

# Viabilidad de los megacamiones: Análisis de los cargadores y transportistas

Nom de l'estudiant: Joan Doliu Faneca

Nom del tutor/a: Valeria Bernardo

Data: 20-06-21

**MEMÒRIA DEL TREBALL FINAL DE GRAU**

---

**Curs: Logística y Negocis Marítims**

**Estudis: 2020-2021**

## **Agradecimientos**

Gracias a mi tutora la Dra. Valeria Bernardo por guiarme y ayudarme a lo largo de este trabajo. Un agradecimiento a todos y todas que han respondido con total sinceridad mis encuestas y un agradecimiento especial al Sr. Ricardo Lucientes, responsable de la flota del Grupo Sesé y al Sr. Joan Domenech por ponerme en contacto con el Sr. Ricardo.

## **Resumen**

El mundo del transporte está en constante evolución. Los buques son cada vez más grandes, los aviones aumentan la capacidad y ahora en el transporte por carretera se analiza la posibilidad de aumentar el tamaño de los camiones, aparece el mega camión.

Al megacamión se le plantean 3 grandes retos: Aumentar la seguridad vial, ser más eficiente y reducir las emisiones. La literatura muestra grandes avances con el uso del megacamión, pero existe una cierta inquietud sobre cual será su verdadero efecto. El objetivo es determinar si el uso del megacamión es viable para transportistas y cargadores.

El trabajo empírico realizado muestra la opinión y experiencia por parte de los transportistas y cargadores con el uso del megacamión. Explicando cual es la síntesis final del estudio.

## **Resum**

El món del transport està en constant evolució. El vaixells son cada cop més grans, els avions augmenten la seva capacitat y ara en el transport per carretera s'analitza la possibilitat de augmentar la grandària dels camions, sorgeix el megacamió.

Al megacamió se li plantegen 3 grans reptes: Augmentar la seguretat vial, ser més eficient i reduir les emissions. La literatura mostra grans avantatges amb el ús del megacamió, però existeix un certa inquietud sobre quin serà el seu verdader efecte. L'objectiu és determinar si l'ús del megacamió és viable per transportistes i carregadors.

El treball empíric fet mostra la opinió i experiència per part dels transportistes i carregadors amb el ús del megacamió. Explicant quina és la síntesi final del estudi

## **Abstract**

The world of transport is constantly evolving. Ships are getting bigger, planes are increasing their capacity and now, in road transport, the possibility of increasing the size of trucks is being analysed, the mega truck is appearing.

The mega truck has to achieve fundamental challenges: to increase road safety and to be more efficient and less polluting than normal trucks. The literature shows great progress with the use of the mega truck, but there are some concerns regarding its real effect. The objective is to determine whether the use of the mega truck is viable for hauliers and shippers.

The empirical work carried out shows the opinion and experience of hauliers and shippers with the use of the mega truck. This study will conclude with a final synthesis of findings.

## Índice

<b>1.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Marco teórico.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.</b>	<b>Importancia del transporte de mercancías por carretera .....</b>	<b>8</b>
2.1.1.	Evolución del camión en España.....	9
2.1.2.	Tipos de camiones en España.....	11
2.1.3.	Normativa española de los megacamiones .....	13
2.1.4.	Combinaciones de euro modulares más usadas .....	14
2.1.4.1.	TSR (Tractora, Semirremolque, Remolque):.....	14
2.1.4.2.	TSS (Tractora, Semirremolque, Semirremolque): .....	14
2.1.4.3.	RDS (Rígido, Dolly, Semirremolque):.....	15
<b>2.2.</b>	<b>Los megacamiones y sus 3 claves fundamentales .....</b>	<b>16</b>
2.2.1.	Seguridad vial .....	17
2.2.2.	Eficiencia del transporte .....	19
2.2.3.	Impacto ambiental.....	21
<b>2.3.</b>	<b>Conclusión Marco Teórico.....</b>	<b>23</b>
<b>3.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>26</b>
<b>4.</b>	<b>Metodología y datos .....</b>	<b>27</b>
<b>5.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>29</b>
5.1.	Resultados transportistas.....	29
5.2.	Resultados cargadores .....	35
<b>6.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>41</b>
<b>8.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>44</b>

## **1. Introducción**

El transporte de mercancías por carretera es un sector muy destacado para la UE. Actualmente un 44% de las mercancías se transportan por carretera. Además, de generar empleo a unos 5 millones de personas y contribuir en un 2% al total PIB de la UE (Kallas, 2012).

Estudios empíricos destacan la importancia del transporte en Europa. Las inversiones en este sector por parte de la UE remarcan la importancia de hacer que el transporte por carretera sea más seguro, eficaz y menos contaminante al mismo tiempo. Entre las inversiones resaltan las realizadas en el ferrocarril, contribuyendo a la multimodalidad e intermodalidad (Kallas, 2012).

Se han realizado estudios que muestran como el uso de estas modalidades conseguiría reducir los camiones y por tanto reducir el número de accidentes, congestión, emisiones y costes (Rowangould, 2013). Los resultados no fueron los esperados para poder conseguir dichos objetivos.

El megacamión pasa a formar un papel muy importante para lograr estos 3 objetivos fundamentales. En este caso, es apoyado por muchos estudios académicos para conseguir los objetivos establecidos (Castillo, Castro, & Fageda, 2016), (Ortega, Vassallo, Guzmán, & Pérez, 2014), (Christidis & Leduc, 2009). Otro estudio demuestra como el megacamión haría reducir el número de camiones, las emisiones, los costes, y por tanto alcanzar los 3 objetivos de la UE. (Pérez-martínez & Miranda, 2016a). Países como Holanda o Suecia han podido demostrar los buenos resultados de este tipo de vehículo. Reduciendo en primera instancia las emisiones y los costes (Christidis & Leduc, 2009).

El megacamión pasa a ser la carta principal para mejorar la movilidad de mercancías. Sin embargo, su adopción es reducida en Europa.

En este momento, es imprescindible comprobar lo que supondría el megacamión para los agentes de la cadena de transporte, como son cargadores y transportistas. Es decir, ¿están estos agentes preparados para el megacamión? Es por eso, que se requiere de un análisis específico para cargadores y uno para transportistas. ¿Los cargadores cuentan con almacenes adecuados para este vehículo?, ¿Los transportistas disponen

de conductores para estos vehículos?, ¿Sustituirá el megacamión al clásico camión?, ¿Qué inconvenientes supone para cargadores y transportistas?

La presente investigación pretende responder a una pregunta muy clara, pero dividida entre los principales participantes de la cadena de transporte por carretera, en este caso cargadores y transportistas: ¿Son viables los megacamiones? El análisis permite responder cual es la viabilidad de su implantación generalizada, teniendo en cuenta a todos los agentes involucrados en su utilización masiva. Mediante el análisis de estos se pretende observar si el megacamion es una opción factible de mejora en la eficiencia del transporte, para cada uno de estos. Al mismo tiempo, valorar que supondría adaptarse a esta nueva modalidad de vehículos y si el cambio es una opción factible.

La literatura sobre el megacamión se basa, especialmente, en los efectos en el medio ambiente, seguridad vial y la infraestructura vial. No hay estudios que analicen la viabilidad de este en los agentes que lo utilizan. El estudio pretende complementar las recientes investigaciones sobre el megacamión, pero desde el punto de vista de los transportistas y cargadores.

En el grado de Logística y Negocios Marítimos hemos visto asignaturas como: Cadena de suministros, transporte terrestre, economía del transporte, que nos han ayudado a entender los cambios que supone el megacamión y analizar el efecto en los cargadores y transportistas. Este nuevo vehículo de transporte por carretera generaría cambios en el transporte de mercancías. Siendo de gran interés para entender como sería el futuro del transporte por carretera.

Este estudio demostraría como se adaptaría a nivel nacional, destacando cuáles de los agentes serían los mayores beneficiados de este cambio de transporte y que se tendría que realizar para adaptarse al megacamión, viendo si sería factible o no.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Importancia del transporte de mercancías por carretera**

Los megacamiones son un conjunto de vehículos con una longitud no superior a los 25,25m, que permite transportar una masa total de 60 toneladas. Por el momento, la normativa española permitía una longitud máxima de 18,75m a los trenes de carretera, a excepción de los especializados en transporte de vehículos que se les permite hasta 20,55m cargados, y una longitud máxima de 16,50m para los vehículos articulados.

La introducción de este nuevo vehículo en la circulación española y europea supone un gran cambio para el transporte por carretera tanto a nivel español como europeo.

Países como Estados Unidos de América, México o Australia tienen implementado el uso del megacamión. Mientras que, en Europa solo destaca Suecia como impulsora del megacamión.

