



Evaluación del nivel de madurez en la implementación de tecnologías en la logística del
transporte, enfocado para empresas colombianas

Artículo científico

Mariana Rodríguez Arenas. David Felipe Gómez Prieto.

Bogotá

2023



Evaluación del nivel de madurez en la implementación de tecnologías en la logística del
transporte, enfocado para empresas colombianas

Artículo científico

Mariana Rodríguez Arenas. David Felipe Gómez Prieto.

Carlos Alberto Franco Franco

Oscar Eduardo Nieto Garzón. Daniel Fernando Prato Sánchez

Administración en logística y producción. Administración en negocios internacionales

Bogotá

2023

Declaración de originalidad y autonomía

Declaro bajo la gravedad del juramento, que he escrito el documento de título “Evaluación del nivel de madurez en la implementación de tecnologías en la logística del transporte, enfocado para empresas colombianas”, en la opción de grado de Capstone y que por lo tanto, su contenido es original. Declaro que he indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información y que este trabajo no ha sido entregado a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.

David Felipe Gómez Prieto. Mariana Rodríguez Arenas.

Declaración de exoneración de responsabilidad

Declaro que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de su autor. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.

David Felipe Gómez Prieto. Mariana Rodríguez Arenas.

Tabla de contenido

1. Introducción	8
2. Estado del arte	11
2.1 Que es el modelo de madurez	11
2.2 Análisis e importancia de la telemetría	14
3. Metodología	16
4. Análisis y resultados	18
5. Conclusiones	26
6. Bibliografía	28

Índice de figuras

Figura 1	15
Figura 2	16
Figura 3	18
Figura 4	20
Figura 5	20
Figura 6	20
Figura 7	21
Figura 8	21

Índice de tablas

Tabla 1.....	17
Tabla 2.....	22

Resumen

La implementación de nuevas tecnologías, específicamente las relacionadas con la industria 4.0 en la logística del transporte, representan una oportunidad de mejora en varios aspectos relacionados con la eficiencia, la eficacia de la operación de las empresas, la gestión de inventario, la trazabilidad de productos y la visibilidad de la cadena de suministro. Puesto que, al implementar estas tecnologías permiten la automatización de procesos, el uso de sensores y dispositivos inteligentes, y el intercambio de datos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones basada en información precisa y actualizada.

Por ello, en este artículo se propone un modelo de madurez para evaluar el grado que tienen distintas empresas colombianas, con el objetivo de conocer el grado en el que se encuentra en cuanto a la implementación de estas tecnologías con relación a la logística del transporte, sin importar su tamaño o particularidades. Dicho modelo produce una visión más clara del estado actual del tipo de empresa, permitiendo evaluar su nivel de implementación y determinado las áreas específicas en las que deben mejorar, con el objetivo de seleccionar tecnologías adecuadas según el modelo de madurez para mejorar su estado y su adaptabilidad a las nuevas necesidades que se presenta hoy en día, y alcanzar ventajas competitivas en el mercado. La importancia de la implementación se vuelve evidente pues con ella, numerosas compañías han logrado optimizar indicadores tales el ahorro de combustible, costo de mantenimiento, tiempo de vida de la flota, lead time, entre otros que dependiendo del objetivo de cada empresa y la tecnología que decidan utilizar partiendo del resultado del modelo de madurez. Por ello en el artículo, se puede notar una acción de mejora en indicadores como la gestión de riesgos, el mantenimiento de flota, la adopción de nuevas tecnologías, la cultura y estructura organizacional, y las estrategias para reducir emisiones, mediante el uso de tecnologías como la telemetría, debido a que esta logra

contribuir al crecimiento del nivel de madurez del transporte de carga en Colombia y generar mejoras significativas en la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones.

Palabras claves

Modelo de madurez, transporte, tecnologías digitales, telemetría.

Abstract

The implementation of new technologies, specifically those related to Industry 4.0 in transportation logistics, represent an opportunity for improvement in several aspects related to efficiency, effectiveness of the operation of companies, inventory management, product traceability and visibility of the supply chain. By implementing these technologies, they enable the automation of processes, the use of sensors and intelligent devices, and the exchange of data in real time, which facilitates decision making based on accurate and updated information.

For this reason, this article proposes a maturity model to evaluate the degree to which different Colombian companies have implemented these technologies in relation to transportation logistics, regardless of their size or particularities. This model produces a clearer vision of the current state of the type of company, allowing to evaluate their level of implementation and to determine the specific areas in which they must improve, with the objective of selecting adequate technologies according to the maturity model to improve their state and their adaptability to the new needs that are presented nowadays, and to reach competitive advantages in the market. The importance of the implementation becomes evident

because with it, numerous companies have managed to optimize indicators such as fuel savings, maintenance cost, fleet life time, lead time, among others, depending on the objective of each company and the technology they decide to use based on the result of the maturity model. Therefore, in the article, it can be noted an improvement action in indicators such as risk management, fleet maintenance, adoption of new technologies, organizational culture and structure, and strategies to reduce emissions, through the use of technologies such as telemetry, because this manages to contribute to the growth of the maturity level of freight transportation in Colombia and generate significant improvements in the efficiency and sustainability of operations.

