



**GUÍA PARA
LA EFICIENCIA
DEL TRANSPORTE
SOSTENIBLE**

EFINEXT
transporte sostenible

ÍNDICE

1. Introducción

- Contexto del sector transporte en Europa
- Retos actuales: costes, sostenibilidad, normativa
- Objetivo de la guía

2. Marco normativo europeo

- Regulaciones sobre emisiones
- Paquete de movilidad de la UE
- Normativa sobre tiempos de conducción y descanso
- Fiscalidad ambiental

3. Optimización de rutas

- Planificación estratégica
- Uso de software de gestión de rutas (TMS)
- Factores clave: tráfico, restricciones, carga
- Rutas dinámicas vs. estáticas

4. Reducción de la huella de carbono

- Medición de emisiones
- Estrategias de reducción
- Combustibles alternativos
- Electrificación de flotas

5. Conducción eficiente (eco-driving)

- Principios básicos
- Formación de conductores
- Uso de telemetría
- Impacto económico

6. Gestión de flotas

Mantenimiento preventivo

Renovación de vehículos

Digitalización

7. Tecnología y digitalización

Big Data e inteligencia artificial

IoT en transporte

Automatización

8. Indicadores clave (KPIs)

Coste por kilómetro

Consumo de combustible

Emisiones por tonelada transportada

Nivel de servicio

9. Tendencias futuras del transporte y la logística

Digitalización y automatización.

Transformación del empleo.

Diversificación energética.

Nuevos modelos logísticos.

10. Digitalización documental: guía práctica

El Documento de Control Digital

Resumen de documentos digitalizables

Impacto económico: papel vs digital

Plan de implementación (4 fases)

1. INTRODUCCIÓN

El sector del transporte y la logística en Europa atraviesa una transformación profunda impulsada por tres factores principales: la presión regulatoria, el aumento de los costes operativos (especialmente combustible) y la necesidad de reducir el impacto ambiental.

Las empresas de transporte ya no compiten únicamente en precio o rapidez, sino también en eficiencia, sostenibilidad y digitalización. Esta guía tiene como objetivo proporcionar herramientas prácticas para mejorar la operativa diaria y la competitividad.





EFINEXT
transporte sostenible



EFINEXT
transporte sostenible

MARCO NORMATIVO EUROPEO

MARCO NORMATIVO EUROPEO

Las empresas deben adaptarse a un entorno regulatorio cada vez más exigente:

1. Emisiones: límites de CO₂ para vehículos pesados

Normativa principal:

Reglamento (UE) 2019/1242

Reglamento (UE) 2023/851

Contenido clave:

Establece objetivos obligatorios de reducción de emisiones de CO₂ para fabricantes de vehículos pesados (camiones).

Objetivos actuales:

Reducción del 15% (2025)

Reducción del 30% (2030) (respecto a niveles de 2019)

Implicaciones:

Impulso a vehículos eléctricos, hidrógeno y combustibles alternativos.

Penalizaciones económicas a fabricantes por incumplimiento.

ACLARACIÓN

Impacto en operadores: estos objetivos aplican directamente a los **fabricantes** de vehículos, no a los operadores de transporte. El impacto en las empresas transportistas es **indirecto**, a través de la renovación de flota. Sin embargo, condiciona la disponibilidad y precio de vehículos nuevos en el mercado.

Verificaciones clave

¿Se dispone de un inventario actualizado de la flota (edad, normativa Euro, tipo de combustible)?

¿Se monitorizan las emisiones de CO₂ por vehículo o por operación?

¿Existe un plan de renovación de flota alineado con objetivos 2025–2030?

¿Se analizan alternativas energéticas (eléctrico, GNL, biocombustibles)?

¿Se reportan datos ambientales a clientes o autoridades?

2. Paquete de Movilidad

Normativa principal:

Reglamento (UE) 2020/1055

Reglamento (UE) 2020/1054

Directiva (UE) 2020/1057

Contenido clave:

a) Cabotaje:

Máximo de 3 operaciones en 7 días

Introducción de periodo de “cooling-off” de 4 días

b) Condiciones laborales:

Obligación de retorno del conductor al país de origen cada 4 semanas

Mejora en condiciones de descanso

(prohibición de descanso semanal en cabina)

c) Empresas:

Obligación de establecimiento real en el país de registro

Control más estricto contra empresas “buzón”

Cabotaje:

¿Se respeta el límite de 3 operaciones en 7 días?

¿Se aplica el periodo de “cooling-off” de 4 días?

Conductores:

¿Los conductores regresan al país de origen cada 4 semanas?

¿Se evita el descanso semanal en cabina?

¿Se gestionan correctamente dietas y desplazamientos?

