

REPERCUSIONES DEL AUMENTO DE LA MMA EN LOS VEHÍCULOS PESADOS A 44 TONELADAS

Dra. Sara Cabezudo, Dpto. Organización de Empresas

Coordinadora del Aula Empresa de Transporte UPV/EHU-Fundación Guitrans

Dra. Miriam Peñalba, Dpto. Física Aplicada

Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa/Gipuzkoako Ingeniaritza Eskola

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Contenido

Listado figuras	2
Listado Tablas	2
1. OBJETIVO DEL TRABAJO	4
2. INTRODUCCIÓN	4
3. ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE TRÁFICO QUE SE VERÍA AFECTADO POR ESTE CAMBIO	7
4. REPERCUSIONES DE LA MEDIDA	12
a. Cambios en la productividad	12
b. Variación en los costes	15
c. Evolución de la demanda de transporte	28
d. Efecto sobre los precios de la tonelada transportada	31
e. Efectos sobre el pavimento	37
f. Repercusiones medioambientales	44
i. Efecto sobre las emisiones de CO2	44
ii. Efecto sobre la directiva 2015/719	45
g. Repercusiones sobre la seguridad vial	46
5. MEDIDAS DE CONTROL	52
6. CONCLUSIONES	53
7. BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXO 1: DIMENSIONES Y PESOS MÁXIMOS EN EUROPA	59

Listado figuras

Figura 1: Diferente normativa nacional e internacional	4
Figura 2: Cambios normativos introducidos en el año 2015.....	6
Figura 3: Formulario de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (EPTMC).....	8
Figura 4: Porcentaje del volumen actual de operaciones realizadas por vehículos T2S3 con una carga de 40t.....	12
Figura 5: Porcentaje de empresas con 6 o más vehículos	14
Figura 6: Posibles escenarios.....	15
Figura 7: Desglose costes	16
Figura 8: Variación en los costes si se transportan en todas las operaciones 44 toneladas	28
Figura 9: Evolución del número de operaciones de transporte en el mercado nacional	29
Figura 10: Comparación entre la evolución de los precios y de los costes del transporte	31
Figura 11: Comparación precios en el “escenario de precios 2”	34
Figura 12: Comparación precios escenarios de precios 2 y 3	35
Figura 13: Evolución del índice de precios al transporte por carretera de mercancías de larga distancia en Francia.....	37
Figura 14: Clasificación de los firmes para tráfico intenso según la norma estatal y la europea 38	
Figura 15: Fallecidos en el año 2018 por millón de habitantes	47
Figura 16: Fallecidos en el año 2001 por millón de habitantes	47
Figura 17: Evolución del número de fallecidos en carretera en Francia	51
Figura 18: Evolución del número de fallecidos en carretera en Portugal.....	51

Listado Tablas

Tabla 1: Pesos y dimensiones máximas para el transporte internacional según la Directiva 96/53	5
Tabla 2: Clasificación del transporte de mercancías total entre viajes nacionales e internacionales.....	8
Tabla 3: Clasificación del transporte nacional por tipo de vehículo	9
Tabla 4: Clasificación del transporte por diferentes tipos de vehículos articulados	9
Tabla 5: Clasificación del transporte por vehículos articulados de 5 o 6 ejes.....	10
Tabla 6: Resultados de estudios anteriores sobre porcentaje de operaciones a carga completa, datos 2011.....	10
Tabla 7: Clasificación de las cabezas tractoras en función de la norma Euro que cumplen (I)...	11
Tabla 8: Clasificación de las cabezas tractoras en función de la norma Euro que cumplen (II)	11
Tabla 9: Distribución de la MMA entre tara y capacidad de carga	12
Tabla 10: Clasificación de las empresas de transporte en función del número de vehículos que tienen	13
Tabla 11: Costes directos vehículo articulado de carga general de 5 ejes y MMA 40 t.....	17

Tabla 12: Costes directos vehículo articulado de carga general de 5 ejes y MMA 44 t.....	19
Tabla 13: Características técnicas del vehículo en el escenario base (40 t).....	20
Tabla 14: Desglose de costes por vehículo en el escenario base (40 t) con los datos de la tabla 11.....	21
Tabla 15: Cálculo variables en el escenario base (40t)	22
Tabla 16: Cálculo de costes en el escenario 1: vehículo cargado con 44 toneladas con aumento en la cifra de negocios (Datos calculados con los valores de la tabla 12).....	23
Tabla 17: Cálculo variables en el escenario 1: vehículo cargado con 44 tn con aumento de la cifra de negocios	24
Tabla 18: comparación variables escenario 1 con escenario base	24
Tabla 19: Cálculo de costes escenario 2: vehículo cargado con 44 t sin aumento en la cifra de negocio.....	26
Tabla 20: Cálculo variables escenario 2: Vehículo cargado con 44 tn sin aumento en la cifra de negocios	26
Tabla 21: Comparación variables escenario base y escenario 2	27
Tabla 22: Evolución toneladas transportadas.....	29
Tabla 23: datos PIB en volumen encadenado.....	30
Tabla 24: comparación de los precios si se reparte la ganancia de productividad.....	33
Tabla 25: Listado precios en el “escenario de precio 3”	35
Tabla 26: Clasificación de las vías en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados	38
Tabla 27: Datos técnicos empleados en los estudios que analizan el impacto sobre el firme...	41
Tabla 28: Resultados de agresividad sobre el firme por vehículo.....	42
Tabla 29: Resultados de agresividad sobre el firme por tonelada transportada	43
Tabla 30: Factores de conversión a unidades de CO2 equivalente	45
Tabla 31: Comparación Fallecidos en carretera entre los años 2001 y 2018	48
Tabla 32: Comparación Fallecidos en carretera por kilómetros recorridos en los países de la UE	49

1. OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo del presente trabajo es analizar las repercusiones que tendría un cambio en la normativa estatal que permitiese aumentar la carga máxima transportada por los vehículos pesados. La posibilidad de incrementar el número de toneladas transportadas en cada viaje tiene repercusiones sobre el número de camiones que son necesarios, sobre los costes para el sector, sobre los precios de la tonelada transportada, sobre el deterioro de los firmes, sobre la siniestralidad en la carretera y sobre las variables medioambientales. En el presente informe se realizan los cálculos para un aumento de la carga máxima permitida en los vehículos pesados de 40 a 44 toneladas.

2. INTRODUCCIÓN

La Directiva Europea 96/53/CE establece el peso y las dimensiones máximas, que deben cumplir todos los vehículos que se dedican al transporte internacional de mercancías en la UE. Sin embargo, en la misma, se permite que los Estados miembro regulen su propio mercado nacional, estableciendo pesos y dimensiones diferentes. Como resultado, en la actualidad, el mercado internacional del transporte está regulado por unas normas comunes, mientras que el transporte interior de cada Estado Miembro tiene sus propias normas de peso y volumen máximo.

Figura 1: Diferente normativa nacional e internacional



Las limitaciones que marca esta directiva en las dimensiones para los vehículos articulados de 5 o 6 ejes cuando realizan transporte internacional son:

Tabla 1: Pesos y dimensiones máximas para el transporte internacional según la Directiva 96/53

Dimensiones máximas	Peso máximo	Excepción: Transporte combinado ¹ para vehículo articulado de T3S2 ² ó T3S3 si transporta contenedor ISO de 40 pies.
Altura: 4 m Anchura: 2,55m Longitud: 16,50 metros	40 toneladas	44 toneladas

Elaboración propia

En el año 2015, la Unión Europea publica una nueva directiva (2015/719), de aplicación en todos los Estados miembro y que modifica a la anterior, tanto en las dimensiones como en el peso máximo. El objetivo es permitir cambios físicos en los vehículos pesados que implican más peso y ocupan espacio, sin que se vea afectada la capacidad de carga de los mismos, siempre y cuando estas modificaciones contribuyan a alguno de estos objetivos:

- Disminuir las emisiones de CO2
- Mejorar la seguridad vial
- Fomentar el transporte intermodal

De esta forma, las dimensiones podrán ser superiores como resultado de la incorporación de dispositivos retráctiles o plegables, que mejoren la aerodinámica de los vehículos, así como cambios en el perfilado de la cabina. La condición a cumplir es que la incorporación de los mismos debe implicar un menor consumo de combustible o una mejora en la seguridad vial al reducir ángulos muertos y/o incorporar estructuras de absorción de energía en caso de colisión. Todos estos dispositivos deben estar debidamente homologados antes de su comercialización en los mercados. La directiva permite aumentar las dimensiones en 50 cm.

La segunda situación en la que esta directiva prevé un aumento del peso es en los vehículos que emplean combustibles alternativos, por ejemplo, GNC o GLP, o sistemas de propulsión híbridos. Al utilizar estas alternativas tecnológicas, los vehículos y sus depósitos pesan alrededor de una tonelada más que los vehículos convencionales, peso que se añade al máximo permitido para que pueda transportar una carga idéntica a la de los vehículos convencionales. El objetivo es que el empleo de los nuevos combustibles no vaya en detrimento de la capacidad de carga del vehículo.

La tercera situación que contempla esta directiva es en el caso del transporte combinado con contenedor ISO de 45 pies en una distancia máxima de 150 km. En este caso, la longitud se

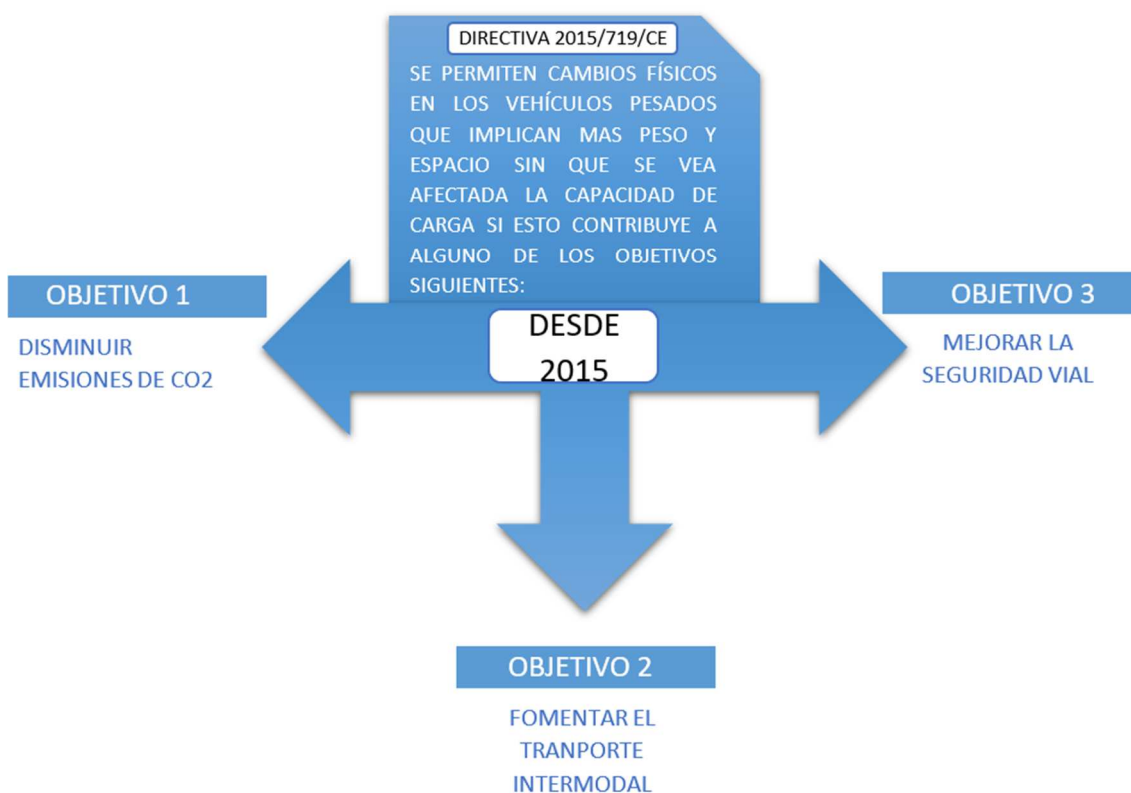
¹ Tráfico combinado: tipo de transporte intermodal en que se transporta la mercancía en un contenedor sin ruptura de carga entre dos medios de transporte, siendo el recorrido más largo el realizado por ferrocarril, por vías navegables interiores o marítimo. El trayecto por carretera puede ser al inicio o al final del trayecto, pero reducido al mínimo trayecto posible.

² T3S2: cabeza tractora 3 ejes y semirremolque de 2 ejes. T3S3: cabeza tractora de 3 ejes y semirremolque de 3 ejes

incrementa en 15 cm, y el peso pasa a ser de 40 a 42 o 44 toneladas en función del número de ejes de la cabeza tractora. Si la cabeza tractora tiene 3 ejes (cabeza tractora 3 ejes y semirremolque de 2 ejes, T3S2, o bien con semirremolque también de 3 ejes, T3S3), la MMA (Masa Máxima Autorizada) será de 44 toneladas, si la cabeza tractora es de 3 ejes (T2S3), la MMA será de 42 t. En la directiva del 96, no se permitía el incremento de peso en este último tipo de vehículos.

Por lo tanto, las situaciones en las que la Unión europea ha regulado un peso mayor a las 40 toneladas, lo ha hecho para conseguir objetivos medioambientales alineados con el libro blanco de transporte [1].

Figura 2: Cambios normativos introducidos en el año 2015



Esta normativa común a los Estados miembro cuando se refiere al transporte internacional convive con las normativas nacionales, en las que se regulan los pesos y los tamaños máximos permitidos para el transporte interior en cada uno de ellos. En el anexo 1 aparecen las tablas elaboradas por el International Transport Forum (ITF), actualizadas a fecha 10 de octubre de 2019 [2]. En las mismas se aprecian las diferencias entre países, y la variedad de situaciones previstas.

En España, hasta la actualidad, se mantienen las restricciones de las directivas europeas, por lo que todo el transporte por carretera, ya sea nacional o internacional, debe seguir las mismas normas cuando circula por el Estado. En el presente informe se revisan las consecuencias que

tendría modificar la reglamentación estatal actual con la finalidad de permitir la circulación de los camiones de 5 o 6 ejes con una carga máxima de 44 toneladas, en lugar del límite actual que está fijado en 40 toneladas, en todos los trayectos que realicen. Entre este tipo de vehículos, los más comunes en la actualidad son los camiones T2S3 (cabeza tractora de 2 ejes y semirremolque de 3), que quedarían incluidos en esta normativa. Para este análisis, además de revisarse alguno de los estudios realizados hasta la fecha, se han extraídos resultados de la experiencia francesa.




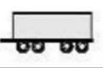
Este aumento en la MMA (Masa Máxima Autorizada) tendría repercusiones tanto en la reordenación de las operaciones de transporte, como en los costes del transporte, en el desgaste de los firmes, en la seguridad vial y en la contaminación, impactos que se analizan en los siguientes apartados.

3. ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE TRÁFICO QUE SE VERÍA AFECTADO POR ESTE CAMBIO

En este apartado se analiza el volumen de viajes que podrían aumentar la carga transportada si se cambia la normativa. Para ello se empieza por analizar el tráfico total y el tipo de vehículo que se emplea para cada una de las operaciones. El objetivo es aislar los viajes que se realizan en la actualidad por los vehículos articulados de 5 o 6 ejes, a carga máxima, y que por lo tanto, podrían estar interesados en aumentar la carga, si la limitación se debe a peso y no a espacio.

La Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (EPTMC), elaborada anualmente por la Dirección General de Programación Económica y Presupuestos, analiza las operaciones de transporte interior realizado por transportistas nacionales. En la misma, los encuestados deben consignar datos sobre cada operación que realizan, entre los que figuran el tipo de vehículo, el número de ejes del semirremolque y la PMA (siglas del Peso Máximo Autorizado, equivalente a la MMA o Masa Máxima Autorizada) y la capacidad de carga (que es el resultado de restar a la MMA la tara tanto de la cabeza tractora como del semirremolque). Los últimos datos publicados son los del año 2018.

Figura 3: Formulario de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (EPTMC)

Número de Orden	1	2	
	TIPO DE VEHÍCULO		
Marcar día de inicio de la operación	Ponga sólo una cruz en cada operación de transporte. En caso de vehículo remolcado (semirremolque o remolque) consigne su número de ejes, P.M.A. y capacidad de carga		
1	D	Camión. <input type="checkbox"/> 1	Tractor solo <input type="checkbox"/> 3
	L		
	M	Tractor con semirremolque <input type="checkbox"/> 2	Remolque <input type="checkbox"/> 4
	X		
	J	En los dos últimos casos, indique del vehículo remolcado:	
	V	Nº de ejes _____	
S	P.M.A. _____ Tn. Capacidad de carga _____ Tn.		

Fuente: D.G. De Programación Económica y Presupuestos. Ministerio de Fomento

Los datos obtenidos de dicha encuesta muestran un incremento del 4,5% en las operaciones en el año 2018 con respecto al año anterior, un 4,6% en las toneladas y un 3,4% en las toneladas-kilómetro transportadas. Dichos datos hacen referencia al total de las mercancías transportadas, sea cuál sea el tipo de vehículo pesado empleado. Dado que se clasifican en función del tipo de trayecto realizado, es posible aislar el tráfico nacional del internacional. Dicha información aparece en la siguiente tabla:

Tabla 2: Clasificación del transporte de mercancías total entre viajes nacionales e internacionales

Tipo desplazamiento	Operaciones	Toneladas (miles)	Tn-km (millones)
Total	205.800.472	1.475.205	238.991
Nacional	197.996.472	1.392.244	158.524
Internacional	7.804.000	82.961	80.467

FUENTE: Elaboración propia con datos de la EPTMC, 2018

El siguiente paso es distinguir dentro del transporte nacional, los desplazamientos en función del tipo de vehículo, rígido o tráiler, y dentro de este último, la clasificación en función de la capacidad de carga.