Key words

Maturity model, transportation, digital technologies, telemetry.

1. Introducción

El transporte de carga es un componente fundamental en las dinámicas de la economía nacional, posibilitando el intercambio de mercancías y el acceso a mercados nacionales e internacionales, lo que conlleva la generación de empleos, la mejora en la productividad y potencializa el crecimiento económico del país (Banco Mundial, 2022). Por ello, debido a su importancia estratégica, resulta fundamental realizar un diagnóstico de las principales problemáticas y brechas del sector a nivel nacional, identificando posibles herramientas y tendencias en el uso de nuevas tecnologías para hacer frente a estas problemáticas.

Los problemas en el transporte de carga en Colombia han sido un obstáculo para el desarrollo económico de la nación, pues la importancia estratégica de este sector (el sector del transporte de carga) radica en su efecto y relevancia sobre casi todos los otros sectores que conforman la economía nacional (Sandoval, 2016), pues es bien sabido que dichos sectores económicos se valen del transporte para realizar más de una de sus operaciones, como lo pueden ser el abastecimiento y la distribución. Es así que las problemáticas existentes para el sector transportista se transmiten de forma directa e indirecta al resto de grupos económicos, causando rezagos en la competitividad del país frente a otras naciones similares en el rubro macroeconómico (Fragozo, n.d.).

El efecto dominó del transporte sobre la economía, hace imprescindible generar proyectos empresariales, sin embargo, es necesario hablar de la importancia que tiene el gobierno y sobre todo la creación de políticas en torno a la facilitación del transporte y comercio, que fortalezcan especialmente la seguridad de las cadenas de suministro y la inversión en infraestructura vial (Mercado & Fernanda, 2006). La infraestructura logística sin renovar, que se encuentra en el lugar 97 de 140 países, en cuanto a conectividad de carreteras según el foro económico mundial (Fragozo, n.d.) genera un entorno precario para el desarrollo de la operación de transporte, ocasionando esperas, retrasos, accidentes, daños en los activos y todo tipo de afectaciones que inciden en los costos y la eficiencia, reduciendo así el margen de rentabilidad de muchos sectores y de paso aumentando el costo de vida de la población (Sandoval, 2016).

La problemática tiene otras ramificaciones aparte de la infraestructura, pues el principal activo logístico para el transporte, es decir los vehículos de carga, se encuentran parcialmente desactualizados y en condiciones poco óptimas para el desarrollo de su actividad, en el 2015 el 41% de la flota nacional tenía más de 20 años de antigüedad (Revista Semana, 2015), y los

registros más recientes no son distintos, pues la edad promedio de los vehículos de carga en el 2021 fue 21.6 años (Andemos, 2021) esto se traduce en mayor consumo de combustible con respecto a los vehículos más nuevos, un mayor nivel de contaminación por movimiento, mayores niveles de gastos en los rubros de mantenimiento y compra de repuestos, además de otras consecuencias indeseables que agravan aún más el problema de los altos costos, ya que los motores menos modernos no consiguen la misma eficiencia que lo más modernos, de hecho pueden llegar a convertir sólo un 15% de la energía química en energía mecánica y a perder un 17% de su fuerza (Blancarte, 2012) lo cual explica la mayor contaminación por parte de los motores antiguos .

Otro elemento existente en torno a este tema es la falta de innovación y proyectos que generen soluciones o alivios a los problemas más grandes y cuya solución es más costosa, por ejemplo el transporte multimodal funciona de forma eficiente para los países desarrollados y es una manera de distribuir labores y cargas entre la infraestructura y activos logísticos con los que cuenta un territorio, evitando las sobrecargas, deterioro y congestión en las diferentes rutas, sin embargo, para el año 2006 solo un 5% de la carga se movilizaba bajo esta estructura en Colombia (Mercado & Fernanda, 2006), y en casi 20 años el panorama no ha cambiado significativamente, increíblemente a desmejorado, pues para el 2018 solo un 1,5% de la carga en Colombia se movilizaba con transporte multimodal (Portafolio, 2022); adicionalmente durante la revisión de literatura para este proyecto se evidencio la falta de estudios y literatura sobre tecnología aplicada en el transporte en Colombia, lo cual muestra la deficiencia de aplicaciones y avances en la tecnología relacionada al transporte de carga de este país.

Por ello, es fundamental que las empresas y autoridades del sector transporte fortalezcan los esfuerzos en impulsar la implementación de nuevas tecnologías digitales, buscando mejorar la

eficiencia, seguridad, sostenibilidad y competitividad del sector, así como para adaptarse a las nuevas demandas del mercado y superar las problemáticas del contexto actual mediante dicha implementación.

Es en este contexto que surge la iniciativa de un modelo de madurez para evaluar las capacidades tecnológicas de la operación del transporte de carga en las empresas colombianas, este resultado resultó de gran importancia debido a que permitió evaluar las capacidades actuales y el estado de desarrollo de una organización. Estos modelos establecen componentes y niveles de madurez que evalúan las competencias de las organizaciones y permiten identificar áreas de oportunidad para implementar mejoras de forma sistemática, aumentando la eficiencia operacional.