Empresa:

¿Existe actividad real en el país de establecimiento?

¿Se dispone de documentación que lo justifique (oficina, contratos, etc.)?

3. Tiempos de conducción y descanso

Normativa principal:

Reglamento (CE) 561/2006

Reglamento (UE) 165/2014

Contenido clave:

Límites de conducción:

Máximo **9 horas diarias** (ampliable a 10 horas, 2 veces por semana)

Máximo **56 horas semanales**

Máximo **90 horas en 2 semanas consecutivas**

Descanso:

Descanso diario:

11 horas (normal) o 9 horas (reducido)

Descanso semanal:

45 horas (normal)

24 horas (reducido, con compensación)

Tacógrafo:

Uso obligatorio de tacógrafo digital inteligente

Registro automático de:

Conducción

Descanso

Ubicación (nueva generación)

Verificaciones clave

¿Se descargan y analizan regularmente los datos del tacógrafo?

¿Se respetan los límites de conducción diaria y semanal?

¿Se controlan las pausas obligatorias (45 min cada 4,5h)?

¿Se gestionan correctamente los descansos semanales?

¿Se utilizan tacógrafos inteligentes actualizados?

4. Zonas de Bajas Emisiones (ZBE)

Normativa principal:

Directiva 2008/50/CE

Directiva (UE) 2016/2284

(Aplicación concreta desarrollada por cada Estado miembro)

Contenido clave:

La UE establece límites de contaminación atmosférica (NO₂, PM10, etc.).

Los países deben implementar medidas → entre ellas las ZBE.

Aplicación práctica:

Restricción de acceso a vehículos según:

Normativa Euro (Euro VI, V, etc.)

Tipo de combustible

Etiquetas ambientales

Ejemplo en España:

Obligación de ZBE en ciudades de más de 50.000 habitantes

(Ley nacional).

Situación real en España: La implantación de las ZBE está **siendo muy desigual** entre municipios. Madrid y Barcelona cuentan con zonas consolidadas y operativas, pero muchos municipios todavía están en fase de diseño, consulta pública o con aplicación limitada. Las empresas deben **verificar caso a caso** el estado de cada ZBE en sus rutas habituales, ya que las restricciones, vehículos afectados y horarios varían significativamente entre ciudades. El incumplimiento puede suponer sanciones elevadas, pero también oportunidades para modernizar la flota.

Verificaciones clave

¿Se identifican las ZBE en rutas habituales?

¿Los vehículos cumplen con los requisitos de acceso (Euro VI, etiquetas)?

¿Se planifican rutas alternativas cuando es necesario?

¿Se informa a clientes de posibles restricciones o costes adicionales?

5. Digitalización documental obligatoria

La digitalización de los documentos de transporte ha dejado de ser una opción estratégica para convertirse en una **obligación legal**. La Ley de Movilidad Sostenible y las modificaciones del Reglamento de Ordenación de los Transportes Terrestres (ROTT) establecen plazos concretos que afectan a todas las empresas de transporte público de mercancías por carretera en España, sin excepción.

Documento de Control Digital: obligatorio octubre 2026

El Documento de Control administrativo es el único documento obligatorio para el transporte de mercancías por carretera en territorio nacional (Orden FOM/2861/2012). Conforme a la Ley de Movilidad Sostenible, el Documento de Control administrativo exigible para el transporte público de mercancías por carretera deberá emitirse en formato digital a partir de octubre de 2026.

Requisitos técnicos (ROTT mayo 2023):

Los datos deben ser accesibles a toda persona habilitada para consultarlos

Se debe garantizar el almacenamiento y envío de documentos

Las firmas deben tener nivel de firma digital avanzada conforme al Reglamento eIDAS

Cualquier modificación posterior de los datos debe poder detectarse

Otros documentos digitalizables:

Carta de porte nacional (Orden FOM/1882/2012):

digitalización respaldada, firma avanzada obligatoria

CMR / eCMR para transporte internacional:

habilitado desde 2008, firma electrónica avanzada

Albarán de entrega: no obligatorio pero digitalizable con pleno respaldo normativo

Reglamento eFTI (UE 2020/1056):

A nivel europeo, este reglamento establece el marco para la información electrónica en el transporte de mercancías, obligando progresivamente a las autoridades a aceptar documentación en formato digital.

Verificaciones clave

¿Se ha iniciado el proceso de digitalización del Documento de Control antes de octubre de 2026?

¿Se dispone de una plataforma con repositorio autorizado por el Ministerio de Transportes?

¿Las firmas electrónicas cumplen el nivel avanzado exigido por el Reglamento eIDAS?

¿Están formados los conductores en el uso del QR y los documentos electrónicos?

¿Se gestiona ya la carta de porte electrónica cuando el precio supera los 150 euros?