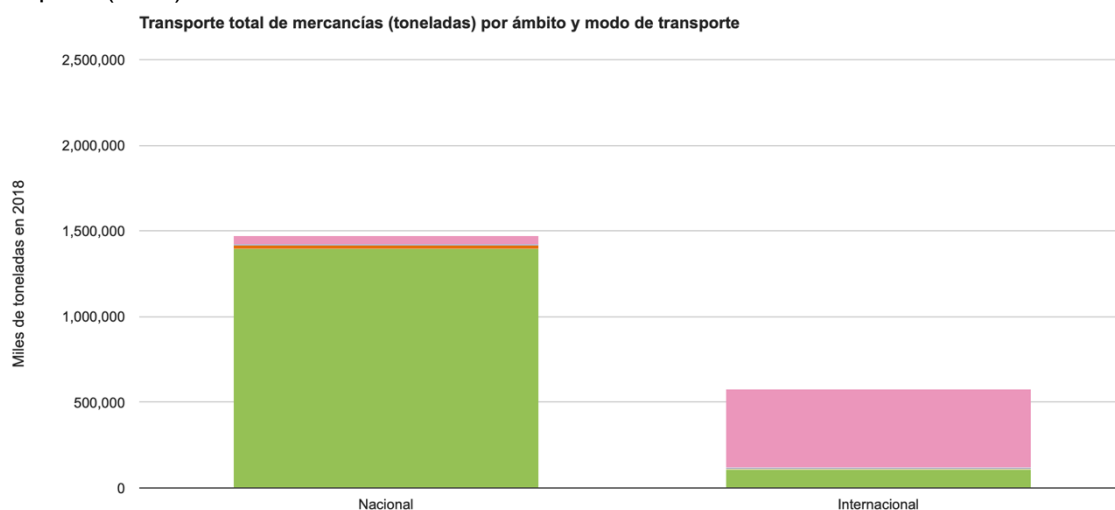
La literatura sobre el megacamión es compleja. Previos estudios empíricos realizados en Europa muestran resultados muy favorables en el ámbito de eficiencia en el transporte con el uso del megacamión (Christidis & Leduc, 2009). Por otro lado, investigaciones en el ámbito medioambiental muestran teorías distintas.



### 2.1.1. Evolución del camión en España

El camión es el principal medio de transporte de mercancías, tanto a nivel europeo como nacional desde los inicios del transporte. Siempre ha sido un facilitador del transporte, tanto para cortas como largas distancias. Aunque, desde hace unos años el portacontenedor le esta ganando terreno en las largas distancias.

Gráfico 1: Gráfico de barras del transporte de mercancías por ámbito y modo de transporte en España (2018)



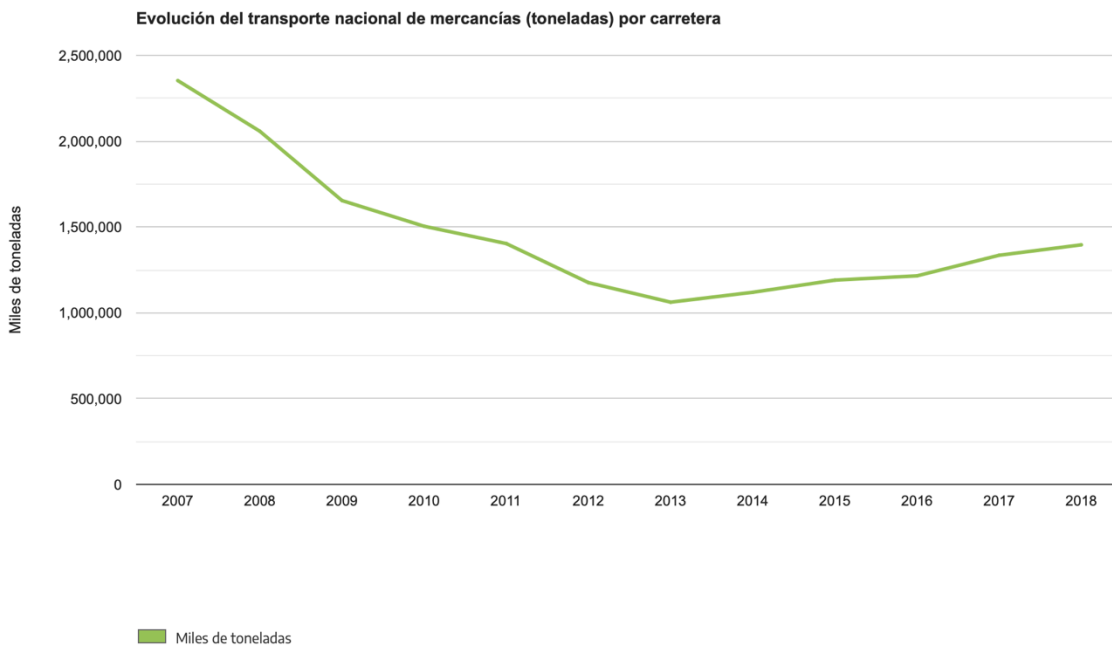
Fuente: Estadísticas Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana

En el 2018 en España más del 90% de las toneladas transportadas a nivel nacional, fueron transportadas por carretera. Mientras que, a nivel internacional pasa a tener un papel secundario.

El gobierno español juntamente con la UE intentó impulsar vías alternativas como lo es el ferrocarril. Estas medidas no dieron resultado alguno.

La evolución del camión en España va ligada al crecimiento económico del país. Cuanto mayor es el crecimiento, mayor es el número de camiones y viceversa, una relación positiva.

Gráfico 2: Gráfico lineal de la evolución del transporte nacional de mercancías por carretera



Fuente: Estadísticas Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana

Podemos observar como con la crisis del 2007 el número de camiones se reducen considerablemente y sigue con una tendencia negativa hasta el 2013. Donde a partir de este año empieza un repunte muy moderado, coincidiendo con el repunte en la economía, pero sin llegar a las cifras anteriores a la crisis.

La evolución de el camión ha ido aumentando pesos y longitudes, en busca de la eficiencia. Dentro de toda esta evolución destacan 2 grandes cambios:

En el 1967 se pasó de 16,50 m de longitud a 18 m y de 32 t a 38 t. Este cambio permitía aumentar la capacidad de transporte del camión. Más peso, más volumen. El otro cambio importante fue en el 1997, en el cual, se aumenta la longitud hasta los 18,75 m y la anchura hasta los 2,55 m. Los 4 m de altura se mantienen durante todos estos años. Estos últimos cambios siguen presentes en la actualidad.

El camión ha ido cambiando y adaptándose a los nuevos tiempos. No ha evolucionado solo en pesos y dimensiones, sino, también a nivel automovilístico, con la aplicación de motores más potentes y menos contaminantes. Además, se le añaden restricciones más severas sobre las emisiones de estos vehículos. Como es el caso de la norma euro 6 de la UE, que limita el máximo de emisiones de los camiones.

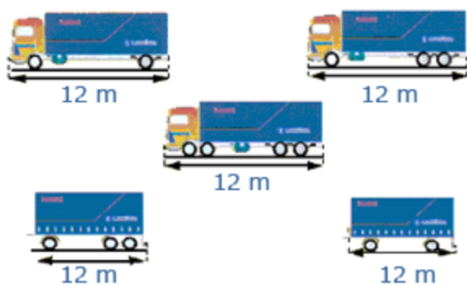
En definitiva, el camión ha ido adaptándose a los nuevos tiempos, remodelando para seguir siendo una pieza básica del transporte.

### 2.1.2. Tipos de camiones en España

Los camiones son una pieza fundamental del transporte en España. Las características de estos han cambiado a lo largo de los años, permitiendo obtener distintas configuraciones de camiones según mejor se adapte a las necesidades de la empresa.

En primer lugar, están los **vehículos rígidos**. Permiten distintas combinaciones de ejes y pesos siempre y cuando la longitud máxima no supero los 12m. Cuantos más ejes tiene el vehículo más peso se le permite llevar (Ministerio de Transportes, 2020).

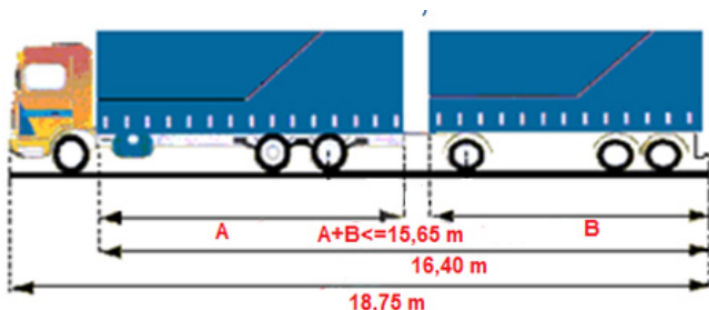
Figura 1: Esquema longitud vehículos rígidos



Fuente: Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana

El vehículo rígido se puede combinar con un remolque. La longitud de estos dos no puede superar en ningún caso los 18,75. A esta combinación se le llama **tren de carretera**. Esta es una combinación muy versátil, aunque, poco común (Ministerio de Transportes, 2020).

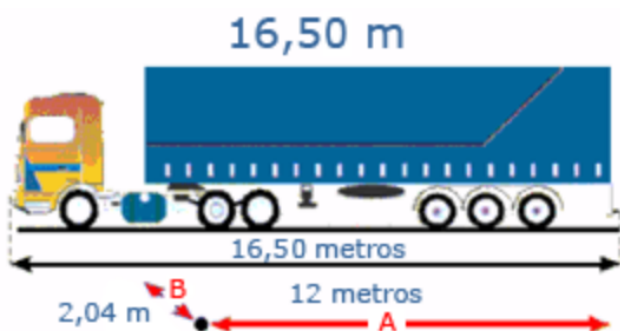
Figura 2: Longitud máxima tren de carretera



Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Otro tipo de vehículo pesado es el **vehículo articulado (tráiler)**. Este es el vehículo pesado más común en España y en toda Europa. Consiste en una tractora de 2 o 3 ejes, a la cual se le acopla un semirremolque, cuya longitud desde el pivote de enganche hasta la parte trasera no puede superar podrá superar los 12m. El conjunto no podrá superar los 16,50m (Ministerio de Transportes, 2020).