2. Estado del arte

2.1 Que es el modelo de madurez

El modelo de madurez es una herramienta que permite analizar el estado en el que se encuentra una organización con respecto a sus capacidades actuales. Su objetivo es identificar áreas de mejora y facilitar la implementación sistemática de mejoras en los procesos y competencias, lo que conduce a un aumento en la eficiencia operativa. El modelo consta de componentes y niveles de madurez, generalmente hasta un máximo de cinco niveles, que evalúan las capacidades de las organizaciones desde una perspectiva establecida. (Pereira & Serrano, 2020)

En 1991, se presentó un modelo de madurez de capacidades por parte del Instituto de Ingeniería de Software de Carnegie Mellon (SEI) con el objetivo de brindar al gobierno federal una herramienta para evaluar la capacidad de sus contratistas de software. La documentación técnica de la versión 1.1 de este modelo explica los fundamentos motivacionales que llevaron a su creación: (Richrath, S., Plano, C., & Nesbitt, M. , 2016)

"En muchas organizaciones, los proyectos suelen retrasarse excesivamente y duplicar el presupuesto previsto... En estos casos, la organización no suele proporcionar la infraestructura y el apoyo necesarios para ayudar a los proyectos a evitar estos problemas. Sin embargo, incluso en organizaciones indisciplinadas, algunos proyectos de software individuales producen excelentes resultados. Cuando tales proyectos tienen éxito, es generalmente a través de los esfuerzos heroicos de un equipo dedicado, en lugar de mediante la repetición de los métodos probados de una organización con un proceso de software maduro. En ausencia de un proceso de software a nivel de toda la organización, la repetición de los resultados depende enteramente de tener a las mismas personas disponibles para el siguiente proyecto. El éxito que se basa únicamente en la disponibilidad de individuos específicos no proporciona ninguna base para la productividad a largo plazo y la mejora de la calidad en toda una organización. La mejora continua sólo puede producirse a través de un esfuerzo centrado y sostenido hacia la construcción de una infraestructura de procesos de prácticas eficaces de ingeniería y gestión de software." (Richrath, S., Plano, C., & Nesbitt, M. , 2016)

Aunque estos modelos se originaron en la industria tecnológica, su valor en el diagnóstico y mejora de procesos y capacidades ha llevado a su adaptación en diferentes áreas e industrias. Un

ejemplo de esto es el sector del transporte, donde la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos (FHWA) utiliza modelos de madurez para evaluar las capacidades de los sistemas de información de transporte, los programas de seguridad vial y la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, en Colombia hasta ahora no se ha registrado el uso de modelos de madurez en el sector del transporte por carretera, de hecho, solo se encuentran estudios basados en modelos de madurez digital para empresas pymes de telecomunicación de la Universidad Nacional de Colombia (Zorro Galindo, 2020), un artículo de investigación sobre el diseño e implementación de un modelo de madurez de capacidades logísticas en servicios de atención médica domiciliaria de la Universidad de Antioquia (Gutiérrez, E., Zapata, S., & Posada, J., 2018) y un trabajo de grado de una maestría de la Universidad Nacional de Colombia, el cual trata de un modelo de madurez para la evaluación de la logística 4.0 en operaciones logísticas de e-commerce (Rivillas Mejía, C. D, 2022); Por aquella razón se genera una importante brecha en el diagnóstico de las capacidades de las organizaciones, para mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad de las empresas en la industria del transporte por carretera en Colombia.

Con respecto a un estudio hecho por Jorge A. Lupano, sobre “La infraestructura de transporte sostenible y su contribución a la igualdad en América Latina y el Caribe” el componente de la sostenibilidad es sumamente importante, debido a que la operación de transporte es responsable de una parte importante de las emisiones de gases de efecto invernadero y de la contaminación ambiental. Además, se menciona que el transporte es fundamental para el desarrollo económico y social, pero que su crecimiento debe ser compatible con la sostenibilidad ambiental, social y económica. El estudio destaca que la sostenibilidad en el transporte implica una gestión eficiente y efectiva de los recursos, una mejora de la calidad de vida de las personas y una reducción de

los impactos negativos en el medio ambiente. Para lograr esto, se requiere de políticas y estrategias que promuevan la innovación, la eficiencia energética, el uso de tecnologías más limpias y el desarrollo de infraestructuras sostenibles. Además, el estudio señala que la sostenibilidad en el transporte no solo beneficia al medio ambiente y a la sociedad en general, sino que también puede generar beneficios económicos para las empresas y los gobiernos, tales como la reducción de costos y la mejora de la eficiencia operacional (Lupano, 2013).

2.2 Análisis e importancia de la telemetría

La telemetría se ha convertido en una herramienta fundamental para las empresas que buscan optimizar sus procesos y mejorar su rendimiento, pues al ser un sistema de comunicación permite recopilar, transmitir y procesar datos de un dispositivo a otro (Sitrack, 2019.). De hecho, con los avances tecnológicos, es cada vez es más fácil y accesible implementar sistemas de telemetría en diferentes sectores y actividades.