Tabla 3: Clasificación del transporte nacional por tipo de vehículo

Tipo vehículo	Operaciones	Toneladas	Tn-km
		(miles)	(millones)
Total nacional	197.996.403	1.392.244	158.523
Rígido	95.484.363	332.032	12.296
Trailer y semirremolque	100.306.492	1.052.558	144.979
Remolque	2.205.548	7.654	1.247

FUENTE: Elaboración propia con datos de la EPTMC 2018

En el apartado tráiler aparecen todos los trailers con independencia de su capacidad de carga y del número de ejes. En el siguiente cuadro se desglosan las operaciones, las toneladas y las toneladas por kilómetro en función de la capacidad de carga de la cabeza tractora

Tabla 4: Clasificación del transporte por diferentes tipos de vehículos articulados

Tipo vehículo por capacidad de carga	Operaciones	Toneladas	Tn-km
		(miles)	(millones)
Tractor (con semirremolque)	100.306.492	1.052.558	144.979
Sólo tractor	178.033		
de 3,6 - 24 tn	48.259.886	447.572	75.997
de 24,1 - 26 tn	28.559.595	313.839	44.575
de más de 26 tn	23.308.978	291.146	24.407

FUENTE: Elaboración propia con datos de la EPTMC 2018

De los intervalos empleados para la clasificación, los dos que recogen capacidades de carga mayores son objeto de este estudio dado que se trata de trailers de 5 o más ejes. Sin embargo, en el primer intervalo, están mezclados vehículos de 4 y 5 ejes. En un estudio realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña en el año 2011, "Evaluación del impacto de los vehículos pesados de transporte de mercancías tipo T2S3 al pasar de 40 a 44t de MMA" [3], se analizaron las taras de los vehículos de MMA de 40T, y el 60% de los mismos tenía una tara de 16 toneladas, y por lo tanto 5 ejes. Estos vehículos están dentro del intervalo 3,6t-24t, junto con los que tienen 4 ejes. Se han extraído los primeros y sumado a los otros dos intervalos para tener el número de operaciones realizadas por vehículos de 5 o 6 ejes.

Tabla 5: Clasificación del transporte por vehículos articulados de 5 o 6 ejes

Tipo vehículo capacidad de carga	Operaciones	Toneladas (miles)	Tn-km (millones)
Tractor (con semirremolque)	81.002.538	971.995	131.300
Sólo tractor	178.033		
de 3,6 - 24 tn	28.955.932	367.009	62.318
de 24,1 - 26 tn	28.559.595	313.839	44.575
de más de 26 tn	23.308.978	291.146	24.407
% SOBRE EL MERCADO TOTAL	39,35%	65,88%	54,94%

FUENTE: Elaboración propia con datos de la EPTMC 2018

Casi el 40% de todas las operaciones realizadas en el año 2018 fueron transportadas en camiones articulados de 5 ó más ejes, representando el 66% de las toneladas totales y el 55% de las toneladas por kilómetro.

Una vez calculado el total de viajes realizado por este tipo de vehículo, hay que cuantificar en cuántas ocasiones los vehículos han realizado el trayecto a carga máxima (40 toneladas). Este dato no aparece como tal en los datos tratados por la encuesta. Existen dos estudios previos que han cuantificado este dato. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 6: Resultados de estudios anteriores sobre porcentaje de operaciones a carga completa, datos 2011

	Volumen de operaciones total	Operaciones realizadas por vehículos articulados de 5 o más ejes		Operaciones en carga realizadas por dichos vehículos		Operaciones con una carga del 100%	
		Millones	%	Millones	%	Millones	%
INECO [4]	200,8	79,2	40 %	41,9	21 %	22,4	11 %
POLITÉCNICA		75,4	37,5 %	44,68	22%	16,8	8 %

Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los dos estudios citados

Por lo tanto, según los estudios previos, el porcentaje de operaciones que se realizaron en el año 2011 a carga completa por vehículos articulados de 5 o más ejes rondó entre el 8 y el 11% del total.

Por último, hay que cuantificar la antigüedad que tienen los vehículos que han realizado estas operaciones. Cabe esperar que, si se produce un cambio normativo en la MMA máxima, el mismo limite la ampliación a las 44 toneladas a aquellos vehículos que cumplan una determinada norma EURO de emisiones máximas. Dado que la norma EURO depende del año de comercialización del vehículo, a través de los datos de antigüedad, se puede conocer número de vehículos que se podrían acoger al cambio normativo. Para obtener este dato se pueden utilizar dos fuentes de información:

- La propia encuesta pregunta la antigüedad del vehículo del que se toman los datos. Se trata por lo tanto de los datos de la muestra que se ha empleado para sacar los datos del comportamiento de toda la población.
- El registro de antigüedad del parque de vehículos que publica la Dirección General de Tráfico (DGT) a partir de todos los vehículos que están en activo.

En las dos siguientes tablas se presentan estos datos.

Tabla 7: Clasificación de las cabezas tractoras en función de la norma Euro que cumplen (I)

Antigüedad	Número de vehículos	Año matriculación	Norma Euro que cumple	% por tipo de Euro
de menos de 2 años	30.987	18 y 17	Euro VI	
de 2 a 3 años	30.913	16 y 15	Euro VI	
de 4 a 5 años	19.089	14 y 13	Euro VI	46
de 6 a 10 años	38.535	12,11,10,9,8	Euro V ó IV	22
de 11 a 15 años	35.568	7,6,5,4,3	Euro IV ó III	20
de más de 15 años	21.805	2 y antes	III o anteriores	12
TOTAL	176.897			100

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos estadísticos elaborados en la EMTPC 2018 sobre la antigüedad del parque móvil.

Tabla 8: Clasificación de las cabezas tractoras en función de la norma Euro que cumplen (II)

Norma EURO	nº vehículos	% por tipo de euro
Euro VI	97.009	43
Euro V	22.019	10
Euro IV	50.215	22
Euro III	29.823	13
Anteriores a Euro III	26.876	12
Total	225.942	100

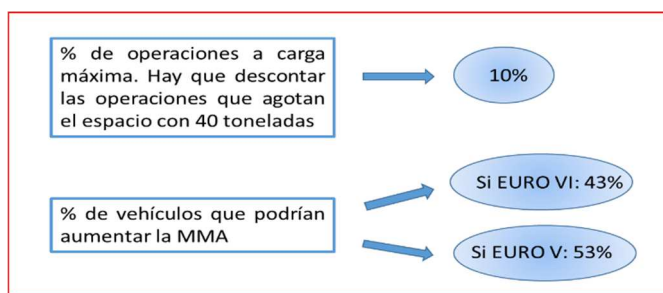
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos estadísticos elaborados por la DGT sobre la antigüedad del parque móvil.

Los intervalos empleados por la Encuesta no se corresponden exactamente con las fechas de entrada en vigor de las distintas normas Euro, pero se aprecia una clara correlación con la antigüedad analizada por la DGT de todas las cabezas tractoras en activo año a año. Utilizando estos datos, en el caso en que se contemple la necesidad de cumplir con la norma Euro VI (entró en vigor en el año 2013), y por lo tanto no tener una antigüedad mayor a 8 años, el 43 % de los

vehículos podrían transportar una MMA de 44 toneladas. Si se amplía a una antigüedad de 11 años para que cumplan la norma Euro V, este porcentaje aumenta al 53%.³

Por lo tanto, bajo este último supuesto, algo más de la mitad de la flota actual podría aumentar su capacidad de carga si se modifica el reglamento vigente, para realizar parte de las operaciones que se realizan en la actualidad a carga completa (alrededor del 10%), siempre y cuando la carga esté limitada en peso y no en volumen.

Figura 4: Porcentaje del volumen actual de operaciones realizadas por vehículos T2S3 con una carga de 40t



En los siguientes apartados se analizan las repercusiones de recolocar parte de la carga a transportar en estos vehículos y permitir un aumento de 4 toneladas.

4. REPERCUSIONES DE LA MEDIDA

Las repercusiones de esta medida se han clasificado en 8 items, que estudian tanto los aspectos económicos, como los ambientales y los de seguridad vial. En los siguientes apartados, se analizan todos ellos.

a. Cambios en la productividad

El aumento de 40 a 44 toneladas la MMA implica que la carga efectiva de un vehículo se incrementa directamente en 4 toneladas. En función de la tara, el porcentaje que implican estas cuatro toneladas varía ligeramente:

Tabla 9: Distribución de la MMA entre tara y capacidad de carga

TARA	CAPACIDAD DE CARGA SI 40T	CAPACIDAD DE CARGA SI 44 T
15	25	29
16	24	28
16,5	23,5	27,5

FUENTE: Elaboración propia

Puesto que se trata de hacer una estimación, se va a operar con el caso en el que el impacto sería máximo, es decir, se asume una tara de 15T como referencia. Por lo tanto, el cambio normativo implicaría pasar de 25 a 29 toneladas de carga, es decir, un aumento de la misma del 16%. Este aumento se podría llevar a la práctica siempre que la limitación de la carga se derive

³ Desde el 1 de Octubre de 2018, no se permite la circulación en Francia con un peso de 44 toneladas a los vehículos EURO IV (vehículos anteriores a octubre del año 2009).

del peso transportado y no del volume, hecho que depende del tipo de mercancía transportada. Las operaciones de transporte que sí puedan aumentar la carga van a generar dos escenarios extremos posibles, con multitud de alternativas intermedias:

Escenario 1: La empresa de transporte aumenta su cifra global de negocio en un 16%, consiguiendo nuevos pedidos que generen operaciones a carga completa a lo largo de todo el año. Esta situación reflejaría la situación óptima para la empresa, en la que se generaría un aumento de la productividad del 16%.

Escenario 2: La empresa no consigue aumentar las toneladas por kilómetro transportadas a lo largo del año, pero sí puede aumentar la capacidad de carga de cada una de las operaciones, por lo que las mismas disminuyen en un 13,8% (4t/29t). Es decir, la empresa puede transportar la misma carga realizando un 13,8% de viajes menos. Ante esta situación, la empresa tendría que prescindir de 1 de cada 7 camiones. Para cuantificar el número de empresas que podrán prescindir de parte de la flota para transportar la misma cantidad de toneladas, se muestran a continuación los datos del informe “Observatorio del Transporte de Mercancías por Carretera. Oferta y Demanda. Julio 2019” del Ministerio de Fomento.

En el mismo se analiza la distribución de las empresas en función del número de vehículos autorizados, información que aparece en la siguiente tabla.

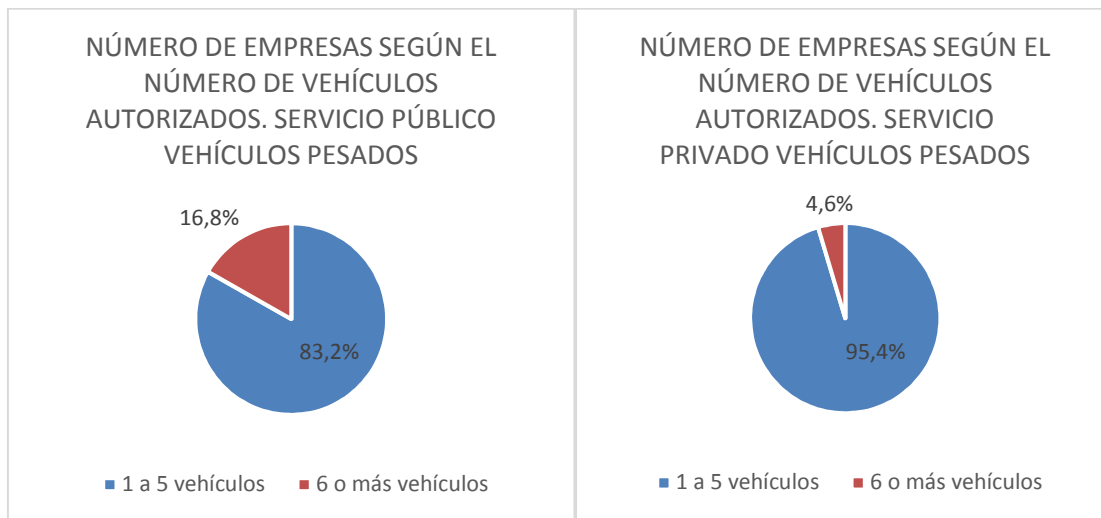
Tabla 10: Clasificación de las empresas de transporte en función del número de vehículos que tienen

	NÚMERO DE VEHÍCULOS AUTORIZADOS POR EMPRESA										
	TOTAL EMPRESAS	1	2	3	4	5	6-10	11-20	21-40	41-60	>60
SERVICIO PÚBLICO VEHÍCULOS PESADOS	58.604	29.468	8.184	5.167	3.558	2.391	5.376	2.706	1.192	260	302
SERVICIO PRIVADO VEHÍCULOS PESADOS	48.536	31.550	8.639	3.412	1.724	975	1.469	560	146	29	32

Fuente: Dirección General del Transporte Terrestre, Julio 2019

Del total de las empresas que tienen vehículos pesados autorizados, únicamente el 21% tienen 6 o más vehículos, y por lo tanto podrían dar de baja uno de ellos. El resto de las empresas tendrían que mantener su flota actual, aunque sí disminuiría el número de operaciones anuales aumentando los días en los que algún vehículo estaría parado. Estos porcentajes aparecen en el siguiente gráfico, diferenciando el caso del servicio público (transporte por cuenta ajena) y el servicio privado (transporte de mercancías de la propia empresa).

Figura 5: Porcentaje de empresas con 6 o más vehículos

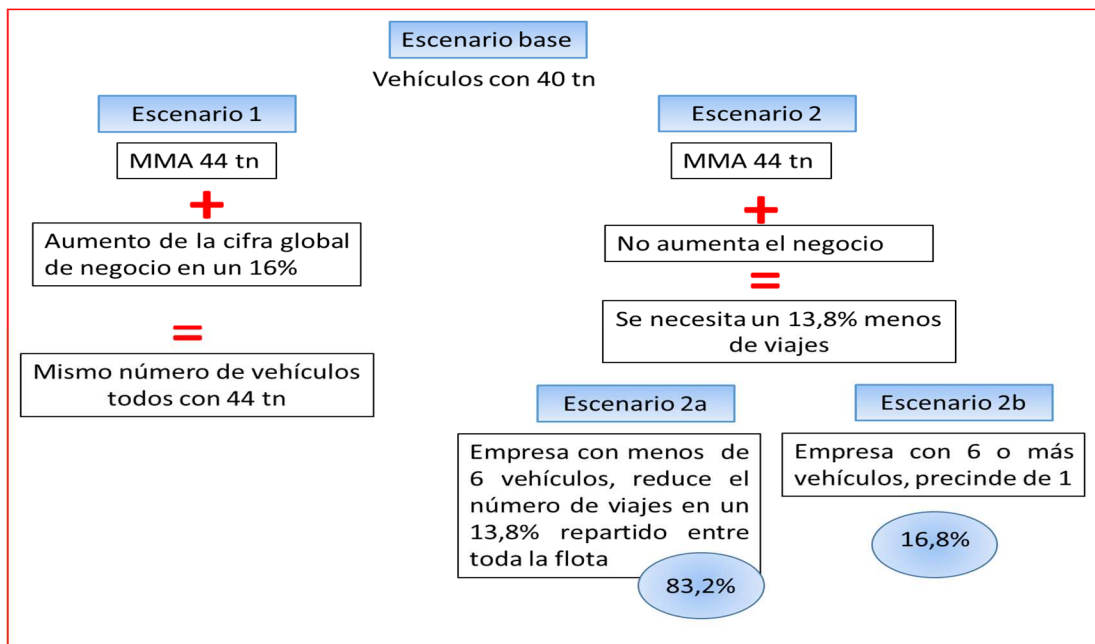


Elaboración propia con datos DGT

Por lo tanto, dentro de este segundo escenario tendríamos dos situaciones diferenciadas.

- Las empresas de menos de 6 vehículos, que tendrán que mantener su flota actual para mantener el mismo volumen de negocio. Esto se traducirá en una disminución del 13,8% del volumen de trabajo de cada uno de sus vehículos. (Escenario 2a)
- Las empresas que poseen más de 6 vehículos y que se dedican al servicio público de transporte. Estas son las propietarias del 64% de los vehículos pesados y lo lógico es que redujesen su tamaño en una séptima parte para cubrir el mismo volumen de negocio. (Escenario 2b)

Figura 6: Posibles escenarios



Es importante diferenciar entre las tres situaciones, dado que, si bien el cambio en los costes directos será el mismo para todas ellas, el reparto de los costes indirectos variará en función del número de vehículos operativos. En el siguiente apartado se analiza la variación de los costes en los tres escenarios (1, 2a y 2b).

b. Variación en los costes

Para analizar las repercusiones que tendrá el aumento de la MMA permitida sobre los costes de las empresas del transporte, se utilizan los datos generados por El Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera, así como la herramienta ACOTRAM, desarrollada por la dirección General de Transporte Terrestre.