Figura 3: Longitud máxima vehículo articulado



Fuente: Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana

### 2.1.3. Normativa española de los megacamiones

Los euro modulares o megacamiones son un conjunto de vehículos con una masa máxima de 60 toneladas y una longitud que no puede superar los 25,25 metros. La circulación de los vehículos megacamiones está sujeta a la autorización por parte de la Dirección General de Tráfico (Orden MinisterialPRE/2788 2015). Es importante destacar que euro modular y megacamión hacen referencia al mismo vehículo.

Los requisitos para obtener la autorización de circulación del megacamión:

- En primer lugar, estar inscrito en el Registro de Empresas y Actividades de Transporte del Ministerio de Fomento.
- Los vehículos modulares utilizados deben estar registrados en la DGT y cumplir con los requisitos del Reglamento General de Vehículos.
- El conjunto del vehículo deberá de disponer de detectores de sistemas de advertencia de abandono y mantenimiento del carril, sistema automático de frenado de emergencia, detectores de ángulos muertos.
- Vías por donde debe circular son: Autovías, autopistas y carreteras convencionales, con calzadas separadas para cada sentido, cuando esta sea necesaria para llegar al lugar de carga o descarga del megacamión. Estos mismos centros de carga y descarga deben estar ubicados en centros logísticos, polígonos industriales y similares.
- Si la circulación por vías convencionales está condicionada por fenómenos meteorológicos adversos esta será suspendida.
- El conjunto del vehículo deberá contar con dos señales luminosas V-2 situadas tanto en la parte frontal del vehículo como en la trasera. Además, de señales V-6 que adviertan de vehículo largo.
- Los megacamiones están sujetos a las restricciones de circulación de la DGT
- Velocidad permitida:
  - 90 km/h en autopistas y autovías
  - 80 km/h en vías convencionales con un arcén igual o superior a 1,5 metros
  - 70 km/h en el resto de las vías fuera de poblado

## 2.1.4. Combinaciones de euro modulares más usadas

### 2.1.4.1. TSR (Tractora, Semirremolque, Remolque):

Esta es una combinación que consiste en acoplar un remolque al conjunto del tráiler. Es una combinación muy económica y no cuenta con gran complejidad. Además, permite tener una mayor carga útil, comparado con otras combinaciones, dado que tiene una menor tara.

Capacidad de carga:

- 2 TEUS en el semirremolque y 1 TEU en el remolque. **Un total de 3 TEUS.**
- 26 pallets americanos en el semirremolque y 14 pallets americanos en el remolque. **Un total de 40 pallets americanos.** (americanos miden 1m X 1,2m)
- 33 europalets en el semirremolque y 17 europalets en el remolque. **Un total de 52 europalets.** (europalets miden 1m X 0,8m)

Una de las principales desventajas de esta combinación es la dificultad para maniobrar. Requiere de mucho espacio y habilidad para maniobrar hacia atrás.

### 2.1.4.2. TSS (Tractora, Semirremolque, Semirremolque):

Este megacamión está compuesto por una tractora con un link de un tráiler, al cual mediante un dolly se le une un semirremolque. Esta es una combinación más compleja y a la vez más costosa, pero cuenta con un gran punto a favor, el dolly. Este dolly permite obtener un gran manejo del megacamión por separado, es decir, una vez has desenganchado el semirremolque puedes manejar sin problema el link. Además, en el caso que el espacio de maniobra hacia atrás sea muy reducido esta combinación permite

el desacople del link y el semirremolque y enganchar cada uno por separado para realizar la maniobra hacia atrás.

Capacidad de carga:

- 1 TEU en el link y 2 TEUS en el semirremolque. **Un total de 3 TEUS.**
- 14 pallets americanos en el link y 26 pallets americanos en el semirremolque. **Un total de 40 pallets americanos.**
- 17 europalets en el link y 33 europalets en el semirremolque. **Un total de 52 europalets.**

#### **2.1.4.3. RDS (Rígido, Dolly, Semirremolque):**

Esta combinación consiste en acoplar al camión rígido (en este caso de 3 ejes) un Dolly para así enganchar el semirremolque. Esta una combinación muy atractiva para las empresas que ya cuentan con camiones rígidos y tráileres, ya que solo hace falta adquirir un Dolly para crear el euro modular. Por otra parte, sino se tiene uno de los vehículos el coste aumenta considerablemente.

Esta opción de euro modular permite grandes combinaciones de cargas. Puesto que, permite cargar en el rígido las partidas con difícil acceso para el euro modular, solo hace falta desenganchar el dolly junto al semirremolque.

Por otra parte, el manejo hacia atrás requiere de gran habilidad.

En definitiva, existen una amplia de posibilidades para formar un euro modular, mientras no se pasen de 60T y de 25,25 m de longitud. Esto da un gran abanico de posibilidades, con lo que hace que las capacidades de cada euro modular varíen según las combinaciones. Estas 3 que he comentado por el momento son las más utilizadas. Además, es importante destacar que todos los megacamiones tienen una gran dificultad de manejo, sobretodo, en maniobras (Aurell & Wadman, 2007).

## **2.2. Los megacamiones y sus 3 claves fundamentales**

Los camiones son uno de los principales facilitadores del transporte en el mundo. Ocupan gran parte del segmento del transporte y son indispensables en las cadenas de suministros, ya sea como transporte principal, secundario o última milla.

Europa es sabedora de la importancia de estos, por eso, la Unión Europea asume una política de transportes, la cual, pretende armonizar bajo un único espacio la red de transportes europea, eliminando fronteras e integrando los distintos mercados de cada país (Bergqvist, R., & Behrends, 2011). Al mismo tiempo que se contribuye a la disminución de la contaminación generada por el transporte y a aumentar la seguridad vial de este. Así como hacer que el transporte sea más eficiente (Grislis, 2011).

La UE realizó proyectos para promover las autopistas del mar y el ferrocarril, para hacer del transporte terrestre un medio más limpio y seguro, pero los malos resultados de estos hicieron plantearse la hipótesis de la entrada del megacamión como mecanismo para conseguir los 3 objetivos fundamentales: Reducción de los accidentes, eficiencia del transporte y reducción de las emisiones (Castillo et al., 2016).

Se ha investigado en la literatura los posibles efectos del uso del megacamión, destacando estos efectos en el ámbito de seguridad vial, eficiencia y emisiones. Estas investigaciones nos permiten tener una idea de lo que supondría el uso de este vehículo.



### **2.2.1. Seguridad vial**

La seguridad vial es un tema muy importante para la UE, la cual hace un gran hincapié en reducir cada año las muertes ocasionadas en las carreteras europeas (Europea, 2019). Por tanto, el euro modular debe ser un vehículo que contribuya a un aumento en la seguridad vial, siendo este un aspecto fundamental para ser aceptado firmemente por los países de la UE (Knight et al., 2010).

La literatura muestra distintos impactos positivos y negativos en la seguridad vial. Aún así, estudios empíricos y pruebas realizadas en países como Holanda muestran datos positivos de estos vehículos (Arki, 2008).

El primer aspecto a tener en cuenta es que el uso del megacamión supone una reducción del tráfico de camiones pesados, ya que, la misma carga puede ser transportada por menos camiones (Grislis, 2011). Por tanto, las carreteras estarían menos congestionadas. Asimismo, la contaminación por unidad de carga también se reduce.

La probabilidad de sufrir un accidente aumenta con la distancia recorrida por vehículo. Siguiendo la lógica de este estudio la probabilidad de sufrir un accidente se reduciría, por el hecho que el mismo trabajo es realizado por menos vehículos (Christidis & Leduc, 2009).

Un estudio demuestra que el aumento de camiones medianos (5.000-15.000 kg de carga) haría aumentar también los accidentes. Mientras que, en los camiones más grandes no existe tal correlación. Por tanto, según el estudio no supondría un aumento de accidentes. Además, que el uso del megacamión contribuiría a la reducción de los camiones medianos (Castillo et al., 2016).

Un punto delicado para el megacamión son las intersecciones y los carriles de incorporación. Debido a su gran longitud pueden ocasionar un riesgo al resto de usuarios de la carretera. En este problema tiene un gran papel la aceleración del camión, ya que, a mayor aceleración menor es el riesgo de accidente. Puesto que, se equipararía en tiempos de aceleración con el clásico tráiler. También hay que tener en cuenta que la frenada del megacamión es más compleja (Grislis, 2011).

Son pocos los países europeos con experiencia con el euro modular, aún así, en Suecia se han podido analizar los accidentes en los que están involucrados los camiones pesados (Åkerman & Jonsson, 2007).

El estudio determinó que el 49% de los accidentes, en los que está involucrado un vehículo pesado, son colisiones frontales de vehículos que realizan adelantamientos peligrosos sobre los camiones (Grislis, 2011).

Otro estudio realizado en Holanda demostró que el uso del megacamión consiguió reducir la cogestión entre un 0,7%-1,4% (Christidis & Leduc, 2009).

