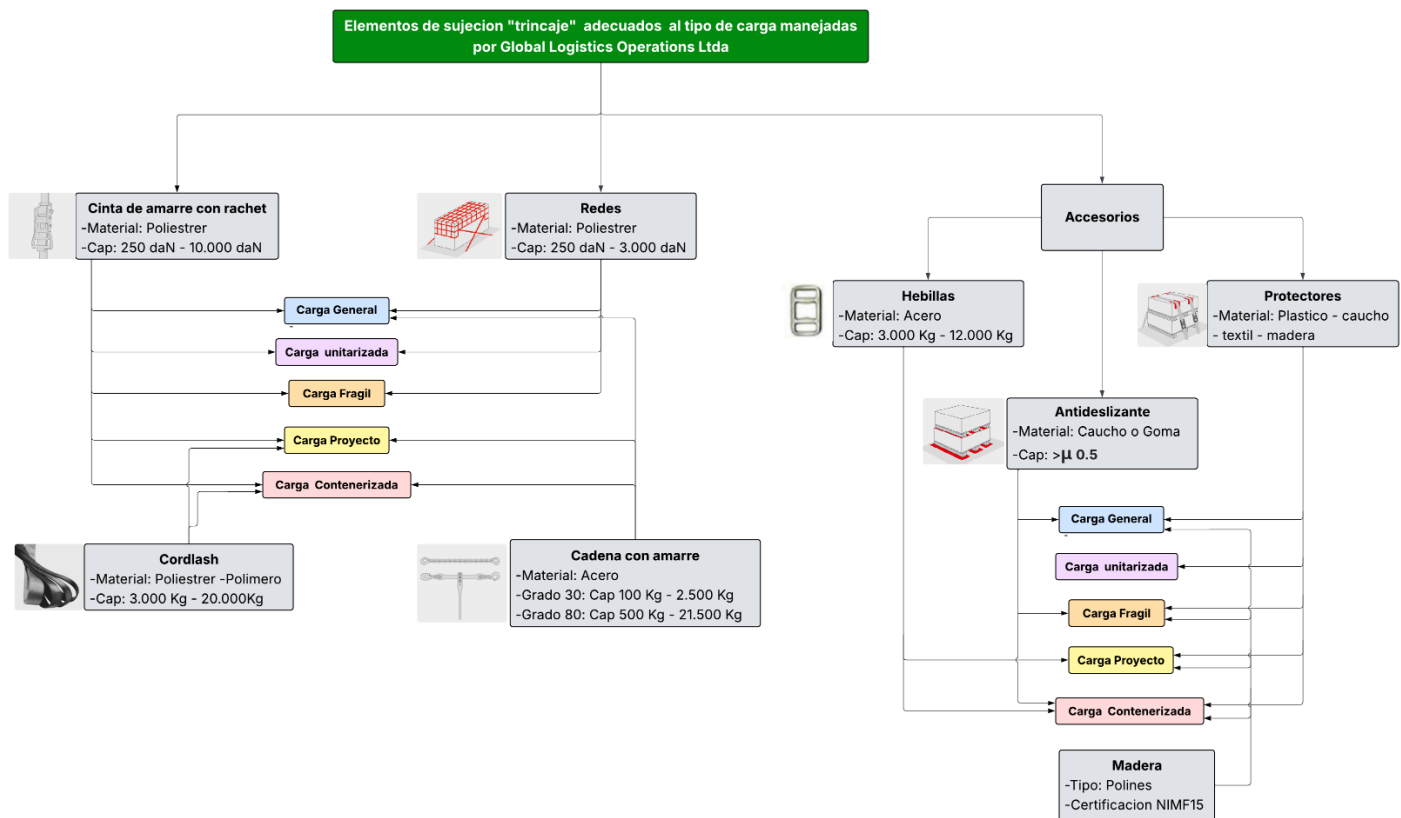


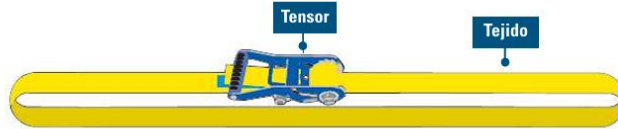
Ilustración 9: Elementos de sujeción adecuados al tipo de carga

Uno de los elementos que mayor se utiliza dentro de la sujeción de cargas son las cintas y/o eslingas con ratchet, adicional de las cadenas de acero, de tipo Grado 30-80-100, ya que por su versatilidad son utilizadas en prácticamente todas las sujeciones de carga, como elemento principal o adicional en la operación, es por ellos que es importante saber identificar el tipo de elemento que se va a utilizar

CINTA O ESLINGA CON RATCHET

La cinta con ratchet, puede ser utilizada en una o dos partes, esto se determina de acuerdo con la técnica de sujeción a realizar al momento de la operación logística.

En una parte:



En dos partes:

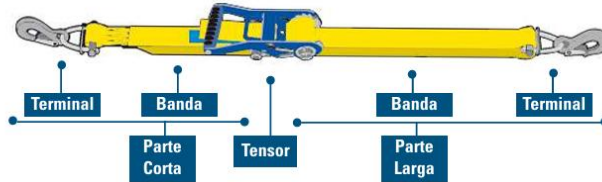


Ilustración 10: composición de una cinta o eslinga con ratchet

Adicional debemos identificar si a cinta o eslinga con ratchet, es la adecuada, es por ello, por lo que se debe identificar en su etiqueta su capacidad y otros datos técnicos importantes que se debe tener en cuenta al momento de utilizar este elemento.



1	Norma EN	Número y parte de la norma europea.
2	STF*	Standard Tension Force: Fuerza de pretensión de la carraca en modo de tracción directa.
3	SHF*	Standard Hand Force: Fuerza manual requerida para obtener una pretensión de valor STF.
4	LC*	Lashing Capacity: Fuerza de amarre, capacidad de sujeción de la cinta en caso de tracción lineal.
5	Material	Los tejidos para trincajes son de poliéster (PES) y con menor frecuencia de polipropileno (PP) o poliamida (PA), etc.
6	Longitud	Longitud, normalmente indicada en metros.
7	Fecha	Fecha de fabricación.
8	Alargamiento*	Alargamiento del tejido en % para la LC especificada.
9	Cód.T	Código de trazabilidad del fabricante.
10	Observaciones	Mención: «NO ELEVACIÓN. SOLO TRINCAJE»
11	Fabricante	El nombre del fabricante.