Los costes que afrontan las empresas se dividen en costes directos, aquellos ligados directamente a la actividad y los costes indirectos, que aglutinan los gastos de gestión, comercialización, locales, etc.

El desglose de los mismos es el siguiente:

Figura 7: Desglose costes



Elaboración propia

De todos estos costes, los que se verán afectados, en una operación concreta, por el aumento de las toneladas transportadas directamente en cada viaje son: combustible, disolución de urea, neumáticos, reparaciones y mantenimiento. Se deja fuera de este paquete al coste de amortización, dado que se va a tratar como un coste temporal, y que como tal, dependerá exclusivamente del tiempo. El concepto de amortización es un concepto contable, según el cual se recupera el gasto realizado en el vehículo en su totalidad, por lo que no se ve afectado por el desgaste real del mismo.

Sin embargo, el vehículo tiene un mayor desgaste cuando aumenta la carga que transporta, coste que se tiene en cuenta, indirectamente, a través de los gastos de reparación y mantenimiento. Este desgaste también influye en el valor residual al final de la vida del vehículo que será menor, pero esta pérdida de valor no se ha cuantificado en este informe.

Con la herramienta ACOTRAM se han extraído los costes que emplea el programa como estándares para un vehículo articulado de carga general, y que resumen los costes actuales

Tabla 11: Costes directos vehículo articulado de carga general de 5 ejes y MMA 40 t

CONCEPTO	Datos para el cálculo	Coste en €/km
COMBUSTIBLE		
Precio	1,0072727 €/litro	
Consumo medio	35 litros/100 km	
Coste €/km		0,3525 €/km
DISOLUCIÓN UREA		
Km recorridos	120.000 km	
Coste total	1.676,86 €	
Coste €/km		0,0140 €/km
NEUMÁTICOS		
Vida útil	150.000 km	
Precio neumático	562,11 €	
Unidades	12	
Coste €/km		0,045 €/km
MANTENIMIENTO		
Km recorridos	120.000 km	
Coste total	1829,16 €	
Coste €/km		0,015243 €/km
REPARACIONES		
Km recorridos	120.000 km	
Coste total	3600,84 €	
Coste €/km		0,030007 €/km
TOTAL		0,45675 €/km

Datos extraídos de ACOTRAM a noviembre 2019. Todos los precios sin IVA

El aumento de la carga transportada por los mismos vehículos afecta la cuantía de estos 5 costes. En el observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera se introducen los costes de los vehículos que en la actualidad están autorizados a transportar 44 toneladas, los de 6 ejes, siempre y cuando se trate de un transporte combinado de contenedores. Estos costes sin embargo no se han modificado en función del aumento de carga y se mantienen idénticos a los empleados en el cuadro anterior:

- Consumo de Combustible y Neumáticos emplean los mismos valores de consumo medio (para el diésel) y de años de vida (para los neumáticos)
- Para el consumo de Urea, mantenimiento y reparaciones emplean los mismos índices, si bien al cambiar el número de kilómetros estándar recorrido por este tipo de vehículos, obtienen un cálculo de coste kilómetro diferente. Mientras que en el cálculo del vehículo de carga general, se calcula el gasto para una media de 120.000 kilómetros anuales, para el tráfico combinado se hace para 100.000 kilómetros anuales.

Por lo tanto, no se pueden emplear estos datos directamente. Hace falta analizar cómo varían los costes directos al aumentar el peso transportado e introducir los nuevos costes en la aplicación. Para ello se han revisado los estudios realizados con anterioridad.

El informe realizado por el Comité Nacional de Carreteras francés, antes de introducir en el país el cambio normativo por el que se incrementa la MMA a 44 toneladas [5], analizó la variación sobre el consumo de combustible, el desgaste de los neumáticos, los gastos en mantenimiento y los gastos en reparación. Las conclusiones que se muestran en el mismo son las siguientes:

1. Consumo de combustible: El aumento en peso de un 10% se traduce en un mayor consumo de combustible. El porcentaje oscilará entre un 3% y un 10% en función de los desniveles del recorrido que se realice y de la aerodinámica del propio vehículo. En las simulaciones que se realizaron, el incremento en porcentaje medio fue del 7%, promedio que se ha utilizado en los trabajos realizados posteriormente, como por ejemplo en el de la Universidad Politécnica de Cataluña.
2. Desgaste de neumáticos: El aumento de peso por eje incide en un mayor desgaste de los neumáticos acortando su vida útil en un porcentaje comprendido entre el 2% y el 10%. En este estudio vamos a aplicar un 5%.
3. Reparaciones y mantenimiento: el estudio emplea un aumento del 1%.

En dicho estudio no se incluye el aumento del consumo de la disolución de urea, pero dado que el consumo de la misma está relacionado con el consumo de combustible en un porcentaje comprendido entre el 5% y el 10% en los vehículos pesados, se va a mantener el mismo consumo por litro de diésel, pero teniendo en cuenta el incremento en los litros de consumidos.

Los costes actualizados según los criterios anteriores aparecen en el siguiente cuadro

Tabla 12: Costes directos vehículo articulado de carga general de 5 ejes y MMA 44 t

CONCEPTO	Datos para el cálculo	Coste en €/km
COMBUSTIBLE		
Precio	1,0072727 €/litro	
Consumo medio	37,45 litros/100 km	
Coste €/km		0,3772 €/km
DISOLUCIÓN UREA		
Km recorridos	120.000 km	
Coste total	1.806,4382 €	
Coste €/km		0,0150 €/km
NEUMÁTICOS		
Vida útil	142.500 km	
Precio neumático	562,11	
Unidades	12	
Coste €/km		0,047 €/km
MANTENIMIENTO		
Km recorridos	120.000 km	
Coste total	1847,45€	
Coste €/km		0,01539 €/km
REPARACIONES		
Km recorridos	120.000 km	
Coste total	3636,84 €	
Coste €/km		0,03031 €/km
TOTAL		0,4849 €/km

Elaboración propia

En el primer caso, con una MMA de 40 toneladas, estos costes directos ascendían a 0,45675 €/km, mientras que si la MMA es de 44 toneladas, manteniendo el resto de los supuestos iguales, el coste es de 0,4849 €/km. Esta variación equivale a un aumento del coste por kilómetro del 6,16%. Sin embargo, para conocer los nuevos costes totales que asumirán las empresas transportistas, hace falta analizar también qué ocurre con el resto de los costes y cómo se deben imputar para calcular el coste por kilómetro recorrido final. Primero se han calculado los costes para la situación actual en la que se transportan 40 toneladas, para poder compararlos con los que tendrían las empresas si se aumentase la carga permitida.

El Observatorio de Costes del Transporte de mercancías por carretera calcula el coste de 1 kilómetro imputando tanto los costes directos como los indirectos en el caso de un tráiler articulado de carga general. Para este cálculo, realizado con el programa ACOTRAM, se han introducido las siguientes características técnicas y de explotación del vehículo:

Tabla 13: Características técnicas del vehículo en el escenario base (40 t)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO	
Potencia (C.v.)	455
Masa Máxima Autorizada (kg)	40.000
Carga útil (kg)	25.000
Número de ejes	5
CARACTERÍSTICAS DE EXPLOTACIÓN DEL VEHÍCULO	
Kilómetros recorridos	
Kilómetros recorridos anualmente	120.000
Kilómetros recorridos anualmente en carga	76,8%
Kilómetros recorridos anualmente en vacío	23,2%
Tiempo de actividad	
Horas trabajadas al año	1800
Toneladas transportadas	
Carga media en los km recorridos en carga	25 toneladas

Elaboración propia

Los datos sobre la carga útil y el porcentaje de kilómetros recorridos en vacío se han extraído de los datos del “Observatorio de la actividad del transporte de mercancías por carretera en vehículos pesados” de diciembre del año 2019 [6]. Puesto que en este escenario se presupone que los vehículos transportan la carga completa, se ha establecido una carga media en los kilómetros recorridos en carga de 25 toneladas.

A continuación, se muestra el desglose de todos los costes que tiene la explotación anual de un vehículo en las condiciones indicadas.

Tabla 14: Desglose de costes por vehículo en el escenario base (40 t) con los datos de la tabla 11

Concepto	Euros	Porcentaje
COSTES DIRECTOS	124.906,76	93,9%
Costes Temporales	55.449,30	41,7%
Amortización vehículo	15.807,94	11,9%
Financiación vehículo	2.542,00	1,9%
Personal de conducción	29.968,68	22,5%
Seguros del vehículo	6.356,44	4,8%
Costes fiscales	774,24	0,6%
Costes kilométricos	69.457,46	52,2%
Combustible	40.751,45	30,6%
Consumo disolución urea	1.676,86	1,3%
Neumáticos	5.396,26	4,1%
Mantenimiento	1.829,16	1,4%
Reparaciones	3.600,84	2,7%
Dietas del conductor	14.247,87	10,7%
Peajes	1.955,02	1,5%
COSTES INDIRECTOS	8.118,94	6,1%
Costes de Estructura		
Costes de comercialización		
Otros Costes indirectos		
TOTAL COSTES	133.025,70	100

Elaboración propia con el programa ACOTRAM

Conociendo estos datos, el siguiente paso es calcular los valores de las principales variables empleadas en el sector del transporte:

1. Coste total por kilómetro: será el coste para la empresa de transportar la carga a lo largo de 1 kilómetro (C_1)
2. Coste total por hora: será el coste para la empresa por hora trabajada. (C_2)
3. Coste parcial por kilómetro: será el coste, teniendo únicamente en cuenta los costes que dependen de los kilómetros, y que en este caso ascienden al 52,2% de los costes totales, calculado para kilómetro recorrido (C_3)
4. Coste parcial por hora: será el coste, teniendo en cuenta los costes que dependen del tiempo (41,7%) y los costes indirectos (6,1%) calculados para cada hora trabajada (C_4). La suma de C_3 y de C_4 reflejan los costes totales
5. Coste por tonelada-kilómetro: es el coste total por tonelada transportada y por kilómetro recorrido en carga (C_5)

Los primeros 4 costes se pueden calcular tanto para el total de los kilómetros recorridos como para los kilómetros recorridos en carga. En el siguiente cuadro aparecen los valores que toman

Tabla 15: Cálculo variables en el escenario base (40t)

VARIABLE	VALOR
Coste total por kilómetro Costes totales= C₁ * km	C ₁ = 1,1085 €/km recorrido C _{1*} = 1,4434 €/km recorrido en carga Si los kilómetros anuales son 120.000 de los que el 76,8% se hacen en carga
Coste total por hora Costes totales = C₂ * horas trabajadas	C ₂ = 73,90 €/km recorrido C _{2*} = 96,26 €/hora en carga Si las horas anuales son 1.800, un 76,8% en carga
Coste parcial por kilómetro C ₃ Costes totales =(C₃*km)+(C₄*horas)	C ₃ = 0,5788 €/km recorrido C _{3*} = 0,7537 €/km en carga
Coste parcial por hora C ₄ Costes totales =(C₃*km)+(C₄*horas)	C ₄ = 35,32 €/hora C _{4*} = 46,00€/hora en carga
Coste por tonelada-kilómetro Costes totales= C₅ * Tkm	Toneladas-kilómetro anuales: 2.304.000= 25 T* 92.160 km en carga C ₅ = 0,05774 €/Tkm recorrido

Elaboración propia

Estos son los datos actuales de los vehículos de 5 ejes dedicados al transporte nacional y que llevan una carga de 25 toneladas (el 100% de lo permitido) a lo largo de todo el año. A continuación, se van a calcular los costes en la nueva situación, en la que la carga pasaría a ser de 29 toneladas. Como se ha señalado en el apartado anterior, cuando se analizaba la productividad, se pueden generar dos situaciones extremas, una en la que la empresa aumenta su negocio en un 16% y otra en la que la empresa sigue transportando el mismo número de toneladas, así como cualquier situación intermedia en la que la empresa aumenta su negocio, pero no llega a conseguir una carga completa a 44 toneladas. Por ello, se van a calcular los costes totales en ambos escenarios para obtener el nuevo coste mínimo y máximo entre los que se van a encontrar todas las empresas.

Escenario 1: La empresa de transporte aumenta su cifra global de negocio en un 16%

En este escenario, la empresa seguiría realizando el mismo número de operaciones al año y de kilómetros, pero esta vez con una carga un 16% superior. Además, se sigue manteniendo el supuesto de que todos los trayectos se realizan a carga máxima, y de que las características técnicas del vehículo son idénticas, variándose únicamente la MMA que pasa a ser de 44 toneladas. Este escenario representa la situación en que la productividad aumenta un 16%. En el siguiente cuadro se analizan los costes de explotación de un vehículo en este escenario.

Tabla 16: Cálculo de costes en el escenario 1: vehículo cargado con 44 toneladas con aumento en la cifra de negocios (Datos calculados con los valores de la tabla 12)

Concepto	Euros	Porcentaje
COSTES DIRECTOS	128.285,17	94%
Costes Temporales	55.449,30	40,7%
Amortización vehículo	15.807,94	11,6%
Financiación vehículo	2.542,00	1,9%
Personal de conducción	29.968,68	22,0%
Seguros del vehículo	6.356,44	4,7%
Costes fiscales	774,24	0,6%
Costes kilométricos	72.835,87	53,4%
Combustible	43.662,27	32,0%
Consumo disolución urea	1.806,44	1,3%
Neumáticos	5.680,27	4,2%
Mantenimiento	1.846,80	1,4%
Reparaciones	3.637,20	2,7%
Dietas del conductor	14.247,87	10,4%
Peajes	1.955,02	1,4%
COSTES INDIRECTOS	8.118,94	6,0%
Costes de Estructura		
Costes de comercialización		
Otros Costes indirectos		
TOTAL COSTES	136.404,11	100

Elaboración propia

Con estos valores se han vuelto a recalcular las 5 variables de costes.

Tabla 17: Cálculo variables en el escenario 1: vehículo cargado con 44 tn con aumento de la cifra de negocios

VARIABLE	VALOR
Coste total por kilómetro Costes totales= $C_1 * km$	$C_1 = 1,1367 \text{ €/km recorrido}$ $C_{1*} = 1,4801 \text{ €/km recorrido en carga}$ Si kilómetros anuales 120.000 de los que el 76,8% se hacen en carga
Coste total por hora Costes totales = $C_2 * \text{horas trabajadas}$	$C_2 = 75,78\text{€/km recorrido}$ $C_{2*} = 98,70 \text{ €/hora en carga}$ Si las horas anuales son 1.800, un 76,8% en carga
Coste parcial por kilómetro C_3 Costes totales = $(C_3 * km) + (C_4 * \text{horas})$	$C_3 = 0,6070 \text{ €/km recorrido}$ $C_{3*} = 0,7903 \text{ €/km en carga}$
Coste parcial por hora C_4 Costes totales = $(C_3 * km) + (C_4 * \text{horas})$	$C_4 = 35,32 \text{ €/hora}$ $C_{4*} = 46,00 \text{ €/hora en carga}$
Coste por tonelada-kilómetro Costes totales= $C_5 * Tkm$	Toneladas-kilómetro anuales: $2.672.640 = 29 T * 92.160 \text{ km en carga}$ $C_5 = 0,05104\text{€/Tkm recorrido}$

Elaboración propia

Comparando estos resultados con los de la situación base:

Tabla 18: comparación variables escenario 1 con escenario base

VARIABLE	SITUACIÓN BASE	ESCENARIO 1	VARIACIÓN
Coste total por km C_1	$C_1 = 1,1085 \text{ €/km}$	$C_1 = 1,1367 \text{ €/km}$	+ 2,54%
	$C_{1*} = 1,4434\text{€/km en carga}$	$C_{1*} = 1,4801 \text{ €/km en carga}$	+ 2,54%
Coste total por hora C_2	$C_2 = 73,90\text{€/h}$	$C_2 = 75,78\text{€/h}$	+ 2,54%
	$C_{2*} = 96,26 \text{ €/h en carga}$	$C_{2*} = 98,70 \text{ €/h en carga}$	+2,53%
Coste parcial por kilómetro C_3	$C_3 = 0,5788\text{€/km}$	$C_3 = 0,6070 \text{ €/km}$	+4,87%
	$C_{3*} = 0,7537\text{€/km en carga}$	$C_{3*} = 0,7903 \text{ €/km en carga}$	+4,85%
Coste parcial por hora C_4	$C_4 = 35,32 \text{ €/hora}$	$C_4 = 35,32 \text{ €/hora}$	=
	$C_{4*} = 46,00 \text{ €/hora en carga}$	$C_{4*} = 46,00 \text{ €/hora en carga}$	=
Coste por tonelada-kilómetro C_5	$C_5 = 0,05774 \text{ €/Tkm}$	$C_5 = 0,05104 \text{ €/Tkm}$	- 11,60%

Elaboración propia

Por lo tanto, en el caso de una empresa que consiga incrementar su negocio en un 16% y que todos sus camiones lleven una carga de 29 toneladas, teniendo en cuenta tanto los costes directos como los indirectos, el coste total por kilómetro se incrementa en un 2,54%, al igual que el coste total por hora trabajada. Por otra parte, al transportar más toneladas en cada viaje, el coste por tonelada- kilómetro disminuye en un 11,6%. Para conocer las repercusiones económicas de este escenario es necesario trabajar con los precios de venta, análisis que se realiza en el apartado 3.4. Efecto sobre los precios de la tonelada transportada.