La introducción del megacamión supone un cambio importante para el sector del transporte, favoreciendo en especial al transporte por carretera. Este factor provoca un rechazo por parte de otros medios como el ferrocarril, generando cierta incertidumbre sobre el desplazamiento de la demanda. Al mismo tiempo que se prueba la seguridad de los megacamiones. Colectivos de empresas tratan de desprestigiar dichos estudios contradiciéndolos. Aun así, los expertos siguen alegando que una reducción del tráfico de camiones favorece a la reducción de accidentes (Castillo et al., 2016).

Evidentemente que la reducción del tráfico ayuda a la reducción de accidentes, pero no es la única causa, ni la más importante. Existen una serie de factores que contribuyen a dicha seguridad. Factores humanos que no solo influyen al conductor, sino al resto de conductores. Por tanto, si se suman los factores adicionales de seguridad que ofrecen los megacamiones con una correcta conducción por parte de todos los usuarios de la carretera, se puede conseguir una reducción considerable del número de accidentes (Castillo et al., 2016).

Por otro lado, la circulación de este megacamión desgasta mucho el estado de las carreteras en su paso, destacando los puentes, pasos a nivel, entre otros. Aunque, según un estudio el megacamión cuenta con 7 o 8 ejes, en los cuales se reparte la carga. Mientras que la combinación de tractora más semirremolque cuenta solo con 5 ejes. Por tanto, la carga no queda tan repartida entre los ejes. Este factor puede mitigar el deterioro que supondría el paso de estos vehículos con 60T (Backman & Nordström, 2002).

Las carreteras están diseñadas para el paso de el clásico vehículo pesado europeo, tractora más semirremolque. Esto puede desembocar a futuros problemas de circulación para los megacamiones. Ya que, debido a su mayor longitud y número de ejes la trayectoria en curvas de estos vehículos sea un poco diferente, con lo que necesitarían más espacio para realizar las curvas. Pero el verdadero problema sería en curvas, redondas muy cerradas. Además, el coste de mantenimiento de estas aumentaría (Juzgado Pérez, 2017).

### **2.2.2. Eficiencia del transporte**

El transporte es el conector entre productor y consumidor. Desde la aparición de cualquier medio de transporte, ya sea camión, tren, barco... que la capacidad de estos no ha parado de aumentar, en busca de una mayor eficiencia. En el caso del camión, el aumento de dicha capacidad esta mucho más condicionada respecto a los otros medios.

El megacamión genera una serie de impactos que se reflejan en los costes operativos, contaminación, congestión, accidentes, demanda... El resultado del conjunto de estos impactos nos permitirá ver la utilidad que supone un aumento de capacidad y peso en los camiones.

La principal característica del megacamión es el aumento de capacidad disponible para transportar con un solo vehículo. Por lo tanto, un mismo vehículo puede transportar más carga, con lo que la productividad mejora. Esta productividad mejora aún más en los viajes de larga distancia. Asimismo, los viajes de corta distancia los suelen hacer camiones más pequeños dado que el tamaño de los envíos también lo son. Además, es importante destacar que dicha productividad de volumen transportado es aún mayor que la de peso transportado, dado a las restricciones de peso (Pérez-martínez & Miranda, 2016b).

Los megacamiones son especialmente eficientes en carreteras de gran capacidad como son: las autopistas y autovías. El uso de estos conseguiría reducir los kilómetros por vehículo respecto a los clásicos camiones.

Respecto a los costes del transporte. El megacamión también saldría beneficiado. Un estudio muestra como un aumento del 20% en la capacidad máxima de carga permitiría reducir los costes totales del transporte un 412% (Pérez-martínez & Miranda, 2016b). El coste unitario del transporte se reduciría, aunque los costes variables aumentarían dado a un mayor consumo de combustible, principalmente. Estos costes son muy sensibles al tipo de ruta, siguiendo una relación negativa, es decir, como más llana sea la carretera menor será el consumo y por lo tanto menor el coste de operaciones.

Debido al mayor consumo de combustible también aumentan las emisiones del megacamión, pero por el otro lado, la externalidad negativa de la congestión se reduce. Aunque, con la correcta implantación de los megacamiones podría llegarse a reducir el tráfico de camiones y por lo tanto reducir también la contaminación de estos (Pérez-martínez & Miranda, 2016b).

Otro punto para tener en cuenta son los regresos en vacío. Para el megacamión supone un coste mucho más elevado. Esto puede generar que los transportistas busquen cargas para lidiar con este extra-coste. Se ha demostrado en los países nórdicos que las empresas con megacamiones tienen un porcentaje más bajo de retornos en vacío respecto a las otras empresas (Backman & Nordström, 2002).

Un estudio realizado en Reino Unido determina que el uso del megacamión haría desplazar una parte de la cuota de mercado del ferrocarril hacía el megacamión. Destacando este movimiento, especialmente, de los productos de mayor volumen. Entre un 2,5% y 5,5% del total de las toneladas del ferrocarril podrían traspasarse hacía el megacamión (Knight et al., 2008).

### **2.2.3. Impacto ambiental**

La emisión desmedida, a la atmosfera, a lo largo de los años de gases de efecto invernadero están provocando el abrupto cambio climático.

La UE es consciente desde hace tiempo de los efectos de la contaminación, por eso, está adoptando medidas para revertir tal efecto. Medidas y objetivos muy exigentes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Gherzi & McDonnell, 2007).

En un primer momento la UE se desmarcó con el uso del ferrocarril y las autopistas del mar para reducir las emisiones, pero no han conseguido dichos objetivos. Las autopistas del mar tienen una capacidad finita muy difícil de ampliar.

Por este motivo, la UE lo recondujo hacia el megacamión para contrarrestar los gases de efecto invernadero emitidos por los camiones. Aunque, por el momento la efectividad de esta medida está siendo muy cuestionada, dado que muchos estudios indican un efecto contrario (Gherzi & McDonnell, 2007).

La principal virtud del megacamión es el aumento en la capacidad de transporte. Esto supone especialmente un aumento de la longitud y del peso que deriva en un mayor consumo y por lo tanto mayor emisión de gases de efecto invernadero respecto al clásico camión. Esta virtud, al mismo tiempo, hace que el megacamión sea más eficiente, tanto en costes operacionales como en emisiones, es decir, los costes y emisiones por tonelaje son menores que el clásico camión (Backman & Nordström, 2002). Aunque, es importante destacar el problema de las vueltas en vacío, ya que, supone una gran pérdida de eficiencia, sobretodo respecto a las emisiones (Pérez-martínez & Miranda, 2016a).

Se han realizado estudios que confirman este binomio, mayor capacidad implica mayor eficiencia energética. Se previenen reducciones de CO<sub>2</sub> en un 3,6%, de NO<sub>x</sub> en un 3,8% y de PM en un 5% aproximadamente (Arki, 2008). Siguiendo este efecto positivo un estudio empírico realizado en Holanda concretó una reducción del 11% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en los transportes de mercancías pesadas y de 22% en los transportes voluminosos gracias al uso del megacamión. (Aarts & Feddes, 2007).

Existen una gran variedad de vehículos pesados y con distintas combinaciones. Un estudio seleccionó 10 combinaciones de vehículos pesados, entre ellos el megacamión.

El objetivo de este estudio era demostrar cual de ellos era el más eficiente en cuanto seguridad vial, desgaste de la infraestructura, consumo, emisiones, productividad por volumen y peso. El resultado concretó el megacamión como vehículo pesado más eficiente en cuanto a la suma de todos esos parámetros (Glaeser & Ritzinger, 2012).

España también ha sido lugar de estudio para los megacamiones. El estudio diferenció 3 tipos de megacamión y pretendía determinar si la mejor opción era implantar el megacamión o seguir igual. El resultado mostró que cualquiera de los 3 megacamiones conseguía mejores beneficios que seguir igual. Aunque, entre ellos destaca la combinación de tractora con dos ejes más semirremolque con tres ejes más un remolque de dos ejes. Esta combinación conseguía una reducción de 3.542 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, reducción de las emisiones de NO<sub>x</sub> de 82.293 toneladas y reducción de las emisiones de PM<sub>10</sub> de 2734 toneladas. (Ortega et al., 2014)

Los estudios demuestran la efectividad del megacamión en la reducción de las emisiones por tonelada. Pero al mismo tiempo, existen indicios que suponen que la mejora de la eficiencia gracias al megacamión provocaría un desplazamiento de una parte de la demanda del ferrocarril hacia el megacamión. Este efecto pone en contradicho que en un largo tiempo las emisiones se reduzcan las emisiones (Ye, Shen, & Bergqvist, 2014).

Un estudio científico explica como puede ser el círculo de transferencia de demanda y lo que supondría. La migración hacia el megacamión haría que los costes del ferrocarril se repartiesen entre menos carga, por lo que, llegado a un punto no se podrían cubrir los costes variables, acelerando la migración hacia el megacamión. (Split, Doll, Pastori, & Fiorello, n.d.)

El mismo estudio confiere como serán las emisiones de los megacamiones en el corto, mediano y largo plazo: A corto plazo, 3-6 años, el megacamión conseguiría reducir las emisiones un 0,5Mt por año. Cifras que muestran la gran eficiencia de estos vehículos. A medio plazo, se empieza notar el desplazamiento de carga del ferrocarril hacia el megacamión. El aumento de este efecto reduciría los buenos resultados en emisiones del corto plazo.