Un sistema de telemetría está compuesto por sensores, unidad de acondicionamiento de señal, transmisor, receptor y una unidad de grabación (Granillo-Macias et al., 2020) esto hablando de los elementos netamente físicos, y que son imprescindibles para que un sistema telemétrico sea considerado como tal. Siguiendo lo anterior, es posible afirmar que la telemetría va de la mano del internet de las cosas, como se puede ver en el mapa bibliométrico a continuación (figura 1), pues la transferencia de datos es posible gracias a sensores conectados a la red; en el siguiente mapa bibliométrico elaborado a partir de la aplicación “Vosviewer” y tomando el término Telemetría de transporte, evidencia la relación antes descrita.

3. Metodología

Para desarrollar esta sección es importante ahondar de forma general en el modelo de madurez; lo primero que hay que decir, es que este se centra en el sector del transporte de carga y su estructura consta de cinco elementos que se consideraron claves dentro del contexto, estos son denominados como componentes estratégicos; planeación estratégica, sostenibilidad, colaboración, operación logística de transporte y digitalización; cada uno cuenta con un conjunto de líneas de acción que son procesos claves dentro de los componentes y a su vez permiten calificar con más precisión, a continuación se ven en la figura 2. Estas pueden colocarse dentro de cuatro niveles según cómo sea su funcionamiento; básico, en desarrollo, funcional o excelencia, que respectivamente son los niveles 1, 2, 3 y 4, visibles en la tabla 1.

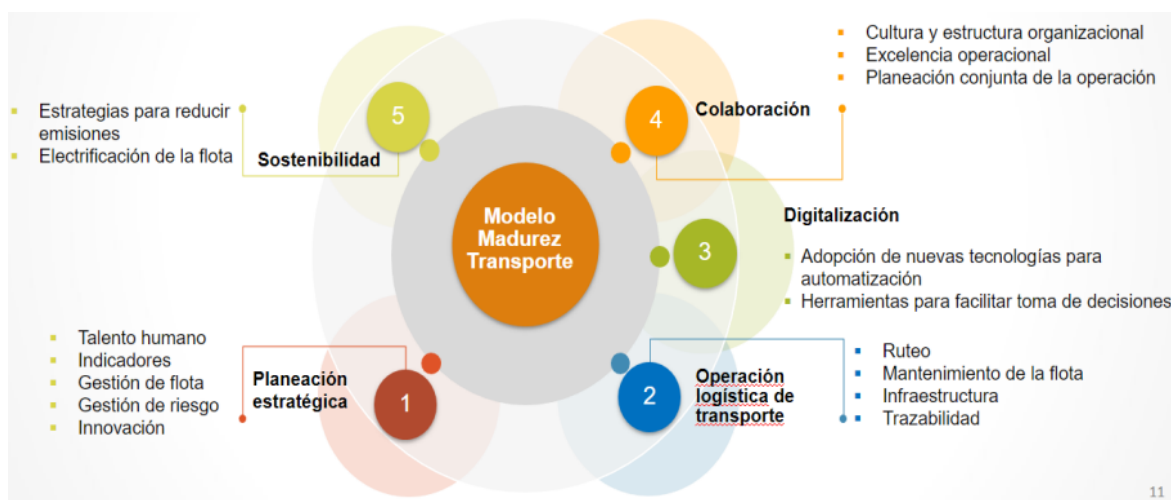


Figura 2: Estructura del modelo de madurez

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”

Tabla 1

Descripción de los niveles de funcionamiento

Nivel		Descripción
4	Excelencia	La compañía cuenta con un modelo de transporte de excelencia, presenta un proceso de planeación estratégica con enfoque colaborativo; La estrategia para hacer seguimiento a la operación logística es automatizada y facilita la colaboración; aplicando nuevas tecnologías para la toma de decisiones, articulándose de manera interna y externa con aliados y competidores; las iniciativas de sostenibilidad permiten la colaboración entre diferentes actores y están enfocadas a la reducción de impactos y costos de la cadena logística
3	Funcional	El modelo de transporte es funcional, cuenta con un proceso de planeación estratégica con evidencias de monitoreo y medición; Tiene definida una estrategia para hacer seguimiento a la operación logística; aplicando tecnologías para la toma de decisiones, articulándose de manera interna y externa con aliados estratégicos; cuenta con iniciativas con enfoque sostenible que presentan resultados medibles y verificables
2	En desarrollo	El modelo de transporte está en nivel de desarrollo, Tiene en cuenta un proceso de planeación estratégica sin evidencias de monitoreo o medición; Presenta avances en la definición de una estrategia para hacer seguimiento a la operación logística; ha definido una ruta de digitalización y cuenta con prácticas de alineación interna, además de definir un plan de sostenibilidad claro enfocado en la transformación de la industria y el mejoramiento en los servicios o productos.
1	Básico	El modelo de transporte presenta indicios básicos de gestión en la planeación estratégica, cuenta con un proceso de supervisión de la operación logística sin apoyo de herramientas tecnológicas, limitadas capacidades de digitalización, falta de articulación interna y externa y direccionamiento de los procesos de transporte hacia una estrategia de sostenibilidad integral

Nota: Reinoso et al. (2022)

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”

El modelo anteriormente expuesto fue analizado en primera instancia con el propósito de generar reflexiones, pues se consideró que la discusión era escasa. Se hizo énfasis en los resultados, más no en la validez de su estructura, a pesar de que se centró en observar cada uno de los componentes y cada línea de acción. Se intentó hacer una lectura detallada de la situación representada en resultados, con el objetivo en segunda instancia de generar propuestas

conceptuales que cumplan un determinado objetivo y que estén basadas en el mismo análisis, teniendo en cuenta a la tecnología, pues tanto para el modelo de madurez como para el desarrollo del artículo, es un elemento importante.