Ilustración 11: Datos técnicos de una cinta o eslinga con ratchet

CADENAS EN ACERO

Las cadenas en acero son muy utilizadas mayormente en cargas robustas, en las operaciones de global Logistics Operations Ltda, son adecuadas para la sujeción de maquinaria y equipos de sobredimensionadas y extrapesadas.

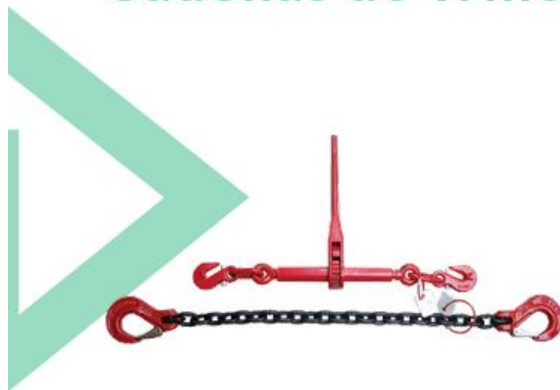


Ilustración 12: Cadena para sujeción de carga G80

Para la identificación de las cadenas es muy importante ver la ficha técnica del fabricante, adicional del certificado del elemento esto indica si es apta para el trabajo requerido o si por el contrario se debe seleccionar otro tipo elemento de sujeción. (AMS, s.f.)

FICHA TÉCNICA

Cadenas de Trincaje



- Fabricadas y certificadas bajo norma europea **DIN EN 12195-3**.
- Fabricadas con acero grado 80.
- Factor de seguridad de 2:1.
- Gancho acortador con pasador de seguridad.
- Bloqueo anti-rotación integrado en el tensor de carga del trinquete.
- Capacidad de amarre de 2.200 a 16.000 daN.
- Especiales para el sistema de amarre por sujeción diagonal.

Nº de artículo AMS	Espesor nominal en mm	Capacidad de amarre LC en daN	Fuerza de tensión en daN	Peso en kg
AMS-ZKRR06X3000	6	2.200	500	5,3
AMS-ZKRR08X3000	8	4.000	1.000	11,6
AMS-ZKRR10X3000	10	6.300	1.575	14,7
AMS-ZKRR13X3000	13	10.000	1.800	22,0
AMS-ZKRR16X3000	16	16.000	2.400	a solicitud

Ilustración 13: Ficha técnica de cadena para sujeción de carga

7.3.TIPOS DE AMARRES PARA LA SUJECIÓN DE CARGA.

En las operaciones de sujeción de carga, existen diversas técnicas de sujeción de carga, y para escoger la que técnica de sujeción injieren diversos factores como, la composición de la carga, el peso, el tipo, y si esta es frágil o no, entre otras, por lo que en la compañía Global Logistics Operations Ltda se identifican las siguientes técnicas las cuales son las más utilizadas dentro de sus operaciones logísticas.

7.3.1. Amarre superior

El amarre superior ejerce la tensión que presiona sobre la carga y contra la plataforma, para bloquear las fuerzas que se generan durante el transporte.

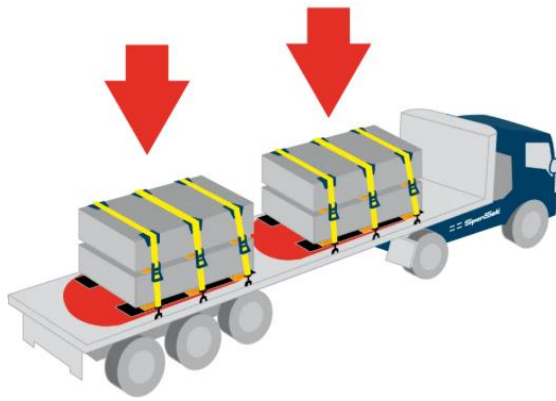


Ilustración 14: método de amarre superior

Aplicaciones

- Cargas sin puntos de amarre.
- Cargas Paletizada, Bobinas, Bloques macizos, Madera...

Factores determinantes

Tipología de la carga

- Materiales, Dimensiones y Peso

Fricción

- Entre la plataforma del vehículo y la base de la carga.
- Una superficie antideslizante reduce considerablemente el número de amarres

Stf del amarre Capacidad de tensión

- El tensor determina la tensión que se podrá aplicar.

7.3.2. Amarre directo

Este amarre consiste en iniciar la sujeción desde los puntos propios de la carga la cuales son las que soportan el peso y los movimientos, inmovilizándola en la plataforma.

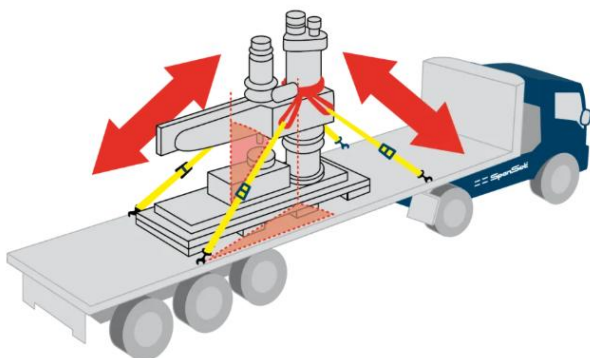


Ilustración 15: método de amarre directo

Aplicaciones

- Cargas con puntos de amarre.
- Maquinaria
- Vehículos Agrícolas
- Trenes o vagones

Factores determinantes

- **Posición y ángulos del amarre**
- **Capacidad de amarre LC:** En este método es el valor al que debemos prestar mayor atención. Es la fuerza de amarre, la capacidad de sujeción de la cinta. El tejido, junto al tensor y al gancho determinan la resistencia.

7.3.3. Amarre en una parte o unitarizado

Este método se materializa mediante amarres que unen varias piezas entre sí para formar bultos más compactos y facilitar la manipulación



Ilustración 16: Método amarre en una parte o unitarizado

Aplicaciones

- Cargas paletizadas
- Carga pequeña uniforme.
- tubería

Factores determinantes

- **Capacidad de amarre LC:** En este método es el valor al que debemos prestar mayor atención. Es la fuerza de amarre, la capacidad de sujeción de la cinta. El tejido, junto al tensor y al gancho determinan la resistencia.