A largo plazo, si tal ciclo continúa creciendo los efectos positivos del megacamión pasarían a ser negativos, en un horizonte de 15-30 años. Estaría transfiriendo mercancía que se transporta en medios “limpios” hacia un medio más contaminante. (Split et al., n.d.)

### **2.3. Conclusión Marco Teórico**

La literatura sobre el megacamión es amplia. Es una modalidad de vehículo muy utilizada en países de gran envergadura geográfica como los Estados Unidos o Australia. En Europa por el momento tiene un peso muy residual. Aunque, destaca el papel de Suecia como pionera en el uso del megacamión.

La UE ha realizado estudios empíricos sobre el megacamión, como el de Feedes, para analizar en distintos ámbitos los retos del megacamión. Los avances hacia el megacamión son escasos, ya que, países en los cuales el ferrocarril tiene un gran peso, Francia, Reino Unido, son reticentes a la posible aprobación. Por lo contrario, España ya autoriza la circulación de estos vehículos por el ámbito nacional bajo autorización expresa.

El uso del megacamión supone un cambio muy grande hacia unos nuevos estándares de transporte. Este dependerá de la capacidad de adaptación que tengan todos los componentes del transporte, en especial de cargadores y transportistas.

La literatura europea sobre el mega camión focaliza 3 grandes aspectos: Como afectará el megacamión en la seguridad vial, ¿Será más eficiente? ¿Cuál será el impacto ambiental?

Previos estudios de Grisliis (2011), Castillo, Castro y Fageda (2016), sobre la afectación del megacamión en la seguridad vial muestran resultados empíricos similares. El uso del megacamión reduciría el número de vehículos pesados y en especial de los vehículos de entre 5.000kg-15.000kg, los cuales son más propensos a sufrir accidentes. Se afirma que el tráfico y por lo tanto la congestión también se reduciría. Dada la reducción del tráfico de vehículos pesados la probabilidad de accidente también disminuiría. Aunque, ante un posible accidente la magnitud de este sería mayor.

La literatura hace hincapié en las intersecciones, carriles de incorporación como puntos frágiles. Recalcan la importancia de la circulación por vías de gran capacidad para conseguir mejores resultados en seguridad.

Todos los estudios empíricos realizados hasta el momento demuestran una mejora en la eficiencia gracias al aumento de la capacidad de transporte. Las tesis, además, añaden que mejora aún más en volumen transportado que en tonelada transportada. Debido a unas restricciones más severas respecto al peso. El Dr. Pérez Martínez resalta en su estudio empírico que la productividad mejora en los viajes de larga distancia.

Una mayor capacidad implica un aumento de los costes variables del camión, en especial, del combustible. Aunque, los costes variables aumenten el coste unitario del transporte seguiría siendo menor. Para maximizar la eficiencia los estudios recomiendan utilizar vías de gran capacidad, evitar rutas con pendientes severas y realizar una conducción eficiente. Los costes variables del megacamión son altamente sensibles.

Los estudios acerca del impacto ambiental que ocasionaría el megacamión plantean distintas teorías. La reducción de las emisiones es un aspecto fundamental para la puesta en marcha del megacamión.

El estudio realizado por Backman y Nordström (2002) demuestra que, aunque el megacamión emita más emisiones que el clásico camión, las emisiones por tonelada transportada son menores. Siguiendo este estudio las emisiones se reducirían.

Asimismo, la investigación realizada en 2012 por Glaeser y Ritzinger comparando en términos de eficiencia, seguridad vial, consumo, emisiones y desgaste de las infraestructuras y productividad entre los vehículos pesados más comunes en Europa y el megacamión. Determinó al megacamión como el vehículo más eficiente dentro de la suma de todos estos parámetros.

La literatura, mayormente, resalta grandes avances para el megacamión en aspectos fundamentales. Se evidencia la mejora en la eficiencia y por lo tanto hace el transporte con megacamión mucho más competitivo. Los estudios empíricos también demuestran una reducción de las emisiones por tonelada. Además, las investigaciones realizadas no atribuyen indicios de aumento de los accidentes, al contrario, existen indicios de una posible reducción.



Dado estos resultados, ¿Porqué no se ha implementado aún este nuevo vehículo en toda Europa? En un primer aspecto, las investigaciones apuntan a un desplazamiento de la demanda del ferrocarril hacía el megacamión. Esto a largo plazo, conseguiría aumentar las emisiones del transporte, desplazamiento de un medio de transporte relativamente limpio hacía otro altamente contaminante.

En segundo lugar, el transporte por carretera en Europa está diseñado para el tráiler. Todo está estandarizado para este vehículo. Almacenes, áreas de servicio, talleres, garajes, carreteras, buques...

En tercer lugar, el megacamión es un vehículo muy complejo, con el cual, tanto los mismos conductores de camión como los usuarios de la carretera no están habituados. Generando una incertidumbre sobre como será el verdadero efecto en la seguridad vial.

En definitiva, la introducción del megacamión supone un gran cambio en el transporte terrestre. Un cambio que afecta directa o indirectamente a toda la población. Es fundamental que exista un movimiento hacía la adaptación. Un proceso de adaptación tanto por parte de los transportistas como de todo lo que engloba en mundo del camión. Además, todos estos cambios deben ser apoyados por leyes, normativas, que favorezcan a esta transición. Al mismo tiempo, que evitan el posible desplazamiento masivo de demanda del ferrocarril hacía el megacamión. La correcta realización de este proceso de adaptación medirá el futuro éxito del megacamión, favoreciendo el cumplimiento de los buenos resultados demostrados por la literatura europea.

### 3. Objetivos

El transporte empieza con la fuerza animal evolucionando hacia los vehículos de motor, trenes, camiones, barcos y aviones. La globalización, en parte, ha desempeñado la necesidad del transporte. Conectar el mundo, culturas, productos... Los medios de transporte han mejorado mucho y dichos cambios han provocado grandes avances para las economías. Un claro ejemplo fue el contenedor, supuso un cambio radical en el transporte marítimo internacional. Reducción de coste, mejora de tiempos de carga y descarga, mejora en la eficiencia... Esto nos plantea la pregunta de si el megacamión puede provocar un cambio de tal magnitud.

Teniendo en cuenta la literatura previa. **El objetivo es averiguar la viabilidad del megacamión, tanto para cargadores como transportistas.** El estudio pretende complementar la literatura ya existente, pero desde otro punto de vista no analizado todavía. El estudio está enfocado a almacenes y transportistas. Determinar si es factible, que impedimentos hay, que se puede hacer para poder adecuar al megacamión, cuales de los dos agentes está mejor preparado. En general, mostrar unos resultados sobre como sería el futuro uso del megacamión y sus consecuencias económicas y sociales.

El estudio complementara las investigaciones ya realizadas en diferentes campos sobre el megacamión, en especial complementar el estudio empírico de Ortega, Gúzman, Vassallo y Pérez (2014). Permitirá ampliar la visión del megacamión y obtener una visión del megacamión desde otra perspectiva.

En estos momentos, surge la duda y necesidad de un nuevo cambio de camión, en este caso, hacia el megacamión. Aunque ya está presente en algunos países de la UE, la mayoría son reacio a aceptar tal magnitud de cambio.

La inexistencia de estudios previos sobre la viabilidad del megacamión para cargadores y transportista obliga a analizar todas las posibles hipótesis. El estudio pretende responder a la siguiente pregunta: **¿Es viable el uso del megacamión, tanto para cargadores como transportistas?**

#### **4. Metodología y datos**

El camión es un enlace fundamental para conectar productor con consumidor. Los cargadores son núcleo de movimiento. Reciben y expiden mercancía, entonces surge la necesidad de transporte.

El 2019 en Cataluña se transportaron por carretera 36.729 miles de toneladas con origen Cataluña y destino dentro del territorio español. Cataluña recibió 32.387 miles de toneladas del territorio español. Dentro de Cataluña se transportaron 183.521 miles de toneladas. Las recientes estadísticas en el transporte interno de mercancía por carretera en Cataluña muestran la importancia del camión, especialmente, en el transporte interno catalán (Cataluña, 2019).

El estudio complementa estudios vigentes sobre el megacamión, aportando resultados empíricos desde la visión de los transportistas y cargadores.

La metodología del estudio se basa en la realización de dos encuestas, una para los transportistas y otra para los cargadores.

Para seguir las pautas estadísticas el nivel de confianza es del 95% y el margen de error del 5%, a través de la Generalitat de Cataluña se ha conseguido el número total de empresas de transporte en Cataluña, que son, aproximadamente 28.308 empresas. Teniendo en cuenta la fórmula matemática para calcular el tamaño de la muestra. Se ha utilizado la plataforma surveymonkey para calcular el tamaño de la muestra. El resultado aplicando un 95% de confianza y un 5% como margen de error da una muestra de 380.

La población de cargadores en Cataluña es de 36.974 cargadores. La forma de calcular el tamaño de la muestra será la misma. El resultado de la muestra es 383. Las encuestas han sido enviadas, en gran parte, vía Internet, mediante grupos de transportistas en Facebook e Instagram. Además, también han sido difundidas a través de bolsas de carga, más concretamente la de Wtransnet. Por último, mediante contactos propios de transportistas y cargadores catalanes.