4. Análisis y resultados

La primera impresión de los resultados del modelo fue un relativo equilibrio entre los tres tamaños de empresas, era posible anticipar que gracias a una mayor capacidad financiera por parte de las empresas grandes, estas iban a presentar resultados considerablemente superiores a los obtenidos por los otros dos grupos, si bien es cierto que un rango de cuatro niveles no es tan amplio como para ver grandes diferencias, el hecho de que los tres tipos de empresas se encuentren entre el nivel dos y tres en gran parte de los componentes evaluados es razón suficiente para considerar, por lo menos inicialmente, a los resultados como unos bastante equilibrados como se puede ver en la figura 3.

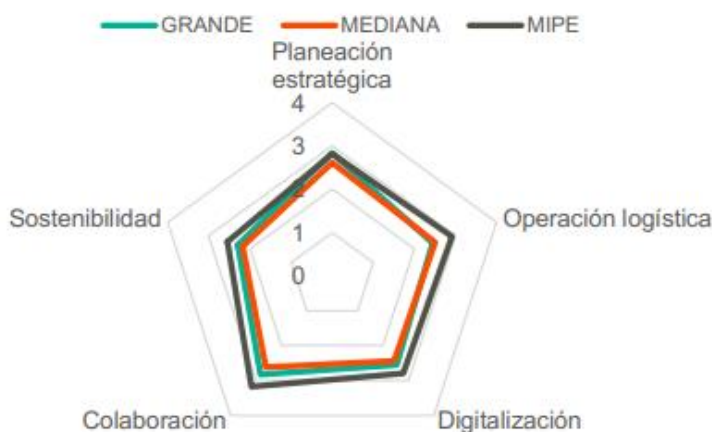


Figura 3: resultados generales del modelo de madurez

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”

Lo expuesto en el anterior párrafo deja en evidencia una relación entre los resultados del modelo de madurez y las problemáticas del transporte de carga en Colombia, pues tiene cierto sentido considerar que si la capacidad financiera no produce diferencias e incluso no permite estar por encima de otros grupos con menor capacidad, entonces existen algunos factores externos a las empresas que determinan posiblemente en mayor medida dichos resultados, como bien lo pueden ser los factores macroeconómicos, políticos y sociales, que son los mismos que envuelven las problemáticas expuestas en la introducción del artículo y que a su vez se relacionan con el contexto del país.

Al observar los resultados generales también se descubre que el componente peor calificado en los tres grupos fue el de sostenibilidad, a raíz de este tipo de análisis se propuso conocer los puntos débiles en común dentro de cada uno de los componentes, es decir, la línea de acción peor calificada, y que por lo menos fuera compartida por dos de los grupos, evitando considerar registros anormales en solo uno de ellos. Se observó que los tres grupos compartían varias de las líneas de acción más débiles, las cuales son las siguientes: gestión de riesgo (figura 4), mantenimiento de la flota (figura 5), adopción de nuevas tecnologías para la automatización (figura 6), cultura y estructura organizacional (figura 7) y estrategias para reducir emisiones (figura 8); En este punto puede considerarse que la peor línea de acción de “operación logística” es infraestructura y no mantenimiento de flota como se indicó, sin embargo se debe tener en cuenta que se aplicó lo dicho acerca de evitar datos anormales.



Figura 4: Resultado planeación estratégica

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”



Figura 5: Resultados de Operación Logística

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”

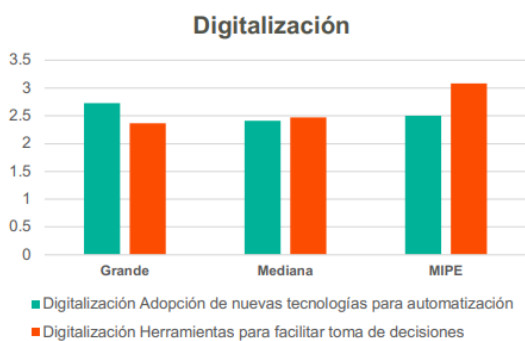


Figura 6: Resultados de digitalización

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”



Figura 7: Resultados de Colaboración

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”