7.3.4. Malos Usos

A la hora de realizar el amarre de una carga, es importante verifica que este no haya quedado mal realizado y que tampoco presente alguna novedad tales como:

- Elemento de sujeción doblado
- Elemento de sujeción “remendado” o con nudos

- Elemento de sujeción contaminado con elementos químicos
- Elemento de sujeción pisado por material de carga
- Elemento de sujeción mal enganchado

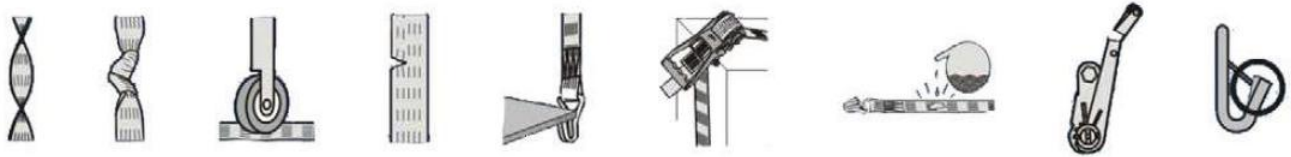


Ilustración 17: Precauciones de los elementos de sujeción de carga

7.4. CALCULO PARA ESTABLECER EL NUMERO DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN.

Fórmula para determinar el número de elementos de sujeción de acuerdo con el peso de la carga:

$$F_a = \mu \cdot g \cdot m$$

Donde:

- F_a : fuerza de amarre requerida (N)
- μ : coeficiente de fricción entre la carga y el piso del vehículo (ej. 0.3 – 0.8)
- g : aceleración gravitacional (9.81 m/s²)
- m : masa de la carga (kg)

Ejemplo:

Para una carga de 5000 kg con coeficiente de fricción de 0.4:

$$F_a = 0.4 \cdot 9.81 \cdot 5000 = 19620 \text{ N}$$

Se debe usar un sistema de trincaje que soporte al menos 19620 N de fuerza, dividida entre las cinchas o cadenas utilizadas. Si un elemento de sujeción soporta 5000 N, se necesitarán al menos 4 elementos de sujeción. (idealmente 5 para margen de seguridad).

Adicional para determinar el coeficiente de fricción, es necesario tener en cuenta el tipo de material a la cual se le hará la sujeción, dado que esto es un factor fundamental a la hora de determinar la cantidad de

elementos de sujeción a utilizar, en la siguiente ilustración vera valores predeterminados para cada tipo de material.

Combinación de materiales en la superficie de contacto	Coefficiente de fricción - μ
Madera Serrada	
Madera Serrada - Material laminado / contrachapado	0,45
Madera Serrada - Aluminio ranurado	0,4
Madera Serrada - Plástico retráctil	0,3
Madera Serrada - Chapa de acero inoxidable	0,3
Madera Lisa	
Madera Lisa - Material laminado / contrachapado	0,3
Madera Lisa - Aluminio ranurado	0,25
Madera Lisa - Chapa de acero inoxidable	0,2
Paleta Plástica	
Paleta Plástica - Material laminado / contrachapado	0,2
Paleta Plástica - Aluminio ranurado	0,15
Paleta Plástica - Chapa de acero inoxidable	0,15
Acero y Metal	
Caja Metálica - Material laminado / contrachapado	0,45
Caja Metálica - Aluminio ranurado	0,3
Caja Metálica - Chapa de acero inoxidable	0,2

Ilustración 18: Coeficiente de fricción según su material de superficie

7.5.CONTROL DOCUMENTAL Y REGISTRO FOTOGRÁFICO.

El control documental y registro fotográfico en la operación de sujeción de carga es muy importante dado que estos dos procesos se complementan para obtener información escrita y visual de la carga, con esto podemos registrar novedades que pueden hallarse dentro de las operaciones, para lo cual se crearon e implementan los siguientes documentos:

7.5.1. Formato de Control de cargue y sujeción de carga.

Tiene como objetivo documentar la carga a transportar, adicional del material de sujeción utilizado en la operación, con el fin de llevar el control de los elementos y materiales.

7.5.2. Check List

Documento para llevar el control de los elementos de sujeción, requisitos y condiciones del vehículo.