Las encuestas se analizan a través del análisis estadístico, mediante el uso de R commander. Las dos encuestas hacen una primera segmentación del encuestado

según el número de trabajadores. Esta primera segmentación permitirá encontrar si existe o no alguna correlación entre el tamaño de la empresa y el uso del megacamión.

La mayoría de las preguntas son cualitativas, por lo tanto, para poder analizarlas se implementan tablas de contingencia. Se analizan si las variables son independientes o no y si existe algún tipo de asociación. Para esta medida se usará el chi-cuadrado. Este análisis pretende determinar el tipo de empresas más afines al megacamión.

Para este análisis se usan distintas fórmulas estadísticas como la varianza, la desviación estándar, la media aritmética, la moda... Nos permiten analizar los datos obtenidos y responder a toda una serie de preguntas; ¿El uso del megacamión reduce los costes del transporte? La visión tanto de cargadores como de transportistas hacia el megacamión. La disposición a usar estos vehículos.

El análisis de las encuestas pretende descubrir cual es la visión, tanto para cargadores como transportistas, acerca del uso del megacamión, cual será la tendencia de uso del megacamión, la capacidad de ambos agentes.

Las encuestas están respaldadas por la entrevista formal realizada al responsable de la flota del Grupo Sesé. Permite reflejar cual es el pensamiento de este sobre el megacamión. Contrastar el megacamión y el camión. ¿Qué factores les han incitado a usar el megacamión? Encontrar patrones, si existen, del uso del megacamión. Determinar el nivel de adaptación requerido para el megacamión y las principales ventajas e inconvenientes.

La combinación de estas dos formas de análisis del megacamión espera responder a las dudas sobre el uso del megacamión y determinar cual es la visión por parte de cargadores y transportistas catalanes respecto el megacamión.

En el apartado de anexos se encuentran las dos encuestas enviadas a cargadores y transportistas.

## 5. Resultados

### 5.1. Resultados transportistas

La Generalitat de Catalunya contabiliza un total de 28.308 empresas de transporte. Cumpliendo con el tamaño de la muestra para obtener un 95% de confianza y un 5% de error. Se han obtenido 380 respuestas.

Los transportistas se han clasificado según el número de camiones: Entre 0-50 camiones, entre 51-100 camiones y más de 100 camiones. En una primera selección el 71,8% de los encuestados tienen entre 0-50 camiones, seguidos del 23,9% entre 51-100 camiones y por último el 4,2% más de 100 camiones. Existe una gran presencia de pymes en el sector del transporte, con casi tres cuartos del total. Según el instituto de estadística de Catalunya el 99% de las empresas de transporte de mercancías por carretera en Catalunya son pequeñas empresas (Cataluña, 2020).

Un segundo desglose presenta que solo el 4,2% de las empresas de transporte tienen al menos 1 megacamión. El uso del megacamión por parte de empresas catalanas es muy reducido.

Dentro de las empresas con megacamión destacan las empresas de transporte con más de 100 camiones con un 50% disponen de al menos un megacamión. Mientras que, solo el 7,69% de las empresas de entre 51-100 camiones disponen de algún megacamión. El 0,36% de las empresas de entre 0-50 camiones tienen megacamiones.

Tabla 1: Media y desviación estándar según el número de camiones

Nº Camiones	Resultados	Media	Desviación Estándar
0-50 Camiones	273	.003663	.0605228
51-100 Camiones	91	.0769231	.2679457
+100 Camiones	16	.5	.5163978

Fuente: Resultados encuestas transportistas analizado mediante R.

El uso del megacamión mejora cuanto mayor sea la empresa. Existe una asociación firme entre el número de camiones y la disponibilidad de megacamiones. El estudio permite afirmar que la disponibilidad de megacamiones depende del tamaño de la empresa.

El 43,2% de los encuestados no están dispuestos a usar el megacamión para ser más competitivos. El desglose de esta variable entre el tamaño de las empresas refleja los siguientes aspectos:

- Entre 0-50 camiones: Solo el 24,9% está dispuestos a usar el megacamión.
- Entre 51-100 camiones: El 89,01% está dispuesto a usar el megacamión.
- Más de 100 camiones: El 93,75% está dispuesto a usar el megacamión.

Las empresas pequeñas son tres cuartos de los resultados, por lo tanto, el 75,1% no estaría dispuesto a usar el megacamión para ser más competitivo. Esto genera que el global de los resultados refleje que el 43,2% no este dispuesto, pero clasificado por el tamaño demuestra que las empresas con más volúmenes de camiones están altamente interesadas en el uso del megacamión para ser más competitivas. Además, este porcentaje aumenta cuantos más camiones tienen.

El megacamión es un vehículo de gran longitud y tonelaje. La literatura muestra puntos débiles en el manejo de estos vehículos como son: intersecciones, carriles de

aceleración o el manejo hacía atrás, en el cual, la habilidad del conductor es el factor clave.

Tabla 2: Media y desviación estándar de las distintas variables de la encuesta a transportistas

<b>Variables</b>	<b>Resultados</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Megacamiones</b>	380	.0421053	.2010941
<b>Megacamiones para ser más competitivo</b>	380	.4315789	.4959494
<b>Conductores preparados</b>	380	.7026316	.4577027
<b>Uso del megacamión si la competencia lo usa</b>	380	.4	.4905438
<b>Megacamión puede sustituir al tráiler</b>	380	.0394737	.1949758

Fuente: Resultados encuestas transportistas analizado mediante R.

Los resultados muestran como el 70,3% de los encuestados afirman que sus conductores están preparados para conducir un megacamión. Clasificado entre el número de camiones refleja el patrón que se repite en gran parte del análisis de las variables. Las empresas con más camiones afirman ampliamente que los conductores están preparados. Cuanto mayor es el número de camiones mayor es la asociación entre estas dos variables.

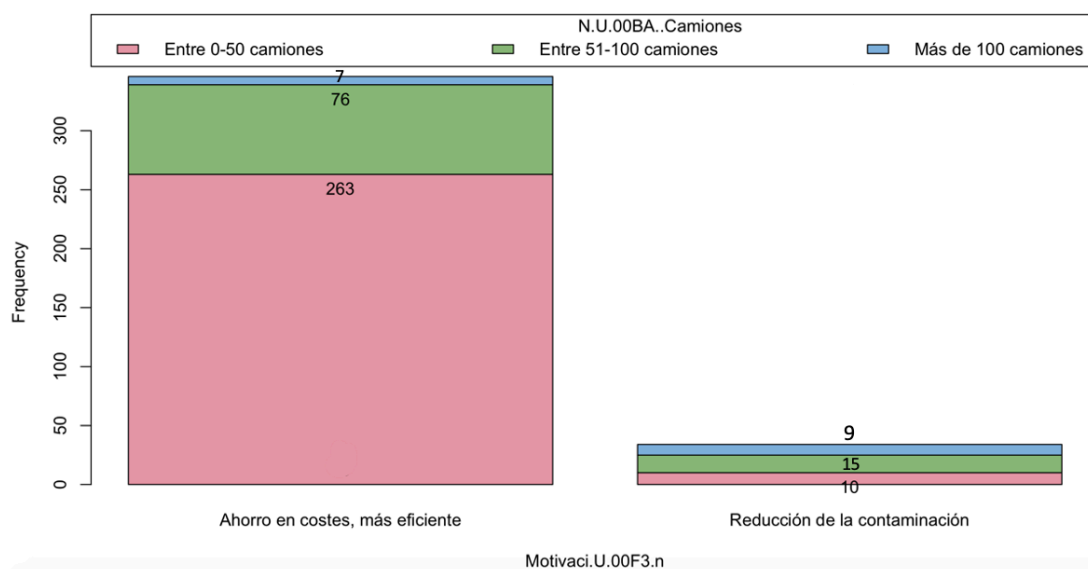
- Entre 0-50 camiones: El 66% apoya que los conductores están preparados para conducir megacamiones.
- Entre 51-100 camiones: El 79% apoya que los conductores están preparados para conducir megacamiones.

- Más de 100 camiones: El 87,5% apoya que los conductores están preparados para conducir megacamiones.

En las encuestas se plantean 3 factores para motivar el uso del megacamión: Ahorro en costes, reducción de la contaminación y aumento de la seguridad vial.

La principal motivación para el uso del megacamión es el ahorro en costes con un 91,1% frente a la reducción de la contaminación con el restante 8,9%.

Gráfico 3: Motivación para el uso del megacamión según el número de camiones



Fuente: Resultados encuestas transportistas analizado mediante R.

Las empresas tanto de entre 0-50 camiones o las de 51-100 camiones comparten como principal motivación los ahorros en costes. Mientras que las empresas de más de 100 camiones su principal motivación es la reducción de la contaminación.

Las pequeñas y medianas empresas aún tienen a la reducción de costes como factor diferenciador para atraer más clientes. Mientras que, las grandes empresas, ya consolidadas, se plantean la reducción de la contaminación como factor diferenciador, dada a la alta concienciación social sobre el calentamiento global.



Otro aspecto analizado en las encuestas es la sensibilidad a la competencia. Si la competencia empezará a usar megacamiones el 40% también lo haría. Existe una fuerte asociación entre las empresas que usarían el megacamión para ser más competitivo y las empresas que empezarían a usar el megacamión si la competencia lo hiciese. Además, las empresas con más camiones son más sensibles al factor de la competencia.