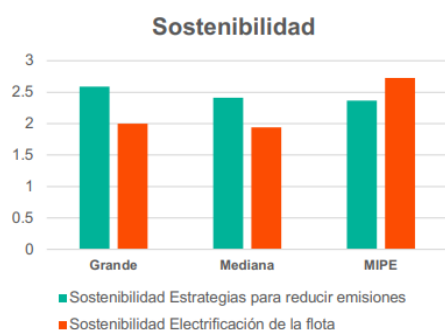


Figura 8: Resultados de sostenibilidad

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”

Entonces ya son visibles dos situaciones compartidas por los grupos, la primera fue las líneas de acción débiles en común, y la segunda es que todas estas se encontraban entre el nivel tres y dos sin llegar al tercero completamente, considerando esto se decidió que el objetivo de las proposiciones conceptuales debía ser llevar esas cinco acciones a ser calificadas con el tercer nivel, pues es algo realista, cercano y que puede generar cambios importantes, pues fortalecer los puntos más débiles suele generar mejoras y cierto equilibrio en las organizaciones.

Los lineamientos para que una acción pueda ser calificada con cierto nivel fueron establecidos explícitamente; ya que el objetivo definido fue elevar las ya mencionadas líneas de acción hasta el nivel tres, se analizó el contenido de cada uno de los lineamientos correspondientes, buscando

términos y conceptos en común que indicarán algún indicio del camino para lograr el objetivo. El hecho de haber tomado la estrategia de buscar coincidencias se justifica en la consideración de que es ideal que la solución propuesta sea simplificada y lo menos costosa de implementar posible.

A continuación, se evidencia que cada uno de los lineamientos establece que se precisa la implementación de tecnologías que deben monitorear, controlar o hacer seguimiento, para prevenir, gestionar y optimizar en general el funcionamiento de la operación, mediante el análisis de la información recopilada. Cada lineamiento posee su propia orientación dependiendo de la línea de acción a la cual pertenece, sin embargo, todos comparten puntos clave en su contenido, que indican la importancia de cumplir con los elementos expuestos anteriormente.

Tabla 2

Descripción de los lineamientos de los niveles de funcionamiento.

Usa herramientas sofisticadas de análisis de riesgos que facilitan la detección de riesgos, analizar su gravedad y automatizar las tareas de resolución de incidencias.	Establece políticas de renovación de flota de manera periódica, implementa tecnologías de control y seguimiento del vehículo para prevención de fallas. Utiliza la información para optimizar la operación	La cultura y la estructura de la organización es flexible, facilita la implementación de estrategias colaborativas y el monitoreo continuo de los procesos de gestión de transporte con aliados estratégicos	Las estrategias definidas para reducir emisiones son definidas a partir de análisis de información del comportamiento de vehículos. Tiene definida una estrategia de renovación de flota, mantenimiento y gestión de riesgo basada en el uso de tecnologías eficientes
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota: Reinoso et al. (2022)

Fuente: Entregable “Madurez del transporte de carga en Colombia”

Es claro que existen lineamientos que no necesariamente implican la implementación o el uso de la tecnología, de hecho, el único y más claro ejemplo, es aquel que establece la tenencia de una cultura y estructura organizacional flexible, sin embargo, esto no afecta la realización del

objetivo del artículo, pues aunque se haya mencionado que la tecnología será un elemento clave y tomado en gran consideración, esto no impide analizar este lineamiento, ya que aspectos como la flexibilidad y los procesos colaborativos, pueden llegar a ser claves para implementar nuevas tecnologías, o mediante la aplicación de nuevas tecnologías pueden llegar a darse procesos colaborativos y de flexibilidad en las organizaciones.

Para llegar al tercer nivel establecido para estas líneas de acción se necesita de una herramienta, si se toma referencia de los lineamientos, no cualquier herramienta, pues esta debe ser una sofisticada y que represente o esté clasificada como una tecnología nueva. La incorporación de esta tecnología es el primer paso para acercarse al tercer nivel, sin embargo, se debe ir más allá, y el uso que se le debe dar debe de generar nuevas formas de hacer las cosas, no tiene sentido la implementación si no se generan avances alrededor de esta, es por ello por lo que se considera a la telemetría como una opción óptima para llegar al nivel 3.

Al no contar con mediciones y resultados propios, se traen a colación casos de estudio reales para hacer un análisis más completo y ejemplificar lo dicho con anterioridad. El primero de ellos se titula “Adoption of a telemetry system by logistics service provider for road transport of express cargo: a case study in Brazil” del año 2019, hace el estudio sobre un operador logístico. Para empezar, se definen cinco indicadores de rendimiento para los vehículos, estos son: Ritmo lento, marcha neutra, aceleración repentina, frenada brusca y exceso de velocidad; los cinco dependen directamente del operador del vehículo y son medidos por la cantidad de eventos presentados.

Seguidamente el estudio mide el número de ocurrencias de estos indicadores sin uso activo de la telemetría y luego con uso activo de la telemetría, y en los cinco indicadores la cantidad de eventos presentados se reducen considerablemente cuando se opta por un uso activo,

adicionalmente se encontró que su uso produjo la reducción del 63% de los costos de mantenimiento, del 55% de los bienes dañados, del 50% de los accidentes de tráfico, del 22% de los tiempos de entrega, del 12% del consumo de combustible y por ultimo una reducción del 59% de las multas por exceso de velocidad (De Oliveira Neto et al., 2019).