		LISTA DE CHEQUEO PREVIO A CARGUE Y SUJECION DE VEHICULOS TERRESTRES		Código: CL-01																																																																	
				Versión: 05																																																																	
				Vigencia: / /																																																																	
N° OPERACIÓN : _____		FECHA: _____																																																																			
RESPONSABLE : _____		LUGAR: _____																																																																			
DATOS CONDUCTOR Y VEHICULO																																																																					
ORIGEN: _____		DESTINO: _____		N° VEHICULO : _____ DE _____																																																																	
CONDUCTOR: _____		PLACA: _____																																																																			
IDENTIFICACION: _____		FECHA INGRESO: _____		HORA INGRESO: _____																																																																	
		FECHA SALIDA: _____		HORA SALIDA: _____																																																																	
		TIPO DE VEHICULO: _____																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>EPPS</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CASCO CON BARBUQUEJO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>GAFAS DE SEGURIDAD</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CAMISA MANGA LARGA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CHALECO REFLECTIVO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>GUANTES</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PANTALON SIN DAÑOS</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>BOTAS DE SEGURIDAD</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		EPPS	SI	NO	N/A	CASCO CON BARBUQUEJO				GAFAS DE SEGURIDAD				CAMISA MANGA LARGA				CHALECO REFLECTIVO				GUANTES				PANTALON SIN DAÑOS				BOTAS DE SEGURIDAD				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ELEMENTOS DE PREVENCION Y SEGURIDAD</th> </tr> <tr> <th>CONDICIONES DEL VEHICULO</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>EXTINTOR VIGENTE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>BOTIQUIN VIGENTE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>MAMPARA METALICA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LLANTAS EN BUEN ESTADO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LUCES FUNCIONALES</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>BOCINA (PITO) FUNCIONAL</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		ELEMENTOS DE PREVENCION Y SEGURIDAD				CONDICIONES DEL VEHICULO	SI	NO	N/A	EXTINTOR VIGENTE				BOTIQUIN VIGENTE				MAMPARA METALICA				LLANTAS EN BUEN ESTADO				LUCES FUNCIONALES				BOCINA (PITO) FUNCIONAL					
EPPS	SI	NO	N/A																																																																		
CASCO CON BARBUQUEJO																																																																					
GAFAS DE SEGURIDAD																																																																					
CAMISA MANGA LARGA																																																																					
CHALECO REFLECTIVO																																																																					
GUANTES																																																																					
PANTALON SIN DAÑOS																																																																					
BOTAS DE SEGURIDAD																																																																					
ELEMENTOS DE PREVENCION Y SEGURIDAD																																																																					
CONDICIONES DEL VEHICULO	SI	NO	N/A																																																																		
EXTINTOR VIGENTE																																																																					
BOTIQUIN VIGENTE																																																																					
MAMPARA METALICA																																																																					
LLANTAS EN BUEN ESTADO																																																																					
LUCES FUNCIONALES																																																																					
BOCINA (PITO) FUNCIONAL																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">VEHICULO</th> </tr> <tr> <th>LICENCIA DE TRANSITO</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>SOAT</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RTM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>POLIZA DE SEGURO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CARRCERIA EN BUEN ESTADO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PLATAFORMA EN BUEN ESTADO</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		VEHICULO				LICENCIA DE TRANSITO	SI	NO	N/A	SOAT				RTM				POLIZA DE SEGURO				CARRCERIA EN BUEN ESTADO				PLATAFORMA EN BUEN ESTADO																																											
VEHICULO																																																																					
LICENCIA DE TRANSITO	SI	NO	N/A																																																																		
SOAT																																																																					
RTM																																																																					
POLIZA DE SEGURO																																																																					
CARRCERIA EN BUEN ESTADO																																																																					
PLATAFORMA EN BUEN ESTADO																																																																					
REVISION DE LA CARGA																																																																					
TIPO DE CARGA: CARGA SUELTA <input type="checkbox"/>		CARGA CONTENERIZADA <input type="checkbox"/>		TIPO CONTENEDOR: _____																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LIEMPIZA DE LA CARGA</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PRESENTA CONTAMINACION DE BARRO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PRESENTA CONTAMINACION DE ACEITE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PRESENTA FUGA DE ACEITE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PRESENTA FUGA GASOLINA/ACPM</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PIEZAS SUELTA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PRESENTA DAÑOS</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CARGA PRESENTA CORROSION</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		LIEMPIZA DE LA CARGA	SI	NO	N/A	PRESENTA CONTAMINACION DE BARRO				PRESENTA CONTAMINACION DE ACEITE				PRESENTA FUGA DE ACEITE				PRESENTA FUGA GASOLINA/ACPM				PIEZAS SUELTA				PRESENTA DAÑOS				CARGA PRESENTA CORROSION				OBSERVACIONES																																			
LIEMPIZA DE LA CARGA	SI	NO	N/A																																																																		
PRESENTA CONTAMINACION DE BARRO																																																																					
PRESENTA CONTAMINACION DE ACEITE																																																																					
PRESENTA FUGA DE ACEITE																																																																					
PRESENTA FUGA GASOLINA/ACPM																																																																					
PIEZAS SUELTA																																																																					
PRESENTA DAÑOS																																																																					
CARGA PRESENTA CORROSION																																																																					
ELEMENTOS DE SUJECION																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTOS DE SUJECION</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CADENAS ACERO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>ESLINGAS DE POLIETILENO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>ESLINGAS DE ACERO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CORDLASH</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>OTRO ELEMENTO</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		ELEMENTOS DE SUJECION	SI	NO	N/A	CADENAS ACERO				ESLINGAS DE POLIETILENO				ESLINGAS DE ACERO				CORDLASH				OTRO ELEMENTO				OBSERVACIONES																																											
ELEMENTOS DE SUJECION	SI	NO	N/A																																																																		
CADENAS ACERO																																																																					
ESLINGAS DE POLIETILENO																																																																					
ESLINGAS DE ACERO																																																																					
CORDLASH																																																																					
OTRO ELEMENTO																																																																					
ACCESORIOS DE SUJECION																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ACCESORIOS DE SUJECION</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>POLINES DE MADERA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PROTECTOR DE CAUCHO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PROTECTOR DE PLASTICO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PROTECTOR TEXTIL</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PROTECTOR DE MADERA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>TAPETE ANTIDESLIZANTE</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		ACCESORIOS DE SUJECION	SI	NO	N/A	POLINES DE MADERA				PROTECTOR DE CAUCHO				PROTECTOR DE PLASTICO				PROTECTOR TEXTIL				PROTECTOR DE MADERA				TAPETE ANTIDESLIZANTE				OBSERVACIONES																																							
ACCESORIOS DE SUJECION	SI	NO	N/A																																																																		
POLINES DE MADERA																																																																					
PROTECTOR DE CAUCHO																																																																					
PROTECTOR DE PLASTICO																																																																					
PROTECTOR TEXTIL																																																																					
PROTECTOR DE MADERA																																																																					
TAPETE ANTIDESLIZANTE																																																																					
OBSERVACIONES																																																																					
OBSERVACIONES:																																																																					
_____ FIRMA RESPONSABLE GLO																																																																					

Ilustración 20: Formato Check List

7.5.3. Formato de registro fotográfico

En este documento se plasma las evidencias fotográficas con el fin de llevar un control visual de la operación, en caso de requerirse para verificar la carga llegada alguna novedad futura.


 Global Logistics Operations Ltda.	GLOBAL LOGISTICS OPERATIONS LTDA.				Código: RFOP – FT01	
	REGISTRO FOTOGRAFICO			Versión: 01	Vigencia: / / /	
	CLIENTE:	BEESAC ANDINA S.A.S		LUGAR:	TOCANCIPA CTE	
	FECHA:	06-08-25	CONTACTO:	GIOVANNY BERNAL		
MERCANCIA:	REEXPO TUNELADORA AVN800		PEDIDO GLO	REEX-7322-24		
S/N	40088819	MARCA	HERRENKNECHT	REF	AVN 800A	
AÑO	2005	ITEM	1	CANT	1	
MICROTUNELADORA CON RUEDA CORTE INSTALADA						
 Global Logistics Operations Ltda.	SUJECION DE CARGA					
		VEHICULO	CAMA BAJA 6 EJES (ESPECIAL)	SUJECION	SUPERIOR	
	CADENAS	6	CAP	G80 - G000 KG C/U	MADERA	SI
	ESLINGAS	4	CAP	500 KG C/U	PROTECTORE	SI

Ilustración 21: Formato de registro fotográfico

7.5.4. Capacitación de personal

Las acciones de capacitación en cualquier método tales como charlas, cursos, talleres, exposiciones, entre otros, adquiriendo conocimientos teóricos y prácticos, permitiendo la mejora de las buenas prácticas y la ejecución de respuestas inmediatas en escenarios imprevistos dentro de las operaciones.