- Entre 0-50 camiones: El 23,44% son sensibles a la competencia
- Entre 51-100 camiones: El 82,41% son sensibles a la competencia
- Más de 100 camiones: El 81,25% son sensibles a la competencia

El uso del megacamión depende en parte de los almacenes donde se carga. La encuesta refleja dos aspectos fundamentales:

- 1) ¿Los almacenes, donde cargan los transportistas, cargan también megacamiones?  
En el 91,3% no se cargan megacamiones
- 2) ¿Los almacenes donde se carga habitualmente son accesibles para megacamiones?  
En el 67,9% afirman que no son accesibles para megacamiones

El 4,2% de los transportistas tienen algún megacamión. Destaca que un poco más de la mitad, concretamente el 62,5% han conseguido reducir el coste del viaje. El 70% de los que han conseguido reducir el coste del viaje piensan ampliar el número de megacamiones. Aunque, el global muestra como el 56,25% de los encuestados no están dispuestos a ampliar la flota de megacamiones.

En algunos casos no se ha podido reducir el precio unitario de transporte con el megacamión. El responsable de la flota del Grupo Sesé indica cuales pueden ser algunos de los motivos de esta ineficiencia:

En un primer aspecto, para la formación de un megacamión requiere de una inversión inicial de cerca 40.000€ y de formación adicional al chofer sobre este nuevo vehículo.

En la práctica se han encontrado con grandes problemas para encontrar cargas para el remolque adicional del megacamión. Obligando en severas ocasiones a dejar parada esta unidad y desperdiciar a un conductor formado para el megacamión. Además, de un aumento de más del doble en el precio de las autopistas sumado a la lentitud de la administración para conceder las autorizaciones.

Todo este seguido de factores provoca que en ocasiones no se consiga reducir el precio unitario, ya que no se habían tenido en cuenta.

El uso del megacamión se caracteriza en la teoría como un factor característico y competitivo que permite marcar diferencias frente a los otros competidores. El estudio muestra como solo el 56,25% que tienen megacamión afirman que marca la diferencia. No existe una clara evidencia sobre el megacamión como factor diferenciador.

Otra variable destacada en el estudio es la variable: ¿Qué incito al megacamión? El cliente o iniciativa propia. Los resultados muestran que el 43,75% fue por iniciativa propia, mientras que, el restante fue por incitación del cliente.

Esta variable muestra una fuerte asociación con la variable anterior, si el megacamión marca la diferencia. El 77,77% que afirman el megacamión como factor diferenciador usan el megacamión por iniciativa propia.

## **5.2. Resultados cargadores**

En Cataluña hay registrados un total de 36.974 de cargadores. Se han obtenido un total de 383 respuestas que permiten obtener un 95% de confianza y un 5% de error.

Los cargadores se han clasificado según su tamaño de empresa basado en el número de empleados:

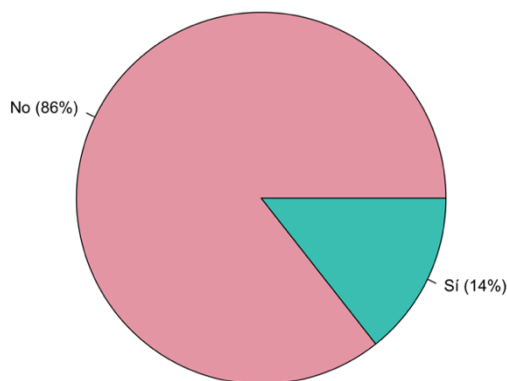
- 1-10 empleados: Microempresas
- 11-50 empleados: Pequeñas empresas
- 51-250 empleados: Medianas empresas
- +251 empleados: Grandes empresas

El tejido empresarial de las empresas encuestadas se compone en un 95,5% de pymes. En el cual, más de la mitad son pequeñas empresas, un cuarto microempresas y otro cuarto medianas empresas. Esta estructura se asemeja a la estructura empresarial de las empresas cargadores en Cataluña, en las cuales, más del 96% son pequeñas empresas (Cataluña, 2020).

Una primera clasificación presenta que el 85,63% de los cargadores no han cargado ningún megacamión y el 14,36% restante lo ha cargado en alguna ocasión. La clasificación por número de empleados muestra los siguientes resultados:

- 1-10 trabajadores: Ninguna de las empresas ha cargado un megacamión.
- 11-50 trabajadores: El 1,60% ha cargado al menos un megacamión.
- 51-250 trabajadores: El 37,25% ha cargado al menos un megacamión.
- Más de 250 trabajadores: El 82,35% ha cargado al menos un megacamión.

Gráfico 4: Almacenes que han cargado un megacamión



Fuente: Resultados encuesta a cargadores analizado mediante R

Los resultados muestran como el megacamión tiene un papel muy residual en las pequeñas y medianas empresas. Mientras que, en empresas grandes el megacamión ya ha sido usado como vehículo de transporte. Por lo tanto, existe una tendencia positiva de usar el megacamión cuanto mayor sea la empresa.

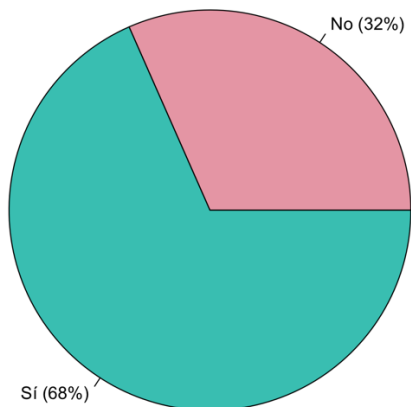
Aunque, una gran mayoría de los encuestados no ha cargado nunca un megacamión el 68,40% estaría dispuesto a hacerlo si consiguiese bajar los precios del transporte. Mientras que, el 31,60% restante no lo estaría. El desglose según el tamaño de la empresa presenta los siguientes resultados:

- 1-10 trabajadores: El 9,09% estaría dispuesto a cargar megacamiones.
- 11-50 trabajadores: El 74,33% estaría dispuesto a cargar megacamiones.
- 51-250 trabajadores: El 97,05% estaría dispuesto a cargar megacamiones.
- Más de 250 trabajadores: El 100% estaría dispuesto a cargar megacamiones.

Más de la mitad del total de las empresas están dispuestas a cargar megacamiones si consigue reducir el precio del transporte. Este porcentaje aumenta aún más si aumenta el tamaño de la empresa. Se repite la tendencia positiva entre el uso del megacamión y el tamaño de la empresa. Las empresas entre 1-10 trabajadores no están interesadas en este tipo de vehículo. Uno de los principales motivos es porque estas empresas no

cuentan con el suficiente volumen como para poder llenar un megacamión. Además, que no cuentan con la infraestructura necesaria para poder albergar estos vehículos.

Gráfico 5: Disposición de los almacenes a cargar megacamiones



Fuente: Resultados encuesta a cargadores analizado mediante R

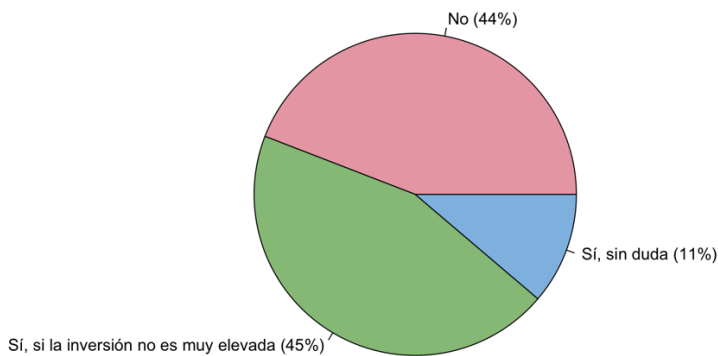
Por un lado, el 68,40% de las empresas están dispuestas a cargar megacamiones, pero solo el 25,57% tiene el almacén preparado para albergar estos vehículos. Por el otro lado, el 64,12% del total estaría dispuesto a realizar una inversión, si no es muy elevada, para poder albergar megacamiones. El 16,41% realizaría la inversión sin dudarlo y el 19,56% no estaría dispuesto a realizar ninguna inversión.

Según tamaño de las empresas por el número de trabajadores.

- Entre 1-10 trabajadores: El 92,20% no realizaría ninguna inversión para poder albergar megacamiones. El restante 7,80% la realizaría si no es muy elevada.
- Entre 11-50 trabajadores: El 49,73% no realizaría ninguna inversión para poder albergar megacamiones. El 49,19% la realizaría si no es muy elevada y el 1,06% la realizaría sin dudarlo.
- Entre 51-250 trabajadores: El 66,66% realizaría una inversión si no es muy elevada y el 28,43% la realizaría sin dudarlo. Mientras que el 4,90% no estaría dispuesto a realizar ninguna inversión.
- Más de 250 trabajadores: El 14,70% estaría dispuesto a realizar una inversión si no es muy elevada y el restante 85,29% la realizaría sin dudarlo.

Las pequeñas empresas no están dispuestas a realizar ningún tipo de inversión. Mientras que, las empresas con más trabajadores tienden a tener un porcentaje más elevado a realizar inversiones.

Gráfico 6: Disposición a invertir para adaptarse al megacamión



Fuente: Resultados encuesta a cargadores analizado mediante R

El uso del megacamión supone una nueva forma de transportar mercancía por carretera. Los encuestados han podido elegir entre el megacamión o el clásico camión, el tráiler.