Los resultados se traducen en una reducción de costos en todos los rubros de la operación del transporte, lo cual significa a su vez una disminución relevante del costo de la operación empresarial, pues el transporte terrestre representa cerca de un 52% de los costos de distribución (Granillo-Macias et al., 2020). De este caso se analizaron varios elementos, el primero de ellos es la importancia de hacer un uso activo de la telemetría, y que su implementación debe ser un proceso colaborativo y que implica la flexibilidad y disposición de aquellos puestos a prueba, en este caso los conductores, por lo que conlleva que la cultura organizacional sea una flexible y abierta al cambio, de lo contraria esta debe ser nuevamente establecida basada en dichos preceptos.

También se evidencia como a través de los indicadores hechos en base a las mediciones telemétricas tomadas del vehículo se mejoran varios aspectos que en primera instancia eran difíciles de ver; aspectos relacionados con la gestión de riesgo como la disminución de los bienes dañados, de los accidentes de tránsito y de las multas por exceso de velocidad, en porcentajes relevantes, y que lleva a pensar que la telemetría permite hacer una gestión de riesgo mucho más completa, pues facilita el control sobre el tipo de manejo que ejecuta el operador, convirtiéndolo a uno mucho más seguro, sin aceleradas repentinas o exceso de velocidad.

Adicionalmente se evidencia como baja el consumo de combustible, esto se traduce en menores emisiones por cada ruta completada, y cuenta como una estrategia dentro de la línea de acción sobre estrategias de reducción de emisiones, sumado a esto se puede observar como la

reducción en los costos de mantenimiento, efecto de una conducción más adecuada por parte del conductor, cuenta como una optimización a la línea de acción sobre mantenimiento de la flota.

El segundo caso se titula “Past behavior as a predictor of eco-driving practices: The case of a sustained intervention in a Mexican transportation company” del 2022, centra su estudio en un minorista, se va a centrar en medir los resultados que genera la aplicación de lo que llaman el protocolo de conducción ecológica, además de evaluar el impacto de diversas variables en el rendimiento de la medida adoptada.

Las variables están divididas entre internas, como el consumo de combustible, frenadas bruscas y velocidad constante, y las externas como el tráfico, la ruta y el clima; el primer hallazgo es el bajo impacto que tienen las variables externas y el alto que tiene el factor humano, del cual dependen los variables internas, es por eso que el estudio comienza a enfocarse en el impacto del recurso humano en la aplicación del protocolo de conducción ecológica, pues aquellos con más habilidades para seguir el protocolo son los que recorren la mayor distancia por litro de combustible, es decir son aquellos que generan los mayores ahorros de gasolina y por ende de dinero.

El protocolo consta de 7 pasos los cuales son: mantener una velocidad constante, cambiar de marcha por debajo de las dos mil RPM (revoluciones por minuto), abolir las aceleraciones bruscas avanzando en la marcha correcta, evitar frenadas repentinas ampliando la distancia con el vehículo de en frente, apagar el motor cuando el tiempo de inactividad previsto sea mayor a un minuto, verificar el nivel de aceite y la presión de las llantas antes de comenzar un recorrido y por ultimo informar previamente que la operación de transporte será realizada para que no se presenten esperas en el proceso de recepción (Arroyo-López et al., 2022)

Finalmente, el estudio contrasta los resultados del protocolo con el análisis del recurso humano y encuentra que aquellos entre los treinta y cuarenta años de edad son los que presentan mayores intenciones de seguir la conducción ecológica, y aquellos mayores de cincuenta años presentan las menores intenciones, se concluye que el 67% de los conductores capacitados en conducción ecológica lograron ahorros significativos de combustible y que la diferencia de ahorro entre los grupos con mayor y menor habilidad es de 1.7 kilómetros por litro de combustible usado, además el protocolo generó la reducción de 13 kilogramos de emisiones de CO₂ por trayecto (Arroyo-López et al., 2022)

Este estudio confirma lo que se pensaba con el anterior, y es que el factor humano es fundamental para generar resultados a través de la aplicación de la telemetría, por lo que fortalecer la línea de acción sobre una cultura organizacional flexible y colaborativa, realmente se vuelve imprescindible, considerando que de esto dependerá el efecto positivo de esta tecnología sobre las otras líneas de acción. Adicionalmente, se vuelve a evidenciar la valía de la telemetría como estrategia de reducción de emisiones.

5. Conclusiones

En conclusión, el modelo de madurez propuesto en el artículo es de gran importancia, ya que permite evaluar el grado de implementación de tecnologías en empresas colombianas en el sector de la logística del transporte, sin importar su tamaño o particularidades, y las diferencias en capacidad financiera entre las empresas grandes y las de menor tamaño. Este modelo proporciona una visión clara del estado actual de cada empresa, permitiendo identificar su nivel de implementación y determinar las áreas específicas en las que deben mejorar. Adicionalmente,

se observa un equilibrio relativo entre los diferentes grupos evaluados, lo que sugiere que factores externos, como la situación macroeconómica y política, pueden influir en los resultados.