En la capacitación dictada al personal operativo del Centro técnico especializado, el cual está conformado por 23 personas directas, incluida operadores de maquinaria, auxiliares generalistas, jefe de logística, coordinadores de operaciones, personal de transporte y despacho, adicional de 6 personas indirectas conformados por conductores y operadores de equipos.

En la encuesta previa a la capacitación impartida solo solo 4 personas tenían un conocimiento inicial sobre la sujeción de carga, que esto equivale al 13.7 % del personal operativo involucrado, sin embargo, una vez terminada la charla, y luego se realizar la encuesta de conocimiento, se obtuvo que el 93.1% de los asistentes adquirieron un conocimiento y un aprendizaje sobre el tema tratado, y eso equivale a 27 de los 29 asistentes.

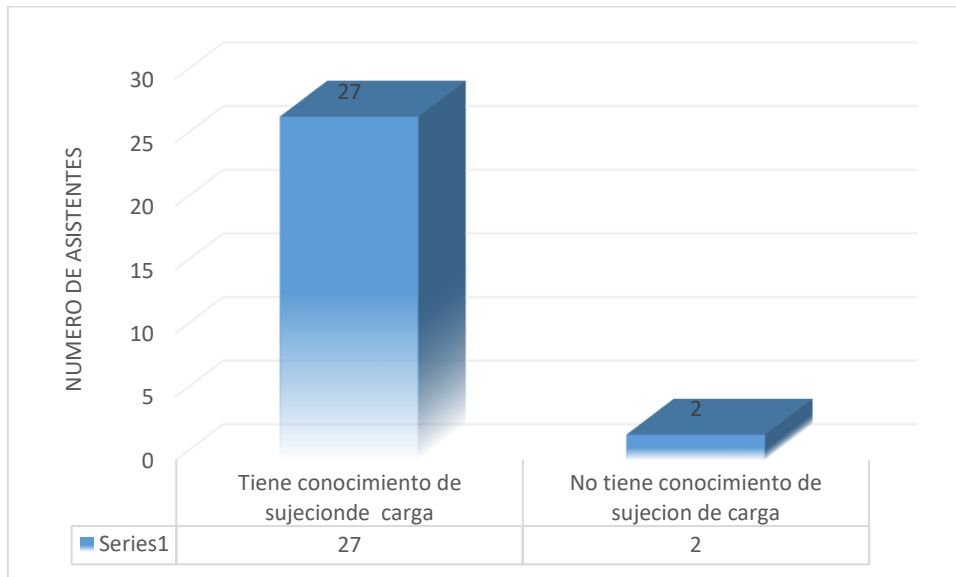


Ilustración 22: Resultado encuesta previa a capacitación

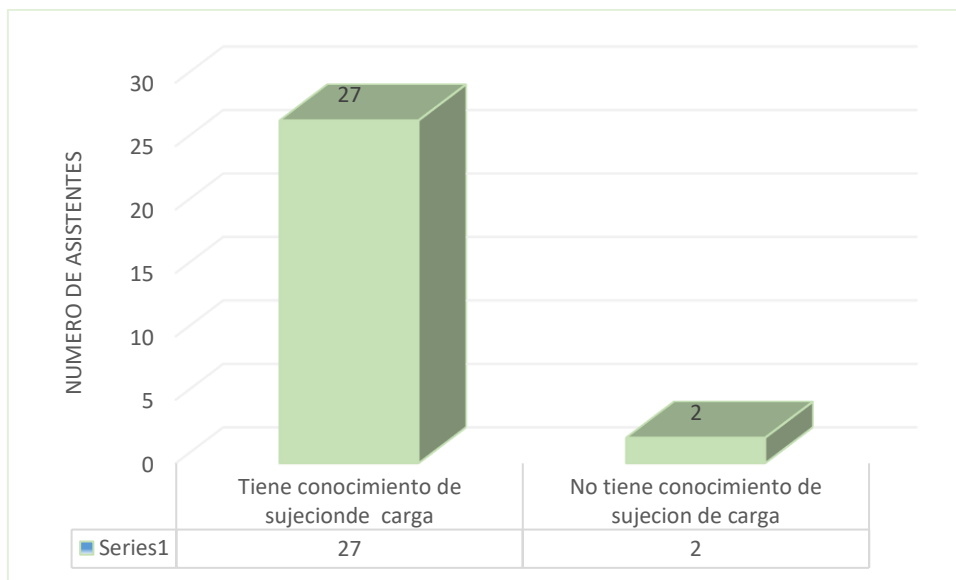



Ilustración 23: Resultado encuesta posterior a capacitación

7.6. PROCEDIMIENTO DE SUJECIÓN DE CARGAS EN VEHÍCULOS TERRESTRES

El objetivo del procedimiento de sujeción de carga en vehículos terrestres es proporcionar una guía detallada y clara, para la ejecución de las actividades de sujeción (trincaje) de cargas para transporte nacional y llevar a cabo una gestión eficiente y segura para el traslado, cargue y descargue de maquinaria y equipos. (M&E).