- 1-10 trabajadores: El 85,71% prefiere cargar trailers, aunque, el precio sea más elevado.
- 11-50 trabajadores: El 71,12% prefiere cargar megacamiones, si el precio unitario del transporte es menor.
- 51-250 trabajadores: El 97,05% prefiere cargar megacamiones si el precio unitario es menor.
- Más de 250 trabajadores: El 94,11% prefiere cargar megacamiones si el precio unitario es menor.

Las grandes empresas son más afines al uso del megacamión, mientras que, las pequeñas no les interesa este tipo de vehículo. Aunque, exista esta disyuntiva entre el tipo de vehículo según el tamaño de la empresa. El 96,6% afirman que el megacamión en ningún caso puede reemplazar al tráiler.

Algún encuestado indica que cada vehículo de transporte tiene una función específica y entre ellos se complementan para ser más eficientes.

## **6. Conclusiones**

El megacamión es un conjunto de vehículos con una longitud de 25,25 m y un peso máximo de 60T. Este tipo de vehículos es muy común en países de gran extensión, como son: Australia o Estados Unidos, pero también son muy comunes en algunos países del norte de Europa.

La introducción del megacamión en Europa tiene como uno de los principales objetivos de reducir la contaminación.

La literatura sobre el megacamión es muy extensa. La UE ha realizado grandes estudios que analizan el impacto de el uso de estos vehículos. En la teoría los estudios coinciden en los avances que supondrían.

Las investigaciones de campo a transportistas y cargadores catalanes permiten compara de la teoría de los estudios y la práctica del uso del megacamión.

En un primer aspecto, el uso del megacamión en Cataluña es muy reducido, tanto por parte de transportistas como de cargadores. En un país donde predominan las pequeñas y medianas empresas, el principal uso del megacamión lo realizan las grandes empresas.

Los pequeños transportistas no están dispuestos a usar el megacamión. Mientras que, las medianas empresas lo estarían consiguiesen ahorrar en costes. Los cargadores muestran un mayor interés en el uso del megacamión, siempre que se consiga reducir el precio del transporte. Aunque, las limitaciones físicas de la mayoría de los almacenes dificultan la posibilidad de cargar megacamiones. La gran longitud y su dificultad para maniobrar hace que se requiera de un gran espacio para estos vehículos y la mayoría de los almacenes carecen de por lo menos una de estas dos. Sin ir más allá los principales mercados de mayoristas de fruta y verdura de España, como son: Mercamadrid y Mercabarna, carecen de estas características.

La experiencia propia del responsable de la flota del Grupo Sesé informa detalladamente, en una entrevista formal, de la experiencia del megacamión en Cataluña.

En una primera mención, destaca la lentitud con la que se conceden las autorizaciones. Los cargadores exigen una clara reducción del precio del transporte, lo que provoca, que en muchos casos no se tenga en cuenta la inversión inicial, tanto en capital como en formación humana.

En la práctica se han encontrado con una gran dificultad para encontrar cargas para el remolque del megacamión. Provocando que esa parte del conjunto se quede parada y desperdiciar un conductor altamente formado para conducir megacamiones. Además, destaca también el elevado precio de las autopistas, más del doble que los camiones.

Por su parte el megacamión en España no tiene futuro. No trasladará carga del ferrocarril al megacamión y mucho menos sustituirá al clásico camión, el tráiler. Además, esta visión es compartida por el 95% de los encuestados, afirmando que el megacamión no sustituirá al tráiler.

En definitiva, la práctica en Cataluña es muy distinta a la teoría establecida. Hace falta una gran adaptación por parte de todos para que el megacamión entre en el engranaje del transporte. Las encuestas muestran como en un país de pymes solo algunas de las grandes empresas están dispuestas y usan el megacamión y por el momento su experiencia con ellos no ha sido la esperada. En un futuro no se espera un gran éxito del megacamión, sus límites fuera de los estándares del transporte dificultan su implementación en las cadenas de suministro.

En su defecto, para propiciar el uso del megacamión entre las empresas, el gobierno español debe impulsar un plan actuación con medidas que se adapten tanto a los transportistas como a los cargadores, que faciliten el uso de este. Recompensar a los transportistas el uso del megacamión, formar conductores, acelerar los tramites para las autorizaciones. Establecer un plan de ayuda a los cargadores que quieran adaptarse al megacamión.



## 7. Bibliografía

- Aarts, L., & Feddes, G. (2007). *Experiences with longer and heavier vehicles in the Netherlands*.
- Åkerman, I., & Jonsson, R. (2007). European Modular System for Road Freight Transport – Experiences and Possibilities. *TransportForsk*.
- Arki, H. (2008). EUROPEAN STUDY ON HEAVY GOODS VEHICLES' WEIGHTS AND DIMENSIONS. *Sétra : Service d'études Sur Les Transports, Les Routes et Leurs Aménagement. French Ministry*, 1–11.
- Aurell, J., & Wadman, T. Vehicle Combinations Based on the Modular Concept: Background and Analysis (2007). Retrieved from <http://www.nvfnorden.org/lisalib/get-file.aspx?itemid=1589>
- Backman, H., & Nordström, R. (2002). Improved Performance of European Long Haulage Transport. *Institutet För Transportforskning*.
- Bergqvist, R., & Behrends, S. (2011). Assessing the effects of longer vehicles: The case of pre- and post- haulage in intermodal transport chains. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 31(5), 591–602. Retrieved from doi:10.1080/01441647.2011.584980
- Castillo, J., Castro, M., & Fageda, X. (2016). EXPLORING THE RELATIONSHIP BETWEEN TRUCK LOAD CAPACITY AND TRAFFIC ACCIDENTS IN THE EUROPEAN UNION. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (2015), 1–38.
- Cataluña, I. de E. de. (2019). Estadísticas de toneladas transportadas en Cataluña.
- Cataluña, I. de E. de. (2020). Empreses amb establiments a Catalunya per branca i assalariats.
- Christidis, P., & Leduc, G. (2009). Longer and Heavier Vehicles for freight transport. *Institute for Prospective Technology Studies (IPTS), Joined Research Centre (JCR), European Commission*.
- Europa, C. (2019). Marco de la política de la Unión Europea en materia de seguridad vial para 2021-2030, (2019). Retrieved from [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/move-2019-01178-01-00-es-tra-00.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/move-2019-01178-01-00-es-tra-00.pdf)
- Gherzi, F., & McDonnell, S. (2007). The impacts of long-term CO 2 objectives on short-term transportation trends in the European Union. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, XI(3).

- Glaeser, K.-P., & Ritzinger, A. (2012). Comparison of the performance of heavy vehicles Results o the OECD study: “Moving Freight with Better Trucks.” *SciVerse ScienceDirect*, 48, 106–120. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.992>
- Grislis, A. (2011). Longer combination vehicles and road safety. *Transport Reviews*, (2010), 336–343. <https://doi.org/10.3846/transport.2010.41>
- Juzgado Pérez, M. A. (2017). *Estudio del impacto de los vehículos en configuración euro- modular sobre las carreteras de la red española*.
- Kallas, S. (2012). Transporte por carretera Un cambio de rumbo. *Comisión Europea*.
- Knight, I., Burgess, A., Jacob, H. M. B., Irzik, M., Aarts, L., & Vierth, I. (2010). Assessing the likely effects of potential changes to European heavy vehicle weights and dimensions regulations – Project Inception Report. *Comisión Europea*.
- Knight, I., Newton, W., Mckinnon, A., Palmer, A., Barlow, T., McCrae, I., ... Taylor, N. (2008). Longer and/or Longer and Heavier Goods Vehicles (LHVs) – a Study of the Effects if Permitted in the UK: Final Report. *Published Project Report PPR285*.
- Ministerio de Transportes, M. y A. U. (2020). Esquema Longitud - Vehículos rígidos , Tren de carreteras , Vehículos articulados , Trenes de carretera de transporte de vehículos Longitud de vehículos rígidos.
- Ortega, A., Vassallo, J. M., Guzmán, A. F., & Pérez, P. J. (2014). Are Longer and Heavier Vehicles ( LHVs ) Beneficial for Society ? A Cost Benefit Analysis to Evaluate their Potential Implementation in Spain. *Transport Reviews*. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.891161>
- Pérez-martínez, P. J., & Miranda, R. M. (2016a). Sensitivity analysis of impact model for road freight by the increase in the use of larger trucks in Spain. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 16(16), 53–75.
- Pérez-martínez, P. J., & Miranda, R. M. (2016b). Sensitivity analysis of impact model for road freight by the increase in the use of larger trucks in Spain, 16(16), 53–75.
- Rowangould, G. (2013). Public financing of private freight rail infrastructure to reduce highway congestion: A case study of public policy and decision making in the United States. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 25–36.
- Split, M., Doll, C., Pastori, E., & Fiorello, D. (n.d.). THE IMPACT OF ROAD CHARGES ON EFFICIENCY , MODAL SPLIT AND CLIMATE BALANCE OF LONGER AND HEAVIER. In *World Conference on Transport Research* (pp. 1–17).
- Ye, Y., Shen, J., & Bergqvist, R. (2014). High-Capacity Transport Associated with Pre-

and Post-Haulage in Intermodal Road-Rail Transport. *Scientific Research*, (July), 289–301.

## **8. Anexos (documento aparte)**