Escenario 2: La empresa no aumenta la cifra de negocios y sigue transportando las mismas toneladas

En este caso, la diferencia con la situación actual es que la empresa necesita realizar menos viajes para transportar las mismas toneladas, dado que un cambio de normativa le permitiría transportar 4 toneladas más en cada viaje. Como se ha visto al analizar las ganancias de productividad, en este escenario, el tamaño de la empresa y por lo tanto la posibilidad de adaptarse a las nuevas condiciones afecta a la variación de los costes. Por ello, se van a analizar dos casos diferentes:

1. Escenario 2a: La empresa cuenta con menos de 7 camiones (alrededor del 83% de las empresas del sector).
2. Escenario 2b: La empresa cuenta con 7 o más camiones (alrededor del 17% de las empresas)

En todos ellos se sigue manteniendo la hipótesis de que el vehículo transporta en todas las operaciones una carga completa, que pasa de 25 a 29 toneladas, pero en este caso, con un 13,7% (4/29) menos de kilómetros recorridos se transporta la misma carga. Por lo tanto, mientras que se mantienen los mismos valores que en el escenario 1 sobre consumo de combustible, de urea, de reparaciones, mantenimiento y desgaste de neumáticos, se tiene en cuenta que ahora se recorren menos kilómetros. Además, se modifican las horas trabajadas al año (no así el sueldo), y se rebajan en la misma proporción las dietas (de 225 días de dietas a 193) y los peajes pagados. Los nuevos valores quedan reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 19: Cálculo de costes escenario 2: vehículo cargado con 44 t sin aumento en la cifra de negocio

Concepto	Euros	Porcentaje
COSTES DIRECTOS	118.300,85	93,6%
Costes Temporales	55.449,30	43,9%
Amortización vehículo	15.807,94	12,5%
Financiación vehículo	2.542,00	2,0%
Personal de conducción	29.968,68	23,7%
Seguros del vehículo	6.356,44	5,0%
Costes fiscales	774,24	0,6%
Costes kilométricos	62.851,55	49,7%
Combustible	37.680,54	29,8%
Consumo disolución urea	1.558,96	1,2%
Neumáticos	4.902,07	3,9%
Mantenimiento	1.593,79	1,3%
Reparaciones	3.138,9	2,5%
Dietas del conductor	12.290,11	9,7%
Peajes	1.687,18	1,3%
Costes indirectos	8.118,94	6,4%
Costes de Estructura		
Costes de comercialización		
Otros Costes indirectos		
TOTAL COSTES	126.419,79	100%

Elaboración propia

Tabla 20: Cálculo variables escenario 2: Vehículo cargado con 44 tn sin aumento en la cifra de negocios

VARIABLE	VALOR
Coste total por kilómetro Costes totales= $C_1 * km$	$C_1 = 1,2207 \text{ €/km recorrido}$ $C_{1*} = 1,5895 \text{ €/km recorrido en carga}$ Si kilómetros anuales 103560 de los que el 76,8% se hacen en carga
Coste total por hora Costes totales = $C_2 * \text{horas trabajadas}$	$C_2 = 81,35 \text{ €/km recorrido}$ $C_{2*} = 105,97 \text{ €/hora en carga}$ Si las horas anuales son 1.554, un 76,8% en carga
Coste parcial por kilómetro C_3 Costes totales = $(C_3 * km) + (C_4 * \text{horas})$	$C_3 = 0,6069 \text{ €/km recorrido}$ $C_{3*} = 0,7902 \text{ €/km en carga}$
Coste parcial por hora C_4 Costes totales = $(C_3 * km) + (C_4 * \text{horas})$	$C_4 = 40,91 \text{ €/hora}$ $C_{4*} = 53,28 \text{ €/hora en carga}$
Coste por tonelada-kilómetro Costes totales= $C_5 * Tkm$	Toneladas-kilómetro anuales: $2.306.488 = 29 T * 79.534,1 \text{ km en carga}$ $C_5 = 0,05481 \text{ €/Tkm recorrido}$

Elaboración propia

Comparando estos resultados con los de la situación base:

Tabla 21: Comparación variables escenario base y escenario 2

VARIABLE	SITUACIÓN BASE	ESCENARIO 2 con menos de 7 vehículos	VARIACIÓN
Coste total por km C_1	$C_1 = 1,1085 \text{ €/km}$ $C_{1^*} = 1,4434 \text{ €/km en carga}$	$C_1 = 1,2207 \text{ €/km}$ $C_{1^*} = 1,5895 \text{ €/km en carga}$	+ 10,12% + 10,12%
Coste total por hora C_2	$C_2 = 73,90 \text{ €/h}$ $C_{2^*} = 96,26 \text{ €/h en carga}$	$C_2 = 81,35 \text{ €/h}$ $C_{2^*} = 105,97 \text{ €/h en carga}$	+ 10,08% +10,08%
Coste parcial por kilómetro C_3	$C_3 = 0,5788 \text{ €/km}$ $C_{3^*} = 0,7537 \text{ €/km en carga}$	$C_3 = 0,6069 \text{ €/km}$ $C_{3^*} = 0,7902 \text{ €/km en carga}$	+4,85% +4,84%
Coste parcial por hora C_4	$C_4 = 35,32 \text{ €/hora}$ $C_{4^*} = 46,00 \text{ €/hora en carga}$	$C_4 = 40,91 \text{ €/hora}$ $C_{4^*} = 53,28 \text{ €/hora en carga}$	+15,83% +15,83%
Coste por tonelada-kilómetro C_5	$C_5 = 0,05774 \text{ €/Tkm}$	$C_5 = 0,05481 \text{ €/Tkm}$	- 5%

Elaboración propia

Los costes totales por kilómetro aumentan un 10,12%, frente al 2,54% que lo hacían cuando la empresa transportista aumentaba su volumen de negocio en un 16%. La razón es, que en este escenario, si bien los costes directos disminuyen en su conjunto, hay que repartirlos entre menos kilómetros. Los costes directos que disminuyen son los relacionados con el kilometraje (consumo de combustible, urea, peajes, dietas...) y los que se mantienen constantes son los que dependen de las horas de trabajo (amortización, salarios...).

El coste que desciende en este escenario, es el de tonelada por kilómetro transportada, al aumentar las toneladas y disminuir los kilómetros. El mismo desciende en un 5%.

El segundo caso a analizar en este escenario (escenario 2b) es el de las empresas que cuenten con 7 o más camiones, que podrán adaptar su estructura a la nueva situación. Se han realizado los cálculos para la situación más favorable que es aquella en la que la empresa tiene un número múltiplo de 7 de camiones y por lo tanto puede reducir su flota de forma que el resto de los camiones trabajen todos los días al 100% de su capacidad. En este caso, el resto de los camiones pueden transportar lo que antes se hacía con un 13,7% más de camiones, pasando a recorrer los mismos kilómetros pero con una carga de 44 toneladas. Los costes serán los mismos que los mostrados en el escenario 1, tras reducir su plantilla en un séptimo.

El resto de las empresas con 7 o más camiones que no puedan reducir exactamente en un séptimo su flota para mantener su cifra de negocios actual, tendrán unos costes dentro del intervalo de las dos situaciones calculadas (escenarios 1 y 2a).

Por lo tanto, en la situación más favorable el coste por tonelada/kilómetro descendería en un 11,6% y en la menos favorable un 5%. Para situarse en la situación más favorable, o bien la empresa consigue aumentar su cifra de negocios en un 16% a lo largo de todo el año, o mantiene su volumen de negocio actual y reduce su tamaño en un séptimo (tanto en número de camiones como en número de trabajadores). En este punto conviene recordar que las empresas de 6 o más camiones, que son las que pueden reducir su plantilla, representan el 17% del total de las empresas del sector.

La situación en la que la ganancia de productividad es del 5% representa a las empresas que mantienen tanto su tamaño de estructura actual como su volumen de negocio.

Figura 8: Variación en los costes si se transportan en todas las operaciones 44 toneladas

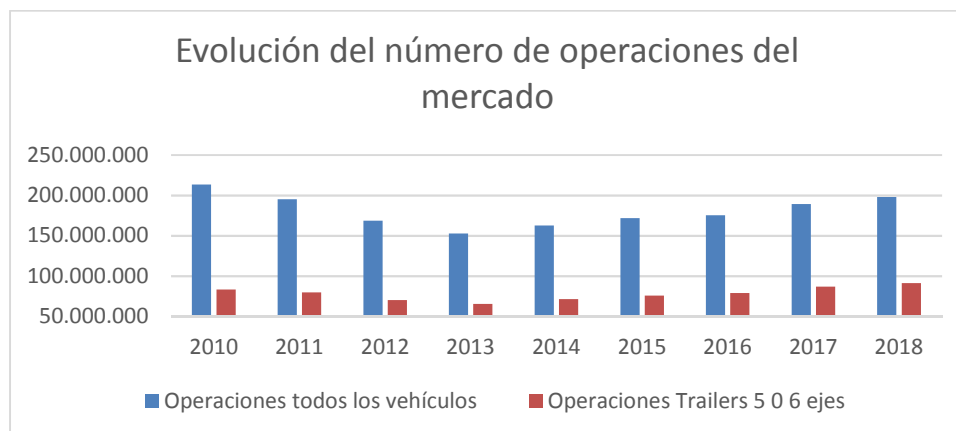
	Escenario base 100	Escenario 1 y 2b óptimo	Escenario 2a
Coste total por km (C_1)		+2,54%	+10,12%
Coste total por hora (C_2)		+2,54%	+10,08%
Coste tn/km (C_5)		-11,60%	-5%

En el siguiente apartado se va a analizar el crecimiento de la demanda del sector de los últimos años, así como el previsto, para hacer una estimación sobre el porcentaje de empresas que estarían en el escenario 1, en una situación intermedia y o el escenario 2.

c. Evolución de la demanda de transporte

Para analizar la evolución de la demanda del transporte de mercancías por carretera se han empleado los datos de la EPTMC de los últimos años. Desde el año 2013, el mercado del transporte de mercancías por carretera se está recuperando y aumentando año a año, si bien lo hace en mayor medida el transporte internacional que el nacional. Como en el caso de una modificación normativa el transporte internacional no se vería afectado, se ha restado del total del volumen del mercado su parte. Los datos aparecen en el siguiente gráfico:

Figura 9: Evolución del número de operaciones de transporte en el mercado nacional



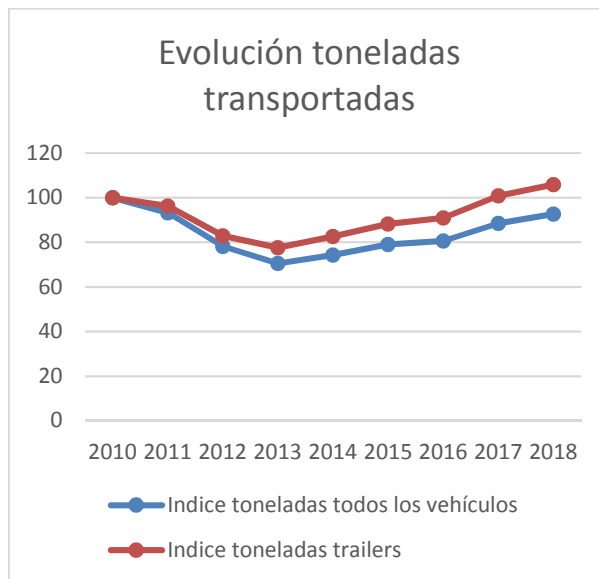
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la EPTMC

En el gráfico, aparece en azul el conjunto de todas las operaciones de transporte nacional, sin diferenciar por tipo de vehículo. En rojo, las operaciones realizadas por vehículos articulados.

Los datos muestran una recuperación del mercado que ha crecido desde el año 2013. En el mercado nacional, las toneladas transportadas por trailers de 5 o más ejes han crecido en una proporción superior a la del mercado global, que engloba además de estos vehículos, los trailers más pequeños y los vehículos pesados rígidos. Si en lugar de las operaciones, se mide el crecimiento en toneladas transportadas, se obtienen los siguientes datos:

Tabla 22: Evolución toneladas transportadas

	Toneladas Todos los vehículos	Índice toneladas todos los vehículos	Toneladas trailers	Índice toneladas trailers	% Trailers sobre el total
2010	1.502.376	100	918.017	100	61,1%
2011	1.401.429	93,3	883.892	96,3	63,0%
2012	1.173.985	78,1	761.717	83,0	64,9%
2013	1.059.671	70,5	712.577	77,6	67,2%
2014	1.116.810	74,3	758.895	82,7	68,0%
2015	1.186.937	79,0	810.082	88,2	68,2%
2016	1.211.857	80,7	834.832	90,9	68,9%
2017	1.331.040	88,6	925.578	100,8	69,5%
2018	1.392.244	92,7	971.995	105,9	69,8%



Al tomar los datos de las toneladas transportadas por los trailers en 2015, y compararlos con los datos del año 2018, se aprecia un aumento algo superior al 16%. Dado que este sector está muy vinculado al propio ciclo de la economía, su trayectoria es paralela a la del PIB, amplificando los cambios de este último, por lo que las previsiones sobre el futuro de la economía, sirven para predecir la evolución del sector del transporte. Los datos del PIB (índice encadenado referencia 2015) para ese periodo han sido:

Tabla 23: datos PIB en volumen encadenado

	Índice PIB de volumen encadenado
2010	0,1
2011	-0,8
2012	-3
2013	-1,4
2014	1,4
2015	3,8
2016	3
2017	2,9
2018	2,4
2019	2

Fuente : INE

Por lo tanto, harían falta 4 años de un crecimiento anual en torno al 3% para absorber un incremento de la oferta del 16%. Para que el eventual aumento de la productividad se pueda traducir en un beneficio económico para el sector, un cambio normativo como este, que

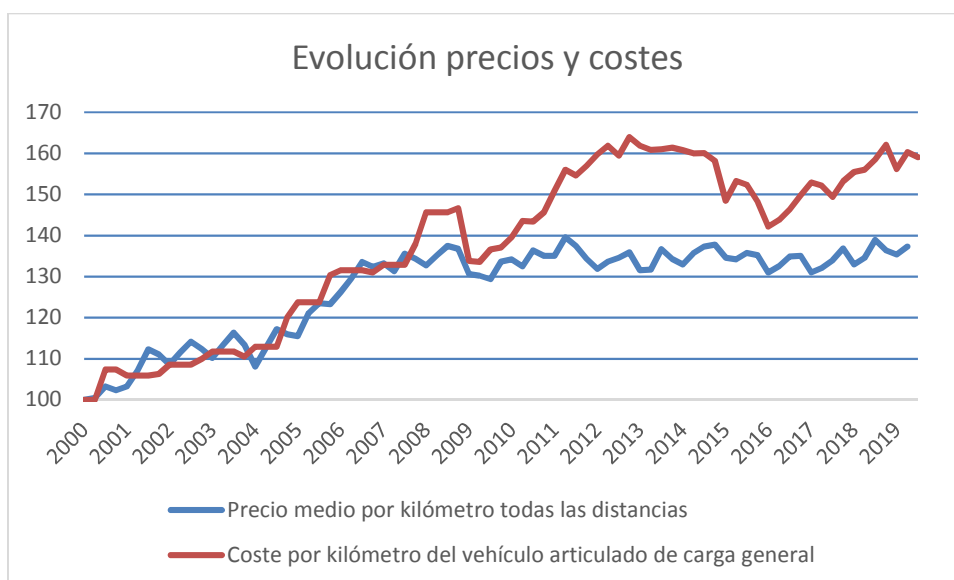
aumenta directamente la capacidad de carga de los vehículos, se debe hacer cuando esté aumentando la demanda de transporte, de forma que el nuevo equilibrio se alcance en el menor plazo posible, minimizándose, por lo tanto, los costes de adaptación del sector. Por ello, en el caso de Francia, se esperó a realizar el cambio al año 2013, cuando las previsiones sobre el crecimiento del PIB eran optimistas, si bien el estudio de las repercusiones databa de 2009. [5]

En caso de implantar en España esta normativa, las oportunidades asociadas a crear una extra-oferta del 16% de la capacidad de transporte por determinado tipo de vehículo no se aprovecharán en su totalidad si se realiza en un momento en el que el crecimiento de la economía sea estable previsiblemente estable durante u varios ejercicios económicos. En la actualidad, tanto Bruselas como el FMI han realizado unas previsiones de crecimiento para los años 2020 y 2021 de la economía española del 1,6%.

d. Efecto sobre los precios de la tonelada transportada

Tras analizar la variación de los costes ante un aumento de la MMA, en este apartado se va a estudiar la variación previsible en los precios por kilómetro recorrido en carga. Para ello se parte de la evolución histórica desde el año 2000 de los precios medios sin IVA por kilómetro en carga. Estos datos se obtienen de la EPTMC y se comparan con la evolución de los costes por kilómetro del vehículo articulado de carga general que elabora el “Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera”. Los datos aparecen en la siguiente tabla.