	PROCEDIMIENTO DE SUJECION DE CARGAS EN VEHICULOS TERRESTRES	Código: GLO-PR-01
		Versión: 01
		Vigencia: / /
1. OBJETIVO		
Proporcionar una guía detallada y clara, para la ejecución de las actividades de sujeción (trincaje) de cargas para transporte nacional y llevar a cabo una gestión eficiente y segura para el traslado, cargue y descargue de maquinaria y equipos. (M&E).		
2. ALCANCE		
Este procedimiento es aplicable para el área de logística y transporte, con el fin de garantizar suministro y elección de material de trinca, cargue y sujeción de la carga sobre los vehículos despachados desde el centro técnico especializado (CTE).		
3. TERMINOS		
Basados en la reglamentación del código nacional de tránsito y sus autoridades, adoptamos algunas de las definiciones de carga y especificaciones de los vehículos destinados al transporte aplicadas al marco general en vías nacionales.		
<ul style="list-style-type: none">✓ LOGISTICA: Se refiere a la gestión integral de los flujos de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo✓ TRANSPORTE: Movimiento de personas, bienes o información de un lugar a otro, utilizando diversos medios como vehículos, barcos, aviones, trenes u otros sistemas.✓ CARGA INDIVISIBLE: Carga que por sus características no puede ser fraccionada para su transporte.✓ CARGA EXTRAPESADA: Carga indivisible que una vez montada en vehículos convencionales homologados por el Ministerio de Transporte, excede el peso bruto vehicular o los límites de peso por eje autorizados en las normas vigentes para el tránsito normal por las vías públicas.✓ CARGA EXTRADIMENSIONADA: Carga indivisible que excede las dimensiones de la carrocería de los vehículos convencionales homologados por el Ministerio de Transporte para la movilización de carga en tránsito normal por las vías públicas.✓ EQUIPOS DE TRANSPORTE: Equipos que se utilizan para el transporte de cargas divisibles, indivisibles, pesadas, extrapesadas, dimensionadas y Extra dimensionadas que no podrán superar los pesos máximos por eje autorizados por el Ministerio de Tránsito y Transporte.✓ PESO BRUTO VEHICULAR: Peso de un vehículo provisto de combustible, equipo auxiliar habitual y el máximo de la carga.✓ PESO POR EJE: Peso total que transmiten a la carretera las llantas de un eje de un vehículo.✓ M&E: Maquinaria y Equipos.✓ MAQUINA: Una máquina es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado, al conjunto de máquinas que se aplican para un mismo fin y al mecanismo que da movimiento a un dispositivo y es la que ayuda a hacer las necesidades diarias.✓ CTE: Centro Técnico Especializado.✓ TRINCAJE: El trincaje es la acción de sujetar e inmovilizar contenedores, palets y todo tipo de mercancías mediante el uso de sistemas de sujeción durante cualquier actividad de transporte, ya sea aéreo, terrestre o marítimo.✓ CADENAS: Dispositivos de sujeción de alta resistencia, fabricados con eslabones de acero, diseñados para inmovilizar cargas pesadas durante el transporte y proteger tanto la mercancía como a las personas✓ ESLINGAS: Herramienta de sujeción flexible y resistente, como una cinta o cadena, utilizada para asegurar y mover cargas pesadas de forma segura durante el transporte o la elevación		

Este procedimiento se implementó extraoficialmente durante 45 días En el Centro técnico Especializado (C.T.E), en los que la compañía realizo 8 operaciones de las cuales se realizó 12 movilizaciones vehiculares con un valor de cincuenta y seis millones de pesos (83.500.000 COP), con una tasa efectividad del 100%, dado que no hubo daños a la carga, adicional de las 12 movilizaciones se realizaron 10 inspecciones a vehículos y cargas lo que equivale al 83.33% de las operaciones realizadas, y el resultado dio como resultado la totalidad de inspecciones exitosas, así mismo se evidencia la aceptación de la información impartida en las charla en encuentros anteriores, no se presentó Stand by vehicular en las movilizaciones, lo que traduce a que no hubo retratos en el cargue y trincaje de carga, las 8 operaciones en las que se implementó el procedimiento, se obtuvo un resultado éxito del 100%. Sin embargo, es de aclarar que el procedimiento aun esta en proceso de mejora continua, y proceso de aprobacion técnica y parametrizada por los departamentos involucrados con el fin de poder implementarlo oficialmente y obtener resultados en un periodo de 6 y 12 meses posterior a la aplicación obligatoria dentro de las operaciones.