EFINEXT
transporte sostenible

OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

Una correcta planificación de rutas puede reducir entre un 10% y un 30% los costes operativos.

Factores clave:

- Distancia total
- Tráfico en tiempo real
- Restricciones (peso, altura, ZBE)
- Ventanas horarias de entrega

Estrategias:

- Uso de sistemas TMS (Transportation Management System)
- Algoritmos de optimización (VRP)
- Consolidación de cargas
- Reducción de kilómetros en vacío

Rutas dinámicas:

- Permiten adaptarse en tiempo real a incidencias, mejorando la eficiencia frente a rutas fijas tradicionales.



OPTIMIZACIÓN DE RUTAS EN EMPRESAS DE TRANSPORTE

1. Planificación estratégica

La optimización empieza antes de que el camión arranque. Se trata de diseñar la red logística de forma eficiente.

Elementos clave:

a) Diseño de red

- Ubicación de almacenes y centros de distribución

- Definición de zonas de reparto

- Agrupación geográfica de clientes

Ejemplo: dividir rutas por “clusters” reduce kilómetros en vacío.

b) Planificación de cargas

- Maximizar ocupación del vehículo

- Consolidar pedidos compatibles

- Evitar viajes parciales

Objetivo: aumentar el **factor de carga (%)**

c) Ventanas horarias

- Ajustar entregas a horarios de clientes

- Evitar horas punta

Impacto directo en tiempos y consumo.

d) Previsión de demanda

- Uso de datos históricos

- Identificación de picos (temporadas, días de la semana)

Resultado esperado:

- Reducción de km totales

- Menor número de vehículos necesarios

- Mejora del nivel de servicio



2. Uso de software de gestión de rutas (TMS)

Un **TMS (Transportation Management System)** es la herramienta central para optimizar rutas de forma automatizada.

Funcionalidades clave:

- Optimización automática de rutas (algoritmos VRP)
- Planificación multi-parada
- Simulación de escenarios
- Integración con GPS y telemetría
- Gestión de incidencias en tiempo real

Qué permite hacer:

- Calcular la mejor ruta considerando múltiples variables
- Reducir decisiones manuales (menos errores)
- Replanificar ante imprevistos

Beneficios reales:

- Reducción de costes de transporte: 10–25%
- Disminución de km en vacío
- Mejora de puntualidad

Buenas prácticas:

- Mantener datos actualizados (clientes, tiempos, restricciones)
- Integrar el TMS con ERP y sistemas de almacén
- Formar al equipo operativo

3. Factores clave en la optimización

Una buena ruta depende de múltiples variables. Ignorar una sola puede generar ineficiencias importantes.

a) Tráfico

- Congestión urbana
- Obras o incidencias
- Horarios punta

Solución:

- Uso de datos en tiempo real
- Planificación fuera de horas pico

b) Restricciones

- Zonas de bajas emisiones (ZBE)
- Limitaciones de peso/altura
- Restricciones horarias de carga/descarga

Solución:

- Integrar restricciones en el TMS
- Segmentar flota según tipo de acceso

c) Carga

- Tipo de mercancía (peligrosa, refrigerada, etc.)
- Volumen y peso
- Compatibilidad entre cargas

Solución:

- Optimización de carga (load planning)
- Uso de vehículos adecuados

d) Tiempos operativos

- Tiempo de carga/descarga
- Tiempo de espera
- Tiempos de conducción legales

Solución:

- Modelos realistas (no teóricos)
- Integración con normativa de conducción

4. Rutas dinámicas vs. estáticas

Este es uno de los mayores saltos de eficiencia en el transporte moderno.

Rutas estáticas (tradicionales)

Características:

- Planificadas con antelación
- No cambian durante la operación
- Basadas en datos históricos

Ventajas:

- Simplicidad
- Menor dependencia tecnológica

Desventajas:

- No reaccionan a incidencias
- Menor eficiencia en entornos variables

Rutas dinámicas (avanzadas)

Características:

- Ajuste en tiempo real
- Uso de datos en vivo (tráfico, pedidos, incidencias)
- Reoptimización continua

Ventajas:

- Mayor eficiencia
- Reducción de retrasos
- Mejor servicio al cliente

Ejemplo práctico:

Un pedido urgente aparece → el sistema recalcula la ruta y lo inserta sin afectar el resto de entregas.

¿Cuál elegir?