Figura 10: Comparación entre la evolución de los precios y de los costes del transporte



Fuente: Elaboración propia con datos de la “Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera” y del “Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera”

Tomando el año 2000 como base 100, en el primer semestre del año 2019, los costes han llegado a 160 mientras que los precios lo han hecho hasta 137. En el gráfico se aprecia cómo hasta la

crisis del año 2008 la evolución de ambas variables era similar, lo que indica que el margen de las empresas de transporte se mantuvo constante durante esos 8 años. Sin embargo, a partir de ese momento, los costes han tenido un porcentaje de subida mayor que los precios llegando ese diferencial en la actualidad a 23 puntos. Los precios se han mantenido prácticamente invariables desde el año 2009, mientras que los costes han seguido ascendiendo. Este hecho se traduce en un recorte en la misma cuantía de los beneficios de las empresas del sector.

En los estudios sobre el aumento de la MMA realizados con anterioridad en España, únicamente se analiza el efecto sobre los costes, y no se plantea cómo podría afectar este cambio normativo a los nuevos precios. Sin embargo, se trata de un análisis fundamental si se quieren conocer los efectos de la medida sobre el sector. En el análisis realizado por el Estado francés (“Les 44 tonnes”) [5] sí analizamos las repercusiones sobre las ganancias finales según el cambio de los precios. A continuación, se introducen 5 escenarios de precios futuros que recogen todas las situaciones posibles.

Escenario de precios futuros 1: el precio por tonelada transportada sigue siendo el mismo

En esta situación, el precio se mantendría en el nivel anterior con independencia de la cantidad de toneladas transportadas en cada una de las operaciones. En este caso, como se analiza en el apartado “3.2. Variación de los costes”, la empresa transportista tendría un aumento del beneficio dentro del intervalo 5%-11,60%. Los valores más bajos reflejan las situaciones en las que la empresa no aumenta su volumen de negocio y sigue transportando las mismas toneladas con los mismos vehículos, y los más altos si el volumen de negocio se incrementa en un 16%. Para la empresa cargadora esta medida sería neutral.

Escenario de precios futuros 2: Las ganancias de productividad se reparten entre las dos partes, los transportistas y los cargadores.

Se van a realizar los cálculos para una ganancia hipotética del 10% (cercana a la ganancia máxima que se podría alcanzar con esta medida y que estaría relacionada con una bajada del coste por tonelada del 11,6%). En esta hipótesis, al cargador le correspondería un 5% y al transportista el otro 5%. La forma de repartir estas ganancias es a través del precio, que en este escenario bajaría un 5%. Tomando como base un precio para la carga completa de un camión de 40 toneladas como 100 um (unidades monetarias sin valor real), con una carga de 25 toneladas, el precio por tonelada sería de 4 um. El nuevo precio sería un 5% inferior, es decir, 3,8 um. En el siguiente cuadro aparecen los precios por operación.

Tabla 24: comparación de los precios si se reparte la ganancia de productividad

Carga en toneladas	Precio carga para MMA de 40 (p= 4 um/t)	Precio carga para MMA de 44 (p=3,8 um/t)
22	88	83,6
23	92	87,4
24	96	91,2
25	100	95
26	-	98,8
27	-	102,6
28	-	106,4
29	-	110,2

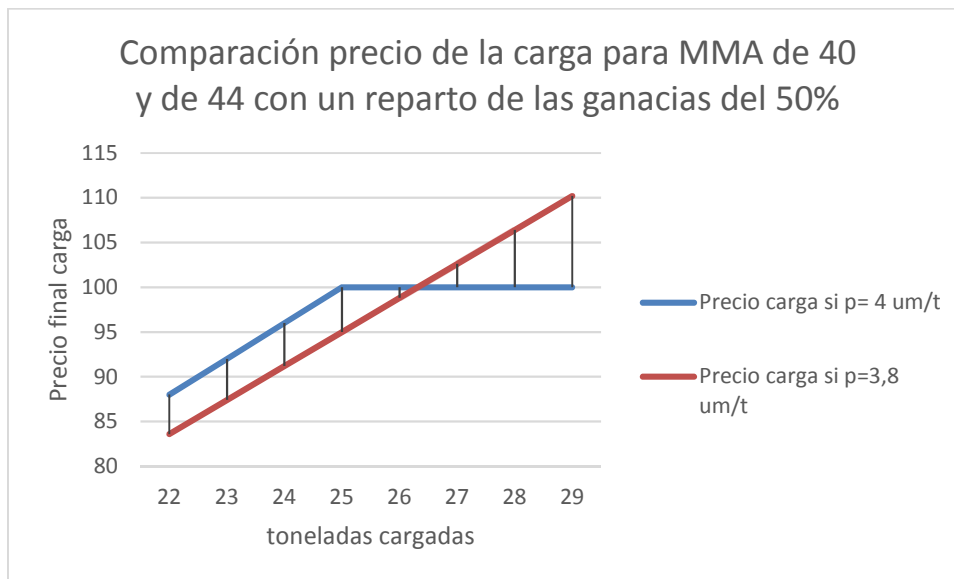
Elaboración propia basado en el informe "les 44 tonnes"

Para obtener la misma facturación en una operación, es necesario que la carga de la misma sea igual a 26,31 t. Como se aprecia en el siguiente gráfico, todas las cargas inferiores a esta cantidad obtienen un retorno menor, y a partir de esa carga, la rentabilidad de la operación aumenta para el transportista. Por lo tanto, y siguiendo este tipo de facturación, el cargador se beneficiaría de un 5% por cada tonelada transportada y el transportista se beneficiaría del 5% únicamente si la carga es de 29 toneladas. Si esta es de 26,31t cobraría lo mismo por transportar estas toneladas que lo que cobran en la actualidad por transportar 25t, por lo que, al incluir los costes de los 1300 kilos de diferencia, las ganancias netas para el transportista serían aun menores.

En este escenario, si la bajada de precios se generaliza a todo el mercado, las repercusiones no las tendrán únicamente los vehículos articulados de 5 o 6 ejes susceptibles de verse afectados por esta norma, sino también los vehículos rígidos que facturen por tonelada.

Por el contrario, si la nueva tarificación se emplea únicamente cuando se trate de una carga completa de 29 toneladas, las ganancias quedarían repartidas en dos partes iguales entre los dos actores, cargador y transportista, dado que una vez descontados los extra-costes en que incurre el vehículo con una carga más elevada, las ganancias de cada uno de ellos, serían un 5% superiores a las actuales.

Figura 11: Comparación precios en el “escenario de precios 2”



Elaboración propia

Estos cálculos se han realizado para el caso en que la ganancia de productividad fuese del 10%, pero se ha visto en el apartado “3.2. Variación en los costes” que en el escenario en el que menos descendían los costes tonelada-kilómetro, estos lo hacían un 5%. Se trata de las empresas con menos de 7 vehículos que no aumentarían su volumen de negocio pese al cambio de normativa. Estas empresas transportarían las mismas toneladas en menos operaciones, pero tendrían que mantener su estructura actual, por lo que una bajada del precio del 5%, aun y cuando esta se hiciera únicamente en las operaciones a carga completa, se traduciría en un aumento del beneficio nulo: el descenso en los costes sería idéntico al descenso en el precio. El cargador, por su parte, tendría un incremento de la rentabilidad del 5% dado que la bajada del precio se convertiría en su caso, íntegramente en ganancia.

Escenario de precios futuros 3: El precio de las 25 primeras toneladas transportadas se mantiene como el actual. Únicamente si el camión lleva más de esas toneladas, se aplica un precio un 5% menor a toda la carga.

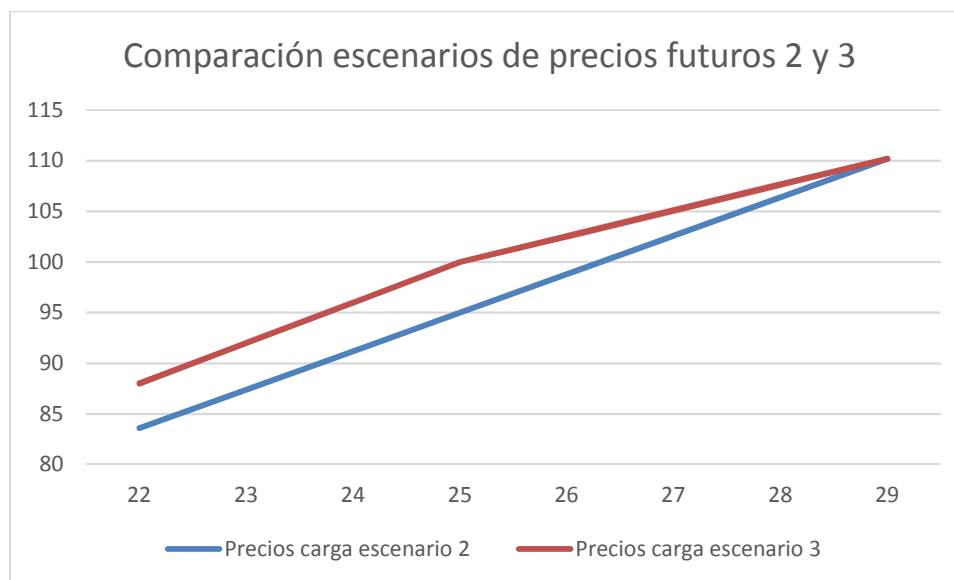
Tabla 25: Listado precios en el “escenario de precio 3”

Carga en toneladas	Precio por tn transportada	Precio carga
22	4	88
23	4	92
24	4	96
25	4	100
26	2,55	102,55
27	2,55	105,1
28	2,55	107,65
29	2,55	110,2

Elaboración propia basada en el informe “Les 44 tonnes”

A una operación con carga completa de 25 toneladas le corresponde un precio base de 100. A partir de este precio, las toneladas que se transporten de más se tarifican a 2,55 um, precio que se obtiene de dividir la diferencia entre el precio con carga de 29 tn y el de una de 25 entre las 4 toneladas extras $[(110,2-100)/4]$. De esta forma, el transportista obtiene la misma remuneración que en la actualidad para cargas inferiores a 40 toneladas, unas ganancias del 5% extra en el caso de las 29 toneladas (diferencia entre el nuevo precio y los nuevos costes), y unas ganancias intermedias en los otros casos.

Figura 12: Comparación precios escenarios de precios 2 y 3



Elaboración propia

Escenario de precios 4: Se aumenta el precio en la misma proporción en la que aumentan los costes para el transportista.

Los costes se han analizado en el apartado 3.2. donde se concluyó que su variación por kilómetro en carga recorrido se incrementa en un porcentaje comprendido entre el 2,54% y el 10,12% dependiendo del escenario de costes analizado. En este escenario, el precio por viaje se mantiene igual con independencia de que se carguen 40 o 44 toneladas. A ese precio se le añadiría por kilómetro recorrido en carga 0,15 € (incremento del 10,12% de los costes por kilómetro en el caso de que la empresa transporte las mismas toneladas en menos viajes) y 0,04 € (incremento del 2,54% de los costes kilómetro/cargado si la empresa mantiene el número de operaciones, cada una de las cuales lleva más carga).

En este escenario el transportista seguiría con las mismas ganancias y el cargador tendría un incremento de la rentabilidad del 10% dado que todas las ganancias serían para esta figura.

Escenario de precios 5: Se mantiene el mismo precio por operación con independencia de que la carga aumente de 40 a 44 toneladas.

En esta situación, el aumento de costes por kilómetro recae íntegramente en el transportista mientras que el cargador verá aumentar la rentabilidad de sus transportes en un 13,7 % (4/29) al disminuir en este porcentaje el número de viajes necesarios para transportar la misma cantidad de carga.

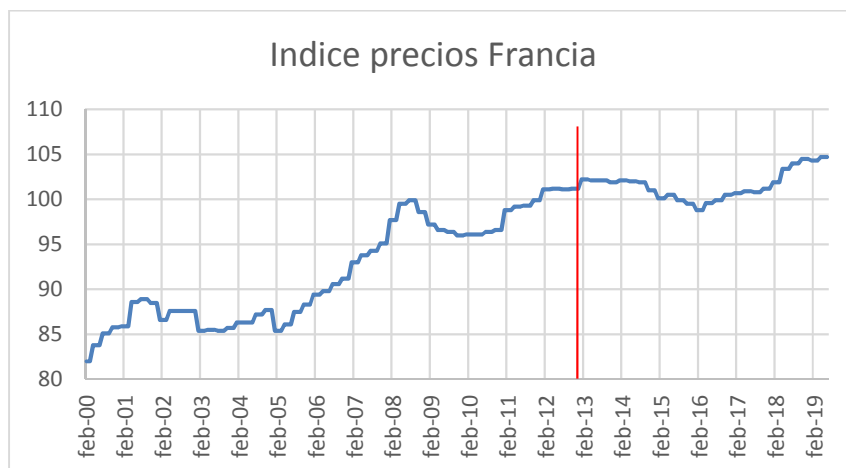
Los precios actuales se pueden fijar bien por tonelada transportada, bien por pallet transportado o bien por viaje. En función de cómo sea la tarificación actual en las operaciones de transporte para los diferentes sectores productivos, algunos escenarios de precios tienen más probabilidad de reflejar lo que ocurriría con un cambio normativo que otros. De esta forma:

- Cuando el transporte se facture por tonelada existe una probabilidad mayor de que se mantenga el precio actual o de que este disminuya en un porcentaje menor al aumento de productividad
- Cuando se facture por pallet, si cada uno de los pallets aumenta sensiblemente su peso, será muy difícil que varíe el precio aunque sea en una cuantía pequeña
- Si la factura es por viaje, la posibilidad de incrementar el precio será todavía más difícil, por lo que los transportistas temen transportar finalmente las 44 toneladas al mismo precio que las actuales 40.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta que el mercado espera un cambio en los precios finales si se cambia la normativa actual, parece normal que existan figuras a favor de la misma y figuras en contra. Los cargadores apoyan la medida porque esperan de la misma una disminución en los precios, y los transportistas temen que los precios disminuyan más que los costes, situación que se puede dar en los escenarios de precios 2,3,4 y 5 salvo que se tarifique de diferente forma si la carga es de 40 toneladas o de 44.

En la siguiente figura aparece la evolución de los precios en Francia para el transporte de mercancías por carretera interurbano nacional.

Figura 13: Evolución del índice de precios al transporte por carretera de mercancías de larga distancia en Francia



Fuente: Elaboración propia con los datos del Comité National Routier⁴

En el gráfico se reflejan los datos del conjunto del sector, para todos los vehículos pesados y distancias de más de 150 kilómetros. Se aprecia cómo desde que se amplió a 44 toneladas la MMA, en enero de 2013, inicialmente los precios se mantuvieron estables, con un pequeño descenso que hizo que no alcanzaran el mismo valor del índice hasta pasados 5 años, cuando en marzo de 2018 el precio fue el mismo que en enero del 2013. No se tienen desglosados los datos de precio en los vehículos con una MMA de 44, por lo que se desconoce si el efecto es diferente en estos últimos o si la norma tuvo como consecuencia la congelación de los precios en todo el sector.

e. Efectos sobre el pavimento

En este apartado se analizan los efectos sobre el deterioro de los firmes de un aumento de la MMA de los camiones. Puesto que el índice de agresividad está relacionado con el peso soportado por cada eje, el deterioro del firme será mayor si se transportan las mismas toneladas en menos vehículos, dado que inevitablemente aumenta el peso transportado por eje.

A mismo peso total transportado, se unen otras dos variables que determinan el efecto final sobre el pavimento: el tipo de firme sobre el que circula el vehículo y el reparto del peso entre los distintos ejes. Los tipos de firme vienen tipificados en la Norma 6.1. de la Instrucción de Carreteras (norma aplicable a la Red de Carreteras del Estado). Los mismos deben tener unas características concretas en función del tráfico que soportan.