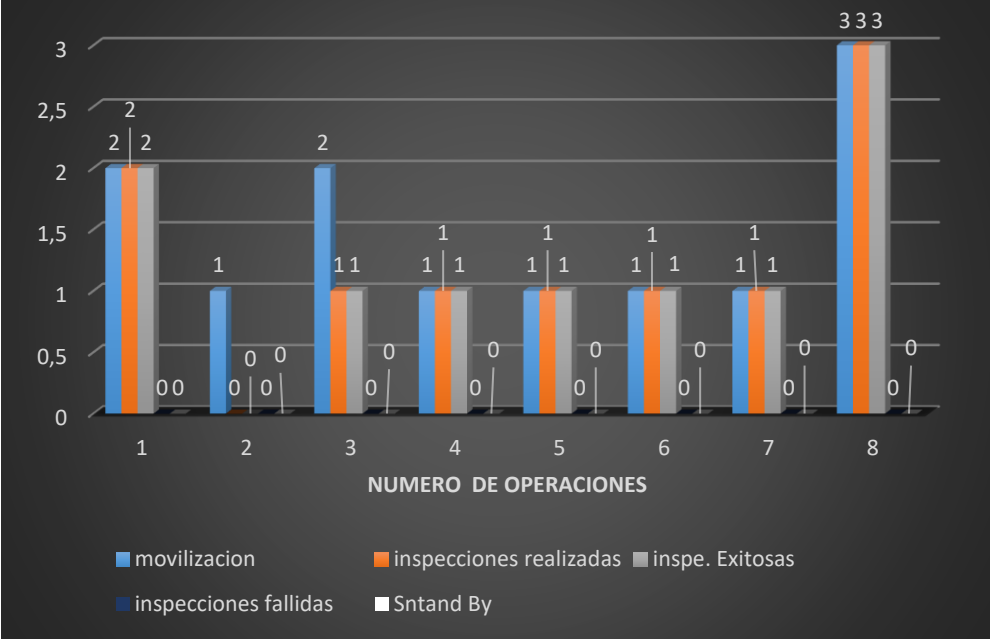


Ilustración 24: Trazabilidad de las operaciones centro técnico especializado

8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La sujeción o trincaje de carga en Colombia no es un punto abordado al interior de las compañías logísticas y del transporte, por lo cual Global Logistics Operations Ltda, al evidenciar una falencia dentro del proceso productivo decide iniciar el proceso de investigación para identificar las causas principales por la cual sus operaciones se exponen a diferentes tipos de riesgos, los cuales son de factor económico, social, legal y de talento humano, una vez identificados los riesgos, con base a la investigación inicial, se cuantifica la información recolectada en un periodo de 12 meses es decir de septiembre 2024 a septiembre 2025. Se evidencia un déficit de económico que supera los \$73.456,96 USD, esto debido a las falencias operativas en los procesos logísticos de la compañía, de las cuales las más significativas y recurrentes son los Stand By de transporte, que sumados en el periodo de investigación arroja la suma de \$54.142.50 usd, lo que representa un 73,81% de las pérdidas económicas de la compañía, además de las novedades ocasionadas a las diferentes cargas movilizadas por un valor de \$17.375,00 usd, que representa un 23,69%, y por último pero no menos importante son las inspecciones fallidas a los vehículos de transporte de carga terrestre, con un valor de \$1.839,45 usd, lo que equivale al 2,51 % de la cifra general, además se evidencia que se expuso al talento humano a situaciones de peligro, por falta de conocimiento al momento de posicionarse dentro de las zonas de exclusión dispuestas para las maniobras, aunque estas son de nivel bajo, no dejan de ser un objetivo para analizar y mitigar aún más la exposición del personal que está expuesta a estos eventos, por todo lo anterior se requiere de manera rápida, la construcción e implementación de propuestas de mejora para que a través de la línea del tiempo estas falencias y exposiciones se vean eliminadas o mitigadas en un impacto significativo en la compañía.

Teniendo claro las falencias encontradas en las operaciones se determina que la principal causa es la falta de conocimiento en el trincaje de maquinaria y equipos en vehículos de carga terrestre, por lo que se construyen diferentes documentos y se optimiza el procedimiento de sujeción de carga en vehículos

terrestres, donde con los diferentes departamentos se inicia a construir los pasos para proceder a corregir las actividades dentro del proceso.

Se aplica el proceso cualitativo a 29 asistentes, previo a la capacitación de sujeción de cargas en vehículos terrestres se realiza una encuesta, donde solo el 13,7% de ellos tenían alguna base sobre el tema previo a tratar, una vez culminada la capacitación, se tocan temas legales, tipos de amarres, formula matemáticas para determinar la cantidad de elementos de sujeción, entre otros aspectos, con la nueva encuesta los resultados fueron del 93,1% lo que equivale a que las operaciones según las proyecciones deberían mejorar en un 75 a 86% en el primer año.

En la implementación experimental de procedimiento expuesto, junto con sus anexos, y siguiendo las instrucciones impartidas, en los últimos 45 días en el Centro técnico Especializado (CTE), se llevó a cabo 12 operaciones de las cuales hubo 10 inspecciones equivalente al 83% de las operaciones ejecutadas en este periodo con una tasa inicial del 100% de efectividad, además con tiempos reducidos en los cargues de 18,8% y en un 22,3% en la sujeción, además de una productividad más elevada de hasta un 10% en las actividades del día, claramente esto en condiciones normales, sin afectaciones externas o climatológicas que se puedan presentar en el C.T.E

Aun este procedimiento no se encuentra oficialmente en ejecución, sus resultados iniciales son de aspecto positivo.

Se definió y se midió la problemática identificada en la compañía, recopilando datos reales de tiempo y costos mediante formatos implementados

Se mejoro y controlo, la metodología de trincaje de carga, con el conocimiento de los elementos de sujeción adecuados, las técnicas mas apropiadas y el calculo de los amarres necesarios.

La investigación concluye que la sujeción en un proceso crítico y estratégico en las compañías con operaciones logísticas activas.

La falta de un proceso estandarizado y correctamente ejecutado genera pérdidas económicas, riesgos a la seguridad, fallas en el cumplimiento normativo y un deterioro en la imagen de la compañía

El análisis cuantitativo demuestra que los tiempos improductivos, inspecciones fallidas, Stand By y daños a la carga presenta flujo negativo en la economía de la compañía, confirmando que es necesario de un procedimiento estandarizado

El uso adecuado de elementos de sujeción certificados según la norma, acompañado de una capacitación adecuada y la implementación de documentos acordes a las actividades, aumenta la seguridad operativa del talento humano, de la maquinaria y equipos, y de la infraestructura.

Se recomienda nuevos estudios que valide la fase de control (c) de la metodología DMAIC en los costos de Stand By para comparar si hubo una reducción real de los costos plasmados en los documentos

Realizar capacitaciones y acompañamiento con mayor frecuencia para evaluar el método utilizado en las operaciones

Profundizar en los análisis de variables físicas, como coeficientes de fricción y tensión

Investigar el cómo llevar este procedimiento a otros campos operativos de la compañía a nivel nacional y sus empresas hijas en el exterior, con el fin de mitigar las novedades en toda la cadena de la compañía

Incorporar estudios de ergonomía y SST, con el propósito de ver el comportamiento de a la ergonomía del personal expuesto a la sujeción de carga en espacios confinados o en alturas, con el objetivo de prevenir lesiones y mejorar el desempeño.