Por otro lado, se identificó que la sostenibilidad fue el componente peor calificado en los tres grupos de empresas, y por ello se propone mejorar las acciones relacionadas con la gestión de riesgos, el mantenimiento de flota, la adopción de nuevas tecnologías, la cultura, la estructura organizacional, y las estrategias para reducir emisiones. Adicionalmente, las se encontraban entre el nivel dos y tres, y por esa razón se tuvo como objetivo elevarlas sobre el nivel tres, puesto que esto generaría cambios importantes. Por ello, se plantea la implementación de la telemetría como una opción óptima para alcanzar el tercer nivel de madurez en estas áreas, debido a su capacidad para proporcionar control y generar mejoras significativas en la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones. Aunque algunos lineamientos no requieren tecnología, se considera que la incorporación de tecnologías sofisticadas y nuevas es fundamental para impulsar avances en el transporte de carga. En conclusión, se destaca la importancia de abordar las debilidades comunes en el sector, y se proponen acciones concretas para elevar el nivel de madurez, promoviendo un transporte de carga más eficiente, sostenible y alineado con las necesidades del país.

6. Bibliografía

- Arroyo-López, P., Velázquez-Martínez, J. C., & Gámez-Pérez, K. M. (2022). Past behavior as a predictor of eco-driving practices: The case of a sustained intervention in a Mexican transportation company. *International Journal of Sustainable Transportation*, <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1959967>
- Banco Mundial. (2022, septiembre 29). *Transporte: Panorama general*. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview>
- Barrón-Bastida, M., De la torre-Romero, A., Bueno-Solano, A. (2018). Análisis exploratorio sobre el uso de soluciones tecnológicas en las empresas de autotransporte de carga. Instituto mexicano de transporte.
- Blancarte, J. (8 de febrero de 2012). ¿Qué diferencias hay de un motor moderno a uno viejo?. *Autocosmos*. <https://noticias.autocosmos.com.mx/2012/02/08/que-diferencias-hay-de-un-motor-moderno-a-uno-viejo>.
- Diseño e implementación de un modelo de madurez de capacidades logísticas en servicios de atención médica domiciliaria. (2018). Recuperado 31 de mayo de 2023, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-70272018000200192
- Fragozo, J. J. B. (n.d.). Análisis del transporte de carga terrestre en los últimos tres años en Colombia.
- Giraldo, C. (2021). Obsolescencia y congestión vehicular: dos problemas crónicos en Colombia. Tomado de la revista Portafolio. Flota de carros que está más obsoleta del país es la pública. <https://www.portafolio.co/economia/flota-de-carros-que-esta-mas-obsoleta-del-pais-es-la-oficial-569431>

- Granillo-Macias, R., Téllez-López, G., Lopez-Jimenez, J. A., & Contreras-Juarez, A. (2020). Uso de la telemetría en la administración del transporte. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, <https://doi.org/10.29057/escs.v7i13.4948>
- Ketudat, S., & Jeenanunta, C. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on logistics firms and their resilience: Case studies in Thailand. *Engineering Management in Production and Services*, 13(3), 86-98. <https://doi.org/doi:10.2478/emj-2021-0023>
- Lupano, J. A. (2013). La infraestructura de transporte sostenible y su contribución a la igualdad en América Latina y el Caribe.
- Mercado, B., & Fernanda, M. (2006). Análisis de la problemática en la implementación del transporte multimodal en Colombia.
- Oliveira Neto, G. C., Costa, I., de Sousa, W. C., Amorim, M. P. C., & Godinho Filho, M. (2019). Adoption of a telemetry system by a logistics service provider for road transport of express cargo: A case study in Brazil. *International Journal of Logistics Research and Applications*, <https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1564253>
- Pereira, R., & Serrano, J. (2020). A review of methods used on IT maturity models development: A systematic literature review and a critical analysis. *Journal of Information Technology*, 35(2), 161-178. <https://doi.org/10.1177/0268396219886874>
- Portafolio. (4 de diciembre de 2022). La apuesta para acelerar el transporte multimodal. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/la-apuesta-para-acelerar-el-transporte-multimodal-575114>
- Revista Semana. (28 de febrero de 2015). Cinco líos sin resolver del transporte. Revista Semana. <http://www.semana.com/economia/articulo/cinco-lios-sin-resolver-deltransporte/419344-3>
- Richrath, S., Plano, C., & Nesbitt, M. (2016). Transportation Performance Management Capability Maturity Model. 50-01-14014

Rivillas Mejia, C. D. (2022). Modelo de madurez para la evaluación de la logística 4.0 en operaciones logísticas de ecommerce [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82355>

Sandoval, J. G. C. (2016). Problemas del transporte de carga terrestre en Colombia. Universidad Militar Nueva Granada.

Sitrack. (2019). Qué es la telemetría y sus aplicaciones. Recuperado 3 de mayo de 2023, de <https://landing.sitrack.com/telemetria-y-sus-aplicaciones>

Zorro Galindo, E. (2020). Modelos de madurez digital en pymes – Caso de estudio de una pyme de telecomunicaciones de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77419>