Para ello se calcula la Intensidad Media Diaria de Vehículos pesados (IMDVp) que soportará la infraestructura y a partir de este dato se adecua el tipo de firme que deberá tener. En la siguiente

⁴ Todos los datos estadísticos de transporte en Francia oficiales los publica el Comité National Routier en la web <http://www.cnr.fr/Indices-Statistiques/Tous-les-indicateurs/>

tabla aparecen las 8 categorías de tráfico de la norma, siendo la T00 la que soporta una intensidad mayor y la T42 la que menos. Con la finalidad de comparar varios trabajos realizados, agrupamos los mismos en las tres categorías de tráfico empleadas en el Estudio realizado por la Comisión Europea [6]

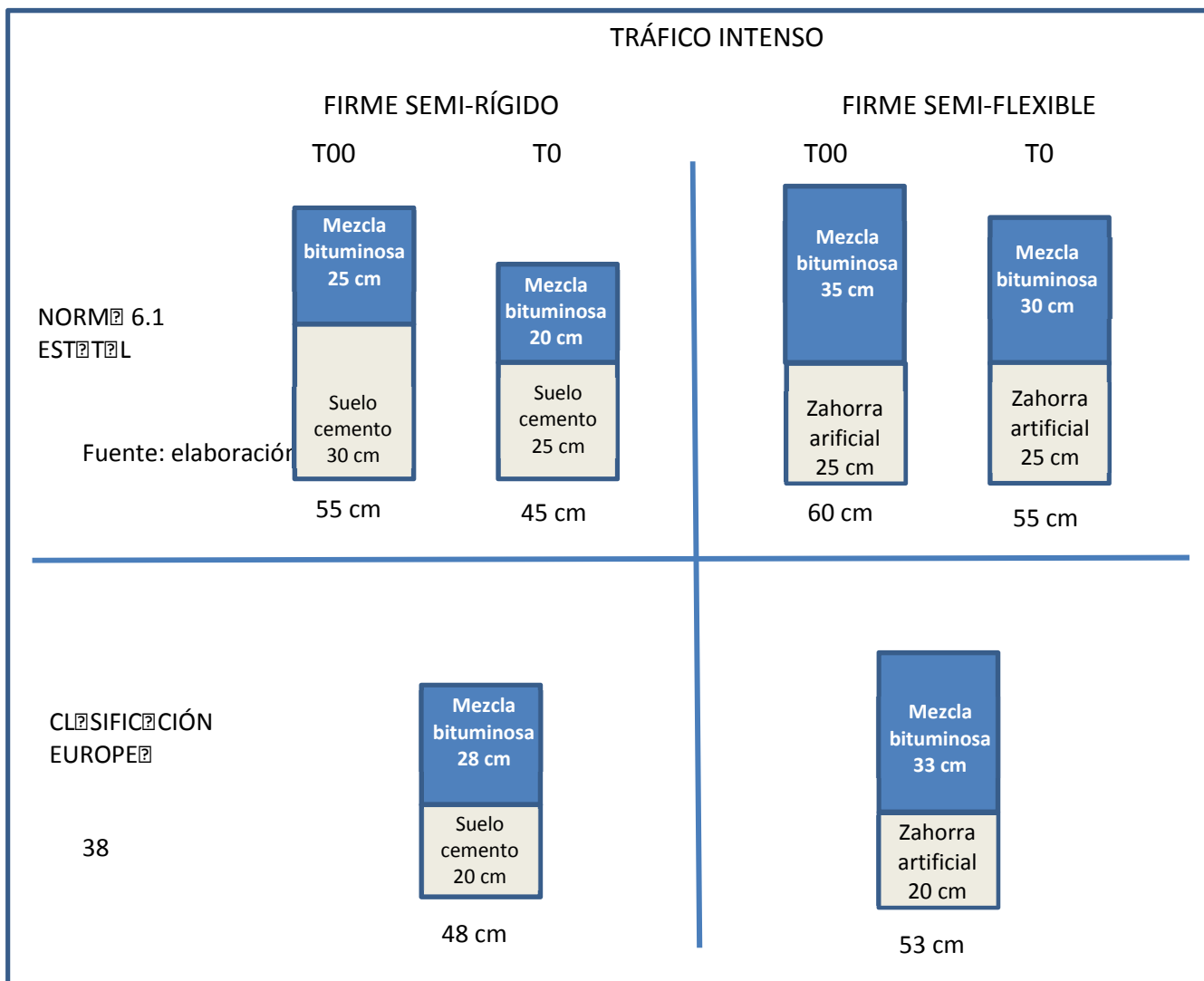
Tabla 26: Clasificación de las vías en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados

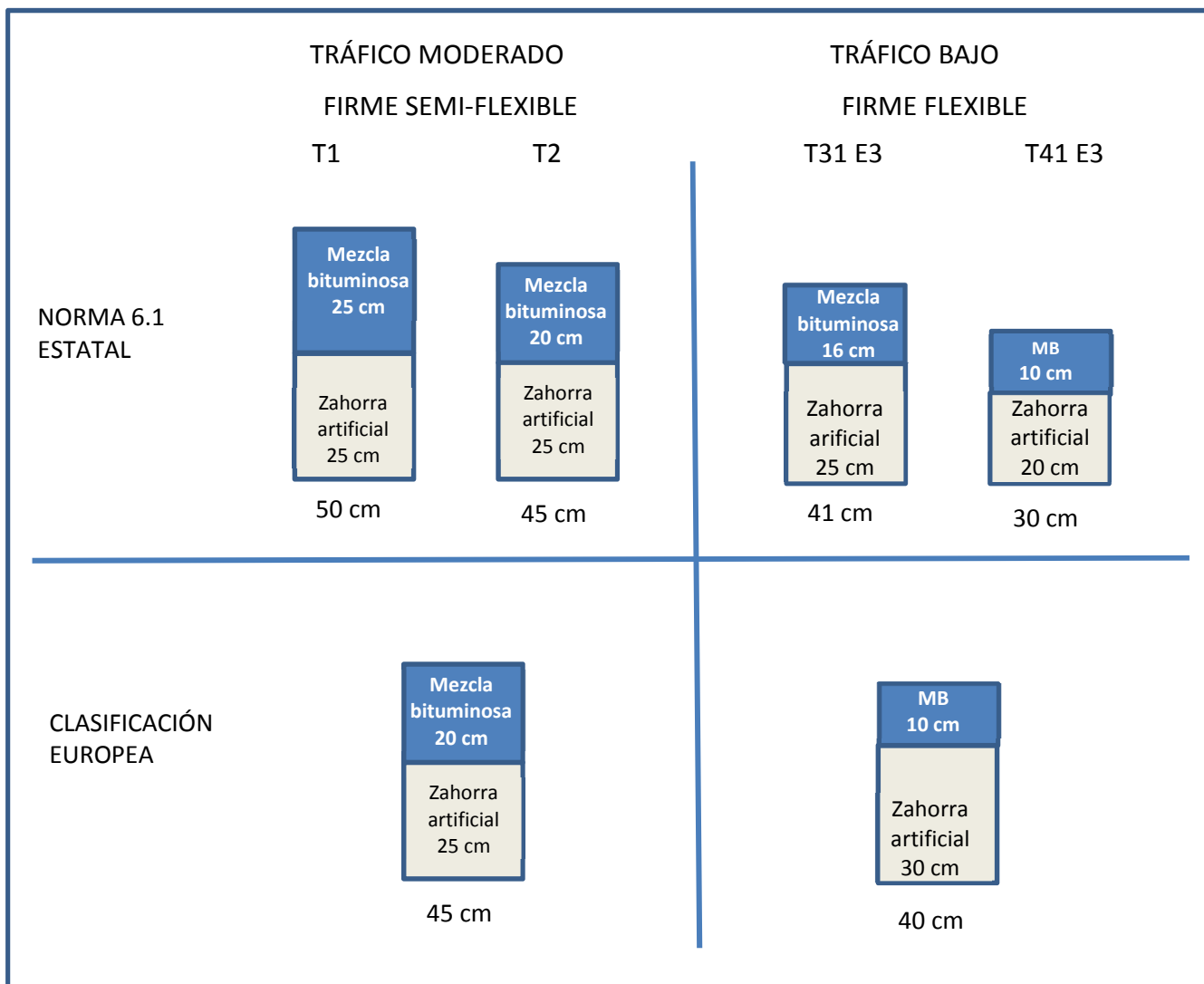
	T00	T0	T1	T2	T31	T32	T41	T42
Norma Estatal Unidad: IMDp (vehículos pesados por día)	≥4000	<4000 ≥2000	<2000 ≥800	<800 ≥200	<200 ≥100	<100 ≥50	<50 ≥25	<25
Agrupación estudio UE	Tráfico intenso		Tráfico moderado		Tráfico bajo			

Elaboración propia a partir de la norma española de firmes

Los pavimentos más empleados tienen una capa superior de mezcla bituminosa, más o menos gruesa en función de la intensidad de tráfico a soportar, y una capa inferior que puede ser de componente granular, si el firme es flexible o semi-flexible, o de cemento o micro-cemento si el pavimento es semi-rígido. El espesor de cada una de ellas viene fijado en el caso estatal en la Norma 6.1. y en el caso europeo, por la clasificación realizada dentro de la iniciativa COST.

Figura 14: Clasificación de los firmes para tráfico intenso según la norma estatal y la europea





Elaboración propia

La segunda variable a tener en cuenta es el reparto de peso entre los ejes. Si bien el efecto de agresividad final es la suma del ocasionado por cada uno de sus ejes, el reparto del peso en cada uno de ellos afecta al resultado final. El reparto óptimo de la carga entre los ejes para ocasionar el menor perjuicio al firme es el siguiente:

1. Primer eje: 8,5 toneladas
2. Segundo eje (eje motor): 11,5 toneladas
3. Ejes tridem: 24 toneladas

A continuación, se analizan los resultados extraídos de 3 estudios, en los que se presenta el impacto sobre el firme para esta carga óptima. Además, en uno de ellos, se comparan estos resultados con los que ocasionaría el reparto de peso entre los ejes más desfavorable posible. Los estudios son los siguiente:

1. El realizado en la Unión Europea, “Effects of adapting the rules on weights and dimensions of heavy comercial vehicles as established within Directive 96/53/EC” [6]
2. El realizado por el SETRA⁵ y recogido en el informe “Le 44 tonnes” del Consejo Nacional de Transportes Francés. [5]
3. El informe realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña, “Evaluación del impacto de los vehículos pesados de transporte de mercancías. [3]

Los estudios 1 y 2 se han realizado con el software Alizé y el 3 con el software Bisar. La disparidad en los resultados se debe a los diferentes valores de elasticidad de los materiales introducidos en los cálculos.

En el siguiente cuadro aparece la caracterización de las distintas capas en los estudios 1 y 3:

⁵ SETRA: Servicio de Estudios sobre el transporte, las carreteras y su planificación. Se trata de un servicio técnico que trabaja para el Ministerio de Ecología en Francia

Tabla 27: Datos técnicos empleados en los estudios que analizan el impacto sobre el firme

Material	Estudio Unión Europea	Estudio Universidad Politécnica de Cataluña
Capa bituminosa	Módulo de Young(MPa)	
	7.500	5.000
	Coeficiente de Poisson	
	0,4	0,35
Capa zahorra artificial	Módulo de Young(MPa)	
	200	200 si E1; 300 si E2; 500 si E3
	Coeficiente de Poisson	
	0,3	0,3
	Coeficiente alfa para calcular agresividad	
	5	Hipótesis A: 5 Hipótesis B: 6
Suelo cemento	Módulo de Young(MPa)	
	10.000	1.500
	Coeficiente de Poisson	
	0,2	0,35
	Coeficiente alfa para calcular agresividad	
	12	Hipótesis A: 12 Hipótesis B: 8
Base (explanada)	Módulo de Young(MPa)	
	70	50 si E1; 100 si E2; 260 si E3
	Coeficiente de Poisson	
	0,3	0,4

FUENTE: Elaboración propia

El módulo de Young empleado en el Estudio de la Unión Europea es superior para las tres capas del firme. Este módulo de Elasticidad es la medida de la tenacidad y rigidez del material, representando su capacidad elástica. A mayor módulo mayor rigidez y, por lo tanto, el firme resultará más dañado ante una misma presión. Sin embargo, este valor además de depender del material, depende también de la temperatura. A mayor temperatura el módulo tomará un valor inferior, pudiendo llegarse a valores de 10.000 en invierno, 3.000 en verano y 6000 en primavera-otoño.

El coeficiente de Poisson es un parámetro característico de cada material que indica la relación entre las deformaciones longitudinales. Los valores que toma este coeficiente tampoco son las mismas en los dos estudios ni para la capa bituminosa, ni para la base cemento. Sin embargo, sí se ha utilizado en todos los estudios un coeficiente de Poisson de 0,3 para la base granular.

Por último, el coeficiente de fatiga α está asociado a la pendiente de la ley de fatiga de los materiales. Cuanto mayor sea el valor, mayor será la agresividad sobre el firme. Todos los estudios han empleado los ratios propuestos por el SETRA (5 para los materiales bituminosos y 12 para los tratados con cementos). En el realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña, se han realizado los cálculos además, bajo una segunda hipótesis, en la que los valores eran de

4 y 8 respectivamente. Estos cálculos no se recogen en el presente informe para poder comparar los resultados obtenidos por los tres estudios.

Tabla 28: Resultados de agresividad sobre el firme por vehículo

	TRAFICO INTENSO FIRME 1 Semi-rígido		TRÁFICO INTENSO FIRME 2 Semi-flexible		TRAFICO MODERADO FIRME 3 Semi-flexible		TRAFICO BAJO FIRME 4 Flexible	
	Mejor	Peor	Mejor	Peor	Mejor	Peor	Mejor	Peor
Estudio Europeo								
40 T 2+3	1	2,43	1	1,23	1	1,18	1	1,07
44 T 2+3	2,85	4,28	1,53	1,68	1,59	1,67	1,53	1,63
44 T 3+3	1,6	2,37	0,86	1,21	0,89	1,23	1,03	1,27
Estudio Politécnica Cataluña								
40T 2+3	1		1		1		1	
44 T 2+3	2,86		1,49		1,42		1,43	

Estudio SETRA	Media todos los pavimentos, mejor distribución peso	Media todos los pavimentos, peor distribución de peso	Media
40T 2+3	0,8	1,07	1
44T 2+3	1,2	1,7	1,6
44T 3+3	0,5	1,6	1,3

Elaboración propia

En el caso del estudio europeo y del estudio catalán, sí aparecen las repercusiones para cada tipo de firme e intensidad de tráfico. En el caso del estudio francés, únicamente se da un valor que representa un desgaste medio (la media de las repercusiones para cada firme y cada intensidad de tráfico). Este dato se da en tres ocasiones: el valor etiquetado de “mejor” se refiere a la mejor distribución de la carga posible, el “peor” son las consecuencias con la carga peor repartida y el valor “media”, es una media ponderada, calculada como un 25% del valor mejor y un 75% del valor de carga “peor”.

Resultados compartidos por los tres estudios:

1. Al aumentar la MMA autorizada, todos los estudios muestran un aumento de la agresividad, y por lo tanto del deterioro del firme.
2. En los tres estudios se considera que los efectos son diferentes en función del reparto de carga sobre cada uno de los ejes, por lo que la agresividad sobre el firme se verá afectada de diferente manera en función de cómo se ha cargado el vehículo. La carga óptima señalada por el estudio europeo para un camión de 2+3 y MMA de 44 toneladas es la misma para cualquier tipo de firme, sin embargo, en el caso de los vehículos 3+3, la distribución menos perjudicial dependerá del tipo de firme sobre el que circula el vehículo.
3. Para un mismo coeficiente de fatiga en los tres estudios, en función de los valores que dan al módulo de Young y al coeficiente de Poisson, los resultados obtenidos varían entorno a un 10%.

4. La agresividad mayor se da en el firme semi-rígido, en el que la capa inferior de cemento, en la que el impacto llega a ser cuatro veces superior si a este tipo de firme se le une un mal reparto de la carga entre los ejes
5. Al comparar el impacto en los otros tres tipos de firmes causado por el mismo vehículo cargado con 40 toneladas y con 44 toneladas (coeficientes relativos), los datos se comportan de una forma similar en los dos estudios que los calculan. El impacto de transportar 44 toneladas es entre un 42% y un 49% superior en uno de los estudios y entre un 53% y un 68% en el otro, sea cual sea el firme flexible o semi-flexible sobre el que se calcule.
6. Transportar las 44 toneladas en vehículos 3+3 con una carga óptima tendría menor repercusión sobre todos los tipos de firmes flexibles y semi-flexibles que una carga de 40 toneladas en un vehículo 2+3, por lo que desde un punto de vista de los costes de mantenimiento de infraestructuras, esta opción sería la que minimizaría dichos costes.

A continuación, se muestran los mismos cálculos, pero referenciados a la tonelada transportada. En este caso, no se presentan datos del estudio catalán porque en el mismo no se ha realizado este cálculo.

Tabla 29: Resultados de agresividad sobre el firme por tonelada transportada

	TRAFICO INTENSO FIRME 1		TRÁFICO INTENSO FIRME 2		TRAFICO MODERADO FIRME 3		TRAFICO BAJO FIRME 4	
	Mejor	Peor	Mejor	Peor	Mejor	Peor	Mejor	Peor
Estudio Europeo								
40 T 2+3	1	2,47	1	1,24	1	1,13	1	1,10
44 T 2+3	3,18	4,77	1,43	1,57	1,39	1,46	1,33	1,42
44 T 3+3	0,57	2,74	0,74	1,17	0,74	1,11	0,84	1,15

Estudio SETRA	Media todos los pavimentos, mejor distribución peso	Media todos los pavimentos, peor distribución peso	Media
40T 2+3	0,8	1,07	1
44T 2+3	1,07	1,44	1,36
44T 3+3	0,46	1,56	1,3

Elaboración propia

Los resultados comentados para los vehículos siguen siendo válidos cuando el cálculo se realiza por tonelada transportada:

1. En el caso de los firmes flexibles y semi-flexibles, si se considera 1 la agresividad por tonelada en un vehículo de 40 toneladas con un reparto del peso por eje ideal, las repercusiones por tonelada transportada en un vehículo 2+3 con 44 toneladas son un 33% superiores si se trata de un tráfico bajo y por lo tanto de un firme de pequeño grosor y con el mejor reparto posible de carga, y puede llegar a ser un 57% superior en un firme preparado para un tráfico intenso, en el que la carga esté mal repartida.
2. El estudio del SETRA fija una media un 36% superior.

3. Para los firmes semi-rígidos, los valores pueden aumentar hasta un 477% en el caso de carga mal distribuida.

Estos aumentos en la agresividad por tonelada transportada se traducen en un coste mayor en el mantenimiento de los firmes para conservar los mismos en las mismas condiciones que en la actualidad. En las autopistas de peaje, el cobro se realiza en función del tipo de vehículo que transita con independencia de la carga que transporte en cada momento, por lo que en el caso de repercutir este aumento de costes se haría entre todos los transportes pesados con independencia de las características de cada uno de ellos. En el caso de no repercutir este deterioro del firme ni en las autopistas ni en las autovías a través de arcos de peaje, el Estado debería asumirlo

f. Repercusiones medioambientales

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, en 2015 las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte por carretera fueron un 19 % superiores a los niveles de 1990. En 2015 el transporte por carretera fue responsable de casi el 73 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte, incluidos la aviación y el transporte marítimo internacional. De dichas emisiones, el 44,5 % tuvo su origen en los turismos, mientras que el 18,8 % procedía de vehículos pesados. No obstante, para alcanzar los objetivos del marco de actuación en materia de clima para 2030, la UE se propone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte en un 20 % por debajo de su nivel de 2008 en dicho plazo.