9. REFERENCIAS

- 2252, l. (2022). *función pública*. Obtenido de [funcionpublica.gov](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=189806&utm_source):
- Alexander Padilla, A. (s.f.). *Universidad militar*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/380846058_Optimizacion_de_Carga_y_Descarga_en_Tiendas_D1_en_Suba_Bogota
- AMS. (s.f.). *AMS*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.andesminingsolutions.com/pdf/fichas_Tecnicas/FichaTecnica_CadenasdeTrincaje.pdf
- Andino, V. (s.f.). *Vidrio Andino*. <https://www.vidrioandino.com/blog/easypror-innovacion-en-proteccion-para-vidrios-capas>.
- Anfix. (s.f.). *Anfix*. Obtenido de <https://www.anfix.com/diccionario/competitividad>
- ASME 30.30, A. (2019). *HARRISCRANES*. Obtenido de <https://harriscranes.com.mx/wp-content/uploads/2024/07/ASME-B30.30.pdf>
- ASME B.30.10, A. (2014). *IPIECO*. Obtenido de <https://ipieco.ir/wp-content/uploads/2018/05/ASME-B30.10-2014.pdf>
- ASME B.30.9, A. (2021). *CEEC*. Obtenido de <https://www.ceec.cl/wp-content/uploads/2024/12/ASME-B30.9-CEEC-CAPACITACIONES.pdf>
- ASME:30.26. (2015). *IPIECO*. Obtenido de <https://ipieco.ir/wp-content/uploads/2018/05/ASME-B30.26-2015.pdf>
- BOGOTA, M. (s.f.). *AUTOLIQUIDACION 2025*. Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/servicios/31-12-2024/tabla_autoliquidacion_2025.pdf
- Campollo. (s.f.). *Universidad Simón bolívar*. Obtenido de <https://bonga.unisimon.edu.co/items/79783659-60d5-4c0e-ac8e-13fccb4093ca>
- CCS. (2025). *Consejo colombiano de seguridad*. Obtenido de https://ccs.org.co/ruc_transporte_anexo/
- Drew. (s.f.). *Drew*. Obtenido de <https://marketing.wear drew.co/que-es-la-productividad>
- EN 12195, E. (s.f.). *SPANSET*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.spanset.com/legacy-uploads/cms-files/es/spanset-trincaje-17-compressed.pdf>
- Huaca, D. (2024). *gyz abs. ffffffff*, 20.
- ICONTEC. (2000). *Icontec*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cdatecnosabana.com/wp-content/uploads/Docs/NTC4788_Tipologia_de_vehiculos.pdf
- logístico, N. G. (2025). *Noriega Grupo logístico*. Obtenido de https://noriegagrupologistico.com/que-es-el-trincaje-tipos-y-consejos/?utm_source
- LSSI. (s.f.). *LEAN SIX SIGMAN INSTITUTE*. Obtenido de <https://leansixsigmainstitute.org/es/explicacion-de-la-metodologia-dmaic-de-lean-six-sigma/>
- moldtrans. (s.f.). *2023*. Obtenido de <https://www.moldtrans.com/trincaje-de-cargas-guia-completa-para-evitar-accidentes-y-riesgos>
- Perez & Canosa. (2024). *mdpi*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/23/11442>
- processmaker. (s.f.). *processmaker*. Obtenido de <https://www.processmaker.com/es/blog/process-optimization-explained/>
- Ransa Colombia, R. (s.f.). *UNIVERSIDAD ECCI*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.ecci.edu.co/server/api/core/bitstreams/f56ce520-c830-4aa7-8188-11c8c8f94cee/content>
- salas, l. (2022). Obtenido de <https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/3197/Factores%20que%20Inciden%20e>

n%20la%20Inserci%c3%b3n%20Laboral%20de%20los%20Egresados%20del%20Programa%20de%20Ingenier%c3%ada%20Industrial%20de%20la%20Instituci%c3%b3n%20Universitaria%20Polit%ca

SBC. (s.f.). TARIFAS 2025. 2025, COLOMBIA.

spanset. (s.f.). *spanset*. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.spanset.com/legacy-uploads/cms-files/es/spanset-trincaje-17-compressed.pdf

SYDLE. (2021). *SYDEL*. Obtenido de <https://www.sydle.com/es/blog/estandarizacion-de-procesos-60f723cfb2503757979bb13b>

toyota. (s.f.). *blog toyota*. Obtenido de El origen del Lean Manufacturing se remonta a principios del siglo XX, cuando la producción en masa se expandió a diferentes sectores industriales, especialmente en la industria automotriz. Este enfoque se desarrolló a partir de la mentalidad de las empre

transporte, M. (2004). *INVIAS*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/resoluciones-circulares-otros/10387-resolucion-4100-del-28-de-diciembre-de-2004>

transporte, m. (2014). *Contrato 452-2014*. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://web.mintransporte.gov.co/jspui/bitstream/01/10501/1/Informe%20Final%20Carga%20Extradimensionada%20ver.6.pdf

transporte, M. (2015). *decreto 1079*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77889>

transporte, m. (2021). *ministerios transporte*. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.runt.gov.co/sites/default/files/normas/MinTransporte-Resolucion-2021-N0032795_20210729.pdf

transporte, m. d. (2002). *secretaria del senado*. Obtenido de

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0769_2002.html

transporte, M. d. (2020). Obtenido de

<https://mintransporte.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=visorpdf&file=https%3A%2F%2Fmintransporte.gov.co%2Floader.php%3FlServicio%3DTools2%26lTipo%3Ddescargas%26lFuncion%3DexposeDocument%26idFile%3D24920%26tmp%3D9543a367eb19ac3d7>

transporte, M. d. (2022). *Supertransporte*. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.supertransporte.gov.co/documentos/2023/Marzo/Talentohumano_24/Plan-Estrategico-de-Seguridad-Vial-ST.pdf

university, e. (s.f.). *esic university*. Obtenido de <https://www.esic.edu/rethink/marketing-y-comunicacion/diferencia-eficacia-y-eficiencia->

c#:~:text=Aunque%20eficacia%20y%20eficiencia%20son,c%C3%B3mo%20se%20logra%20ese%20objetivo.

Vlkovský, M., & Neubauer. (2021). *mdpi*. Obtenido de <https://chatgpt.com/c/68d1a98e-1bd8-8321-b10d-7ac14196b483>

10. ANEXOS

Anexo A: Diagrama de flujo de procedimiento:

<https://drive.google.com/file/d/1jS7daZEd-i5M08ZtFz5LkIP3lfjafjYr/view?usp=sharing>

Anexo B: Procedimiento sujeción de carga en vehículo terrestres

https://drive.google.com/file/d/1Xqi4C6WmvIJxctbqC-BMJ_7akE2_M784/view?usp=sharing

Anexo C: Formato de registro fotográfico

https://drive.google.com/file/d/1jrhZ4mGJJwujZ6ZPtM9__XGplnq0t1Sd/view?usp=sharing

Anexo D: Ficha de transporte y sujeción - Liebherr 855

https://drive.google.com/file/d/1aHgBjpUlmo_kCS37TYqHQ6PaXS_Iiat2/view?usp=sharing

Anexo E: Ficha de transporte y sujeción - SM21

<https://drive.google.com/file/d/1XmMkROf6BEkcyJ3LRVvd8o4luU7RrBCk/view?usp=sharing>

Anexo F: Ficha de transporte y sujeción - R625

https://drive.google.com/file/d/1r9Ly8ZWUA9ymvLFM4st_pLF8Hdm1LbrL/view?usp=sharing

Anexo G: Formato Solicitud servicio de transporte

<https://drive.google.com/file/d/18TwCM9jHVTGQ4bxZTCCls5tIWCr9AxE-/view?usp=sharing>

Anexo H: Formato control de cargue vehículo terrestre

https://drive.google.com/file/d/1GE_O-J4tuAvZv8DY-FTiSsz3LATvG5sv/view?usp=sharing

Anexo I: Formato check List

https://drive.google.com/file/d/1dXSEmxxP4I7T1yB2_F_-Hb9qsx1v6-mQ/view?usp=sharing