En este apartado se tratan dos aspectos relacionados con la carga transportada y el medio ambiente. En primer lugar, se analiza el efecto sobre las emisiones de CO₂, en segundo lugar, se analiza el efecto sobre la directiva 2015/719.

i. Efecto sobre las emisiones de CO₂

La contribución directa del sector transporte al cambio climático viene determinada por el consumo de combustible empleado. Para transformar este consumo en las emisiones de efecto invernadero se emplea un factor de conversión característico para cada tipo de combustible, que convierte los litros de combustible consumidos en kilogramos de CO₂ equivalente. En la siguiente tabla se resumen estos factores de conversión extraídos de los cálculos que utiliza en sus cálculos la Oficina para el cambio climático de Cataluña. [7]

Tabla 30: Factores de conversión a unidades de CO2 equivalente

Tipo de combustible	Factor de conversión
Diesel	2,653 Kg Co2 Eq/litro
Biodiesel 8,5%	2,4274 Kg Co2 Eq/litro
B(10) : Biodiesel 10%	2,387 Kg Co2 Eq/litro
B(30): Biodiesel 30%	1,837 Kg Co2 Eq/litro
B(100): Biodiesel 100%	0
GLP (Gas derivado del petróleo)	1,61 Kg Co2 Eq/litro
GNC (Gas natural comprimido)	2,71 kg Co2 Eq/Kg de GNC

Fuente: Oficina Catalana del Canvi Climatic, Guía práctica para el cálculo de emisiones de efecto invernadero (versión 2019)

En la actualidad, y según queda recogido en el Real Decreto 1085/2015, España tiene unos objetivos anuales mínimos obligatorios, de venta o consumo de biocarburantes, que los distribuidores tienen que incorporar al combustible comercializado. Este porcentaje comenzó siendo un 4,3 % en el año 2016, un 5% en 2017, un 6% en 2018, un 7% en 2019 y tiene que ser un 8,5% en el año 2020. Por ello, en la tabla se ha recogido el factor de conversión del biodiesel 8,5% que es el que se distribuye a partir del año 2020 en el Estado.

Estos biocarburantes tendrán que ser mayoritariamente de segunda generación (provenientes de residuos) y no de primera generación (extraídos de cultivos energéticos), quedando limitado en el año 2020 el porcentaje de estos últimos a un 7% del biocarburante frente al 93%, generado con desechos.

A partir de estos factores y conociendo el consumo medio para 100 kilómetros de un vehículo 2+3 y MMA de 40 toneladas, y aplicando un 7% de incremento en dicho consumo cuando este lleva una MMA de 44 toneladas, se puede calcular la emisión de gases de efecto invernadero en ambos casos.

Por una parte, el consumo por kilómetro recorrido se incrementa al incrementarse la carga, y por otra parte, hacen falta un 9% menos de viajes en carga para transportar las mismas toneladas. El resultado final es una disminución en el consumo en torno al 3,7% del combustible para transportar las mismas toneladas, en el caso más favorable, es decir, siempre y cuando el transporte de todas ellas se realizase en vehículos cargados con 44 toneladas en todos los viajes realizados.

Los gases de efecto invernadero disminuirían en la misma proporción al estar los mismos vinculados directamente con la cantidad de combustible quemado. En los estudios consultados, estos porcentajes varían del 3,7% del estudio francés al 5% en el escenario más elevado del análisis de la Universidad Politécnica de Cataluña.

ii. Efecto sobre la directiva 2015/719

En la introducción del presente informe, se ha analizado cómo la directiva 2015/719 permite aumentar el peso cuando el vehículo emplea combustibles alternativos o sistemas de propulsión híbridos en el transporte internacional (cuando se trata de vehículos de motor de 2 ó 3 ejes, que

quedan fuera de este estudio). El objetivo es que el mayor peso que implican los depósitos de estos combustibles no repercuta en la capacidad de carga de los vehículos, dado que la Unión Europea quiere fomentar su empleo. Por ello, permite incrementar el peso máximo autorizado en un valor igual al peso requerido por la tecnología de combustible alternativo hasta un máximo de 1 tonelada.

También permite, en el caso del transporte de contenedores de 45 pies dentro de una operación de transporte intermodal, a los vehículos T2S3 transportar hasta 42 toneladas. En el caso del resto de los vehículos articulados de 5 o 6 ejes, tienen una MMA de 44 toneladas.

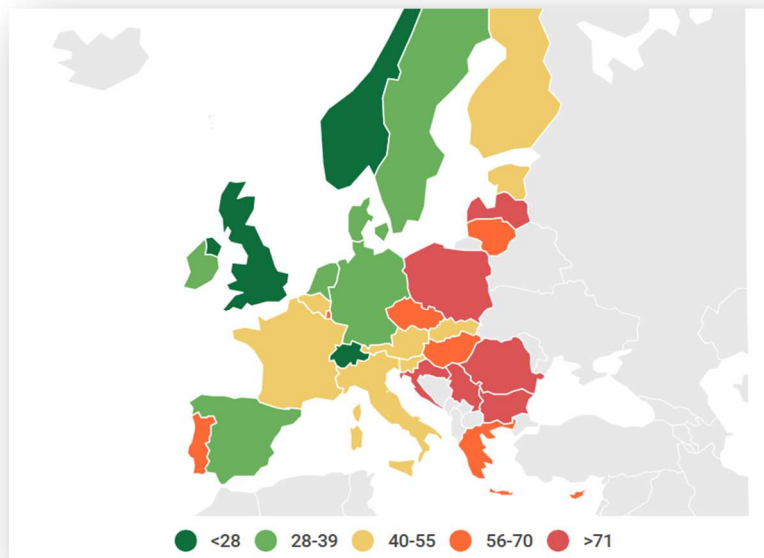
Estas discriminaciones positivas tienen por objetivo fomentar medidas que mejoran el rendimiento medioambiental del sector transporte en su conjunto. En el primer caso porque se fomenta el empleo de combustibles que tienen unas emisiones de CO₂ menores, y en el segundo caso porque se fomenta el transporte en otros medios (tren y barco) y se emplea el camión únicamente como apoyo para una parte del trayecto pequeña.

Estas discriminaciones positivas pierden parte de su poder si se permite que todos los vehículos de 5 o 6 ejes transporten 44 toneladas, aun y cuando no estén realizando transporte intermodal. Por ello, tanto las líneas de actuación marcadas en la directiva 2015/719, cómo las estrategias que marca el Libro Blanco del Transporte y que buscan el fomento de otros combustibles y de otros medios de transporte ven mermada su efectividad.

g. Repercusiones sobre la seguridad vial

En el año 2018, en la Unión Europea (28 países miembros) se produjeron más de 25.000 fallecidos en accidentes de tráfico. De los mismos, en España perdieron la vida 1806 personas, lo que representa un 7% del total europeo. Los datos de siniestralidad los calcula la Comisión Europea [8] relacionando el número de fallecidos en accidentes de tráfico por millón de habitantes para cada uno de los países, información que se muestra en el siguiente mapa.

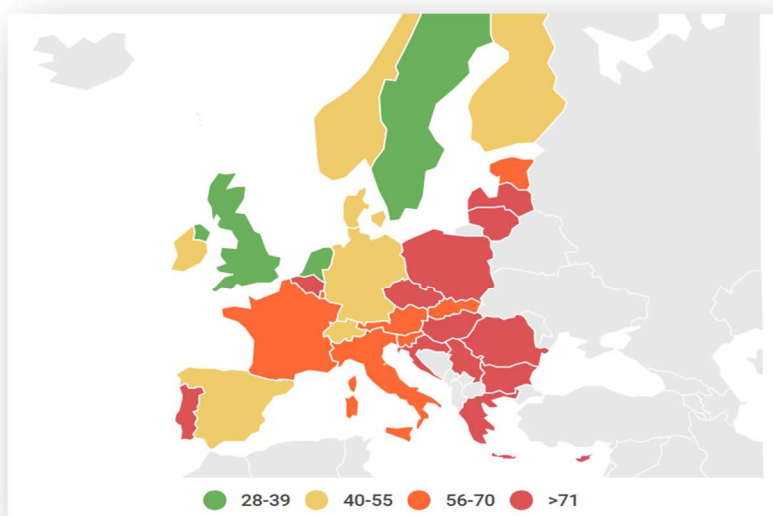
Figura 15: Fallecidos en el año 2018 por millón de habitantes



Fuente: ETSC, European Transport Safety Council, EU

En el mismo se aprecia como España, con 38 muertos por millón de habitantes en accidentes de carretera el año pasado se encuentra junto con Irlanda, Dinamarca, Alemania y Finlandia, en el grupo de países con menos de 40 muertos por millón. Por debajo está Noruega, Reino Unido y Suiza con menos de 27 muertos por millón, y por encima el resto de los países europeos. Si comparamos esta imagen con la que teníamos de partida en el año 2001, en el que la media de fallecidos por millón de habitantes era de 136 personas, es evidente la mejora conseguida.

Figura 16: Fallecidos en el año 2001 por millón de habitantes



Fuente: ETSC, European Transport Safety Council, EU

En el siguiente cuadro se presentan los datos de los países más cercanos a nosotros para ambos años:

Tabla 31: Comparación Fallecidos en carretera entre los años 2001 y 2018

	Año 2001	Año 2018
España	136	38,7
Francia	134	50,3
Portugal	163	61,9
Italia	125	54,7

Fuente: ETSC, European Transport Safety Council, EU

De estos cuatro países, España es el que ha mejorado más en estos 18 años. Además de ponderar el número de fallecidos en función de los habitantes del Estado miembro, se debe tener en cuenta el volumen de transporte que tienen los diferentes países. La Comisión también muestra los datos, relativizados en función de los kilómetros/vehículo recorridos en cada uno de los Estados miembro, pero España no ha aportado los datos de los años suficientes para entrar en la estadística. En la siguiente tabla se muestran los datos para los Estados miembro que han aportado información en los tres años objeto de estudio. En el caso de España se han extraído los datos del Observatorio Nacional de Seguridad Vial [9]. Según dicho informe, a partir del análisis de los kilómetros recorridos por los vehículos que se han sometido a una inspección técnica, se ha estimado que en 2018 el volumen total de tráfico fue de 398.161 millones de kilómetros/vehículo, de los que un 73% corresponde a turismos, un 14% a camiones y un 9% a furgonetas.

Tabla 32: Comparación Fallecidos en carretera por kilómetros recorridos en los países de la UE

		Media Fallecidos en carretera en los años estudiados	Media en millones de kilómetros/vehículo recorridos	Fallecidos por millón de Km/Vh
1	Noruega	133	44,397	3.0
2	Suiza	226	67,883	3.3
3	Suecia	282	83,794	3.4
4	Gran Bretaña	1,785	524,567	3.4
5	Irlanda	168	47,611	3.5
6	Dinamarca	187	51,027	3.7
7	Alemania	3,281	768,467	4.3
8	España*	1806	398,161	4,5
9	Finlandia	250	53,362	4.7
10	Países Bajos	621	132,414	4.7
11	Austria	442	84,887	5.2
12	Estonia	62	10,798	5.7
13	Francia	3,462	596,833	5.8
14	Italia	3,363	514,865	6.5
15	Malta	19	2,82	6.6
16	Eslovenia	119	18,034	6.6
17	Bélgica	682	101,718	6.7
18	Portugal	590	69,234	8.5
19	Chequia	642	52,941	10.1
20	Letonia	161	13,264	12.1
21	Croacia	318	25,145	12.7
22	Polonia	3,166	217,315	14.6
	EU19	19,599	3,369,096	5.8

Fuente: ETSC, European Transport Safety Council, EU. *: en el caso de España la Fuente es la DGT

Este ratio coloca a España en el lugar número 8 de la Unión Europea, con un valor inferior al de la media de los países para los que se ha hecho el cálculo. Por lo tanto, se aprecia que los esfuerzos realizados en los últimos años, han permitido que la situación actual haya mejorado considerablemente, teniendo en cuenta la orografía del territorio.

El siguiente paso es analizar de todos los accidentes ocurridos, en cuántos estaba implicado un vehículo pesado. Los vehículos pesados representan el 7% del parque móvil pero realizan una media del 14% de los kilómetros/vehículos año. En 2018, si bien no estuvieron presentes más que en el 5,7% de los accidentes, la gravedad de los mismos es muy superior a la media, falleciendo en los mismos el 17,8 % de todos los fallecidos. Los números del informe de siniestralidad realizado por la DGT [9] muestran como los accidentes con vehículos pesados tienen consecuencias especialmente graves.

En los datos estadísticos manejados por la DGT, no se tiene en cuenta el tonelaje del vehículo (únicamente se diferencia entre menos de 3,5 toneladas y más), ni se tiene en cuenta la carga transportada en los accidentes. Por lo tanto, no se pueden extraer datos estadísticos directos que muestren la relación entre la carga, el número de accidentes y las consecuencias de los mismos.

En el estudio realizado por Castillo- Manzano y otros [10] sobre la relación entre la capacidad de carga de los vehículos pesados y los accidentes en los que se ven involucrados, se diferencia entre los vehículos con carga inferior a 5000 kg, los que pueden transportar entre 5000 y 14999 kg y los que pueden transportar más. Dado que el análisis que interesa en este informe es la diferencia entre los vehículos que transportan 40 toneladas y los que transportan 44 en el momento del accidente, no se puede extraer conclusiones.

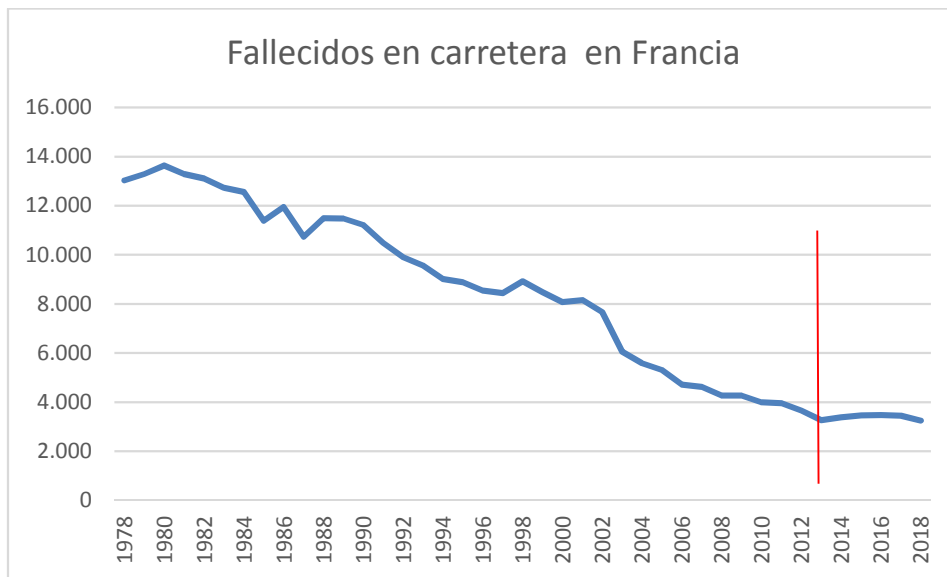
En el estudio precedente sobre el impacto de ampliar la MMA a 44 toneladas realizado por el INECO en el año 2013 [4], se analizaron dos variables:

1. Efecto sobre el número de accidentes que tendría el descenso en el número de vehículos pesados en la carretera al ser necesarios menos vehículos para transportar las mismas toneladas. En este trabajo se crea un escenario donde los vehículos* kilómetros son un 14% inferiores, y se aplica este porcentaje en el descenso de los accidentes, un 14%.
2. Efecto sobre el número de fallecidos, es decir sobre la gravedad de la accidentalidad en la que se verían implicados estos vehículos con una carga superior. En este caso, en el estudio se afirma que aun y cuando se produzca una reducción del número de accidentes la gravedad de los que afecten a los vehículos de 44 toneladas será algo mayor. No se da un valor concreto a este factor.

Este mismo organismo realizó otro estudio para el Ministerio de Fomento en el año 2016 [12]. En el mismo se analizaron los accidentes con víctimas mortales publicados por la DGT y se clasificaron en función de los vehículos implicados en los mismos. A continuación, se realizó una regresión en función de la MMA de los mismos y se proyectaron los datos para una MMA de 44 toneladas. El resultado indicaba un aumento de la siniestralidad del 11%.

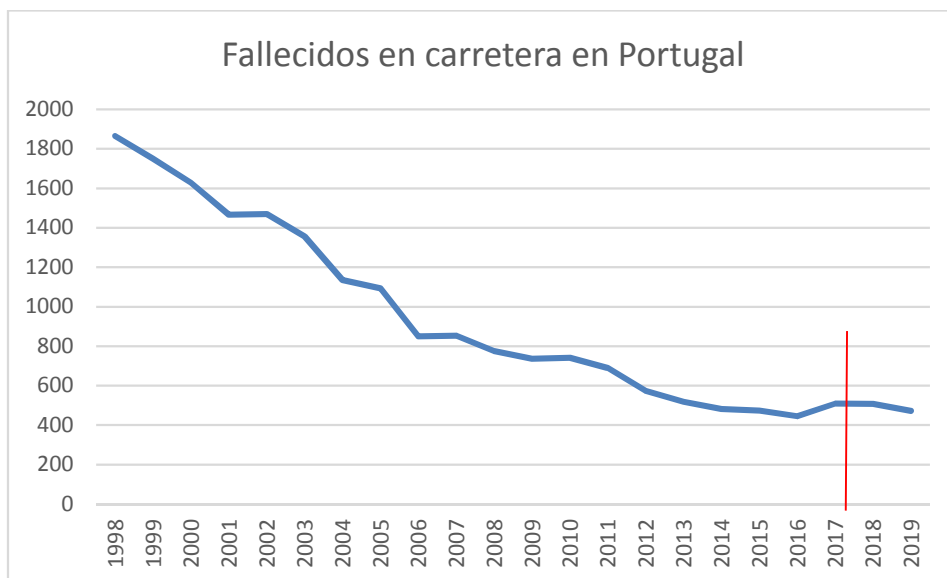
Si se toman los datos reales de siniestralidad en Francia y en Portugal desde que se modificó en esos países la normativa, no se aprecia ni un descenso en los accidentes ni un aumento. Dado que la siniestralidad de un país es la suma de muchos factores, no se puede afirmar que el cambio de normativa haya sido la causa del estancamiento en el número de fallecidos en carretera en ambos países, pero sí se puede afirmar que su introducción no ha hecho mejorar los ratios de dichos países apreciablemente.

Figura 17: Evolución del número de fallecidos en carretera en Francia



Fuente: Observatoire national interministériel de la sécurité routière [11]

Figura 18: Evolución del número de fallecidos en carretera en Portugal



Fuente: Autoridade Nacional Seguranca Rdoviária [12]

5. MEDIDAS DE CONTROL

En la actualidad, al no haberse modificado para el transporte interior la directiva 96/53, todos los vehículos pesados que circulan por las carreteras españolas tienen que cumplir las mismas restricciones de peso y dimensiones con independencia de que se trate de una operación de transporte nacional o internacional. En el caso en que se modificase la norma actual y se permitiese aumentar la MMA a 44 toneladas, coexistirían en las carreteras vehículos pesados que podrían transportar únicamente 40 toneladas cuando se tratase de una operación internacional o 44 toneladas cuando se tratase de un viaje nacional. Por lo tanto, en los controles de pesaje habría que justificar la naturaleza del viaje de cara a conocer el MMA permitido para esa operación en concreto.

Así pues, se tendrá que protocolizar la documentación a presentar en los controles que realicen las autoridades. En el caso de cabezas tractoras con matrícula española, tendrán que presentar los papeles de la operación de transporte que están realizando en el momento en el que se les detenga para realizar el pesaje del vehículo. En el caso de que la misma se trate de una operación internacional, la MMA deberá ser de 40t o inferior.

En el caso de cabezas tractoras con matrícula extranjera se puede generar un protocolo que permita controlar simultáneamente que se cumple el peso máximo y la ley de cabotaje⁶. Para determinar si en un trayecto concreto la MMA es de 40 o de 44 t, es necesario determinar si se trata de un viaje nacional o no. En caso de tratarse de un viaje nacional, se tendrá que cumplir la ley de cabotaje. Dicha ley regula las operaciones que puede realizar un vehículo en un Estado Miembro de acogida tras un transporte internacional. Desde el año 2009, el reglamento 1071/2009 regula el cabotaje, que ha de ser siempre sucesivo a un transporte internacional, distinguiendo dos situaciones.

- Si el destino del viaje internacional es el país donde se va a realizar el cabotaje, el transportista puede realizar 3 viajes de cabotaje en un plazo máximo de 7 días desde la descarga del transporte internacional.
- Si, por el contrario, el transporte internacional previo y las operaciones de cabotaje no se realizan en el mismo país, el plazo máximo queda reducido a 3 días desde la descarga del transporte internacional previo.

En el Paquete Legislativo de Movilidad⁷, que está siendo debatido en el primer trimestre del año 2020, se ha mantenido esta norma, incluyéndose un periodo de enfriamiento de 4 días, periodo

⁶ Cabotaje: transporte nacional realizado por un vehículo extranjero

⁷ A la fecha de finalización de este estudio, no se había aprobado definitivamente el texto sobre las condiciones de cabotaje dentro del Paquete Legislativo de Movilidad

durante el cual no se podrá hacer cabotaje en el mismo Estado Miembro, debiendo volver el transportista al país de origen. [13].

En caso de no controlar esta situación, podrían estar circulando camiones extranjeros con 44 toneladas, realizando multitud de trayectos nacionales sin cumplir con dicha ley. Por lo tanto, parece lógico, en caso de que la normativa española sea modificada para permitir una MMA de 44 toneladas, que se vincule el control de la misma a la situación de cada vehículo para comprobar simultáneamente que se cumplen ambas normas.

6. CONCLUSIONES

En la actualidad, conviven en Europa multitud de normas nacionales que regulan las dimensiones y los pesos máximos permitidos en la circulación de los vehículos pesados por las carreteras de cada uno de los Estados miembro. En España, sin embargo, se mantienen los estándares marcados por la normativa europea para el tráfico internacional, por lo que en la actualidad la MMA es de 40 toneladas salvo en los casos excepcionales previstos por la directiva 2015/279.

En este informe se han analizado las repercusiones que tendría un cambio normativo que elevase la MMA a 44 toneladas. Para ello, y en base al volumen de operaciones que se han realizado en el año 2018, último año para el que se tienen datos de todo el ejercicio, se ha calculado el volumen de viajes que, a priori, podrían haber transportado 44 toneladas si hubiese estado permitido. Se trata de los viajes nacionales, realizados por vehículos articulados de 5 o 6 ejes, a carga completa, sin limitaciones de espacio. A partir de los datos de la Encuesta Permanente de Transporte por Carretera se ha llegado a realizar una estimación según la cual el máximo valor estaría en torno al 10% de todas las operaciones realizadas. Estas operaciones se podrían realizar en menos viajes (se aumenta en 4 toneladas la carga transportada en cada viaje, por lo que se pasaría a necesitar un 13,7% menos de viajes y de flota).

La siguiente variable que se ha analizado ha sido la antigüedad del parque de vehículos articulados, dado que, de modificarse la normativa, es previsible que esta fije la norma EURO que deberán cumplir los vehículos para aumentar la MMA. En el caso de ser la norma EURO VI, el 43% de la flota podría aumentar la MMA, y si se permite realizar estas operaciones con la norma EURO V, el 53% de la flota podría hacerlo.

A continuación, se han analizado las repercusiones de este cambio normativo, clasificándolas en 4 áreas: económica, medioambiental, seguridad vial y abrasión sobre los firmes.

Repercusiones económicas

Esta medida tiene repercusiones sobre los costes de las empresas transportistas. Todos los informes que se han elaborado hasta la actualidad incluyen este apartado, aunque en algunos

casos únicamente se analiza la variación de costes si un vehículo concreto aumenta a 44 toneladas su carga realizando el mismo número de kilómetros que en la situación anterior.

Sin embargo, no se puede generalizar en un único caso los cambios en los costes que soportará el sector. Los costes para cada empresa dependerán de dos variables. La primera es el incremento de negocio que se consiga con las nuevas reglas del juego. Al aumentarse la oferta en mayor medida que la demanda (por lo menos en el plazo de 4 o 5 años), habrá empresas que transporten más toneladas que en la situación anterior, y habrá otras que transporten lo mismo o menos. Las empresas que consigan más negocio y aumenten las toneladas transportadas, verán cómo el coste por kilómetro recorrido en carga se incrementa, mientras que el coste por tonelada-kilómetro descende, aunque no lo hará en la misma medida en todas ellas.

La segunda variable es el número de vehículos que gestiona la empresa. Esta variable no afecta si en todos los trayectos se consigue un incremento de las 4 toneladas extras. En el resto de los casos, sobraría parte de la flota de las empresas. Aquellas empresas que dispongan de más de 7 vehículos, podrían dar de baja a los vehículos que no fuesen necesarios y transportar con el resto de la flota el negocio de más que hayan conseguido. Las empresas más perjudicadas, serán aquellas empresas pequeñas, que deban mantener toda la flota para realizar el mismo número de viajes que en la actualidad, aun y cuando en alguno de ellos transportasen más toneladas que ahora.

El abanico entre la peor situación y la mejor situación está entre una disminución del 5% del coste de transportar 1 tonelada 1 kilómetro hasta una disminución del 11,6%. Si no varían los precios en el mercado por tonelada o pallet transportado, ni se repercute en las tarifas de las autopistas o en los puentes de cobro de las autovías los extra-daños que se generan en el pavimento este aumento interesa a todas las empresas del sector. Sin embargo, las previsiones que realizan todos los actores contemplan un descenso de los precios. Es precisamente este descenso en precios el que se vincula con las ganancias de la productividad.

En el apartado sobre el reparto de los beneficios se han establecido 5 escenarios, en cada uno de los cuales, los precios se fijarían de diferente forma. Si los precios no varían (escenario de precios 1), los transportistas que mantengan o incrementen su volumen de negocio actual, saldrían beneficiados con esta nueva norma. En los otros escenarios de precios, salvo que se pueda repercutir el aumento de los costes en los nuevos precios finales, los transportistas podrían sufrir una disminución en el margen de beneficios si los precios descienden en menor cuantía que los costes. Frente a la situación de los transportistas están los cargadores, sector para el que cualquier bajada de precios se refleja directamente en un aumento del beneficio dado que sus costes se mantienen idénticos. Por lo tanto, el cambio en la MMA máxima podría provocar un reparto desequilibrado de beneficios entre cargadores y transportistas.

En cualquier caso, y con la finalidad de minimizar las consecuencias del aumento de la capacidad de carga de los vehículos si se cambia la normativa, esto debería hacerse en un momento con expectativas de crecimiento económico estable. Esta circunstancia se tuvo en cuenta en la

implantación de esta medida en Francia que se retrasó hasta el año 2013 cuando el estudio acerca de sus repercusiones databa de 2009.

Repercusiones sobre el firme:

Todos los estudios concluyen que al aumentar la MMA en los vehículos T2S3 se aumenta la agresividad y por lo tanto el deterioro del firme. Además, existen dos variables que hacen que estas repercusiones sean mayores. La primera es un mal reparto de la carga y la segunda el tipo de firme por el que se circula.

Controlar el reparto de la carga entre los 5 ejes para mantenerlo en los valores que deterioran menos el pavimento es más sencillo cuando se trata de operaciones con un origen y destino único. La situación se complica cuando se realizan operaciones de recogida y distribución, en las que una mercancía es cargada y/o descargada por lotes fraccionados en múltiples paradas a lo largo del recorrido. En este caso, es más sencillo que se sobrecarguen algunos ejes en determinados tramos, por lo que el efecto sobre el firme será peor.

En cuanto al tipo de firme sobre el que se circule, la agresividad más alta se da sobre un firme semi-rígido, en el que la agresividad es cerca de un 175% superior en el caso de llevar una carga de 44 toneladas. En los firmes semi-flexibles y flexibles, los estudios consultados muestran que este aumento se encuentra entre un 42% y un 59% peor dependiendo del firme, si se toman los valores de agresividad sobre el firme por vehículo del tipo T2S3.

Por lo tanto, en todos los casos, si se aumenta la carga en los vehículos de 5 ejes, se concluye que existirá un mayor deterioro del firme, que se traducirá en más costes de mantenimiento. La cuestión sobre la que se debe decidir es si estos extra-costes deben correr a cargo del Estado o de las empresas concesionarias en el caso de las autopistas, o si deben de ser pagados por los transportistas. En este último caso, y salvo que se cobre en función de la carga de cada trayecto, se repercutirá a todos los vehículos pesados, o a todos a los que se les permita aumentar la MMA, con independencia de la carga realmente transportada.

Si finalmente los costes los asume el sector del transporte, estos deberían incluirse en el cálculo para conocer el nuevo coste por tonelada transportada.

Efecto sobre las emisiones de CO2

El efecto directo sobre las emisiones es proporcional al consumo de diésel. Por una parte, el consumo por kilómetro recorrido se incrementa al incrementarse la carga, por otra parte, hacen falta menos viajes para transportar la misma carga. Al realizar el balance, el efecto directo de la medida será una disminución de las emisiones en torno al 3,7%.

Los efectos indirectos están vinculados con las alternativas que se están apoyando en la actualidad para reducir las emisiones de CO2: los combustibles alternativos y la reducción del volumen de mercancías transportadas por carretera en favor de otros medios de transporte. Para fomentar el empleo de otro tipo de combustibles, está previsto en la normativa europea

incrementar la MMA que compensa el aumento en peso de los depósitos de los combustibles alternativos hasta 1 tonelada. Las emisiones de CO₂ si se emplea GNC (gas natural Comprimido) son entre un 13% y un 15% inferiores a emplear diésel [14]. Por lo tanto, el aumento de la MMA de todos los vehículos de 5 y 6 ejes, implica indirectamente menos incentivo para el cambio a combustibles alternativos, que conlleva una disminución en emisiones de CO₂ un 10% menor.

El otro efecto indirecto está relacionado con el fomento de otros medios de transporte en detrimento del transporte por carretera, objetivo enumerado como clave en las políticas de la UE contra el cambio climático. La normativa actual fomenta el transporte por carretera como medio de apoyo a otros medios de transporte (el concepto de transporte combinado), de forma que se complemente a estos últimos. Las iniciativas que busquen un incremento del transporte de mercancías por carretera entran en confrontación con esta línea de actuación.

Se puede concluir que tanto las líneas de actuación marcadas en la directiva 2015/719, cómo las estrategias que marca el Libro Blanco del Transporte, que buscan el fomento de otros combustibles y de otros medios de transporte perderían gran parte de su efectividad si aumenta la MMA.

Efecto sobre la seguridad vial

Existen diversos estudios sobre una posible implantación de la medida en España que llegan a conclusiones contradictorias: mientras que unos muestran una disminución en el hipotético número de fallecidos, otros prevén su aumento. En cuanto a las repercusiones reales sobre la seguridad vial en los países que ya han implantado esta medida, no se han realizado estudios específicos sobre la repercusión de las 44 toneladas en el número de accidentes. Esto se debe a que en las estadísticas que se generan no se diferencia la siniestralidad ni por MMA del vehículo, ni por carga efectiva transportada en el momento del accidente. Sin embargo, los datos agregados de siniestralidad no muestran un descenso al entrar en vigor esta nueva normativa ni en Francia ni en Portugal. Por lo tanto, se puede afirmar que no se ha analizado a día de hoy su contribución exacta a los datos de fallecidos, pero que, en cualquier caso, no parece que contribuya a hacer más segura la circulación por carretera.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. e. D. M. y. Transporte, «Libro Blanco del Transporte. Hoja de Ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitivo y sostenible,» 2011.

- [2] International Transport Forum, OECD, «Permissible maximum dimensions and weights of lorries in Europe,» <https://www.itf-oecd.org/node/19209>, 2019.
- [3] Universidad Politécnica de Catalunya, Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori, «Evaluación del Impacto de los Vehículos pesados de transporte de mercancías tipo T2S3 al pasar de 40 a 44t de M.M.A.,» 2012.
- [4] INECO, «Estudio sobre la conveniencia y viabilidad de aumentar la MMA de los vehículos pesados a 44t,» 2013.
- [5] Comité National des Transports, «Le 44 tonnes. Rapport de Synthèse sous forme de compte-rendu des travaux.,» 2009.
- [6] European Commission. Directorate General Energy and Transport, «Effects of adapting the rules on weights and dimensions of heavy commercial vehicles as established within Directive 96/53/EC,» *Transport and Mobility Leuven*, 2008.
- [7] Oficina Catalana del Canvi Climatic, «Guía práctica para el cálculo de emisiones de efecto invernadero,» 2019.
- [8] European Transport Safety Council, «Road deaths in the European Union,» 2019.
- [9] Dirección General de Tráfico, «Las principales cifras de la siniestralidad vial,» *Realizado por el Observatorio Nacional de Seguridad Vial*, 2019.
- [10] J. Castillo- Manzano, M. Castro-nuño y X. Fageda, «Exploring the relationship between truck load capacity and traffic accidents in the European Union,» *Transportation Research Part E*, vol. 88, 2016.
- [11] Observatoire national interministériel de la sécurité routière, «La sécurité routière en France. Bilan de l'accidentalité de l'année 2018,» 2019.
- [12] Autoridade Nacional Seguranca Rodoviária, «Relatórios de Siniestralidade 2018,» p. <http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSiniestralidade>, 2019.
- [13] C. Europea, «COM (2017)/0123 Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1071/2009 y el Reglamento nº 1072/2009 con el fin de adaptarlos a la evolución del sector.»
- [14] S. Mojtaba Lajevardi y J. A. C. C. Axsen, «Examining the role of natural gas and advanced vehicle technologies in mitigating Co2 emissions of heavy-duty trucks: Modeling prototypical British Columbia routes with road grades,» *Transportation Research Part D*, vol. 62, nº 186-211, 2018.



[15]

ANEXO 1: DIMENSIONES Y PESOS MÁXIMOS EN EUROPA