La mayoría de empresas combinan ambas:

- Estática → planificación base
- Dinámica → ajustes operativos

CONCLUSIÓN ESTRATÉGICA

Una empresa optimiza rutas cuando combina:

- Diseño inteligente (estrategia)**
- Tecnología (TMS + datos)**
- Control de variables operativas**
- Capacidad de adaptación en tiempo real**

ACCIONES RÁPIDAS (Quick Wins)

- Implementar un TMS si no se dispone
- Reducir km en vacío mediante consolidación
- Analizar rutas con peor rendimiento
- Formar a planificadores y conductores
- Introducir datos de tráfico en planificación

ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN (VRP)

El **Vehicle Routing Problem (VRP)** es el núcleo matemático de la optimización de rutas. Se trata de un conjunto de algoritmos diseñados para determinar la mejor forma de asignar rutas a una flota de vehículos minimizando costes y cumpliendo restricciones.

¿Qué resuelve el VRP?

Dado:

- Un conjunto de clientes (puntos de entrega)
- Una flota de vehículos
- Un almacén (origen)
- Restricciones operativas

El objetivo es:

- Minimizar distancia, tiempo o coste
- Cumplir horarios y capacidades



Tipos de VRP más relevantes

1. VRP clásico

Minimiza la distancia total

Base para cualquier optimización

2. VRP con ventanas de tiempo (VRPTW)

Considera horarios de entrega

Muy usado en distribución urbana

3. VRP con capacidad (CVRP)

Tiene en cuenta volumen/peso del vehículo

4. VRP dinámico

Ajusta rutas en tiempo real

Base de sistemas avanzados (rutas dinámicas)

¿Cómo funcionan estos algoritmos?

Utilizan técnicas como:

Heurísticas (rápidas, aproximadas)

Metaheurísticas (algoritmos genéticos, colonia de hormigas)

Optimización matemática avanzada

Importante:

No buscan la solución perfecta (muy costosa), sino la **mejor solución posible en tiempo razonable.**



Beneficios prácticos

- Reducción de km recorridos: 10–30%
- Menor consumo de combustible
- Mejor utilización de la flota
- Mejora del nivel de servicio

Clave de éxito

“Garbage in, garbage out”

Si los datos son incorrectos (tiempos, direcciones, capacidades), el resultado será ineficiente.

REDUCCIÓN DE KILÓMETROS EN VACÍO

Los kilómetros en vacío (sin carga) son uno de los mayores costes ocultos del transporte.

¿Por qué ocurren?

- Retornos sin carga (backhaul inexistente)
- Mala planificación de rutas
- Desequilibrios entre zonas (más entregas que recogidas)
- Falta de visibilidad de oportunidades

Objetivo

- Reducir el porcentaje de km en vacío:
- Nivel óptimo: <10–15%
- Nivel crítico: >25%

Estrategias para reducirlos

1. Backhaul (carga de retorno)

Buscar cargas en el trayecto de vuelta

Colaboración con otros operadores

Ejemplo: entregar en Madrid → recoger mercancía para retorno

2. Optimización mediante VRP

Asignación inteligente de rutas

Encadenamiento de entregas y recogidas

3. Plataformas digitales de carga

Bolsas de carga

Marketplaces logísticos

Permiten encontrar carga en tiempo real

4. Rediseño de rutas

Evitar rutas “lineales” sin retorno

Crear rutas circulares o en bucle

5. Colaboración logística

Compartir capacidad con otras empresas

Redes de distribución compartidas



Indicador clave

Impacto económico

Reducir km en vacío tiene efecto directo en:

Combustible

Desgaste del vehículo

Horas de conductor

Emisiones

Una reducción del 10% puede suponer **miles de euros al mes por vehículo.**

INTEGRACIÓN DE AMBOS CONCEPTOS

Los algoritmos VRP y la reducción de km en vacío están totalmente conectados:

El VRP permite diseñar rutas más eficientes

La optimización avanzada permite incluir recogidas en retorno

Los sistemas dinámicos detectan oportunidades en tiempo real

ACCIONES PRÁCTICAS INMEDIATAS

1. Medir % de km en vacío actual
2. Implementar o mejorar el TMS con VRP avanzado
3. Identificar rutas con retorno vacío sistemático
4. Buscar partners o plataformas de carga
5. Introducir recogidas en rutas de entrega





EFINEXT
transporte sostenible

REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

Reducir emisiones no solo es una obligación, sino una ventaja competitiva.

Medición:

gCO₂/km

gCO₂/tonelada transportada

Acciones clave:

Optimización de rutas

Reducción de cargas innecesarias

Mejora del factor de carga

Alternativas energéticas:

Gas natural (GNL/GNC)

Biocombustibles

Vehículos eléctricos

Hidrógeno (en desarrollo)

REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN TRANSPORTE

Reducir emisiones no es solo una exigencia normativa, sino una **palanca directa de competitividad**:

Menor coste de combustible

Acceso a clientes que exigen sostenibilidad

Ventaja en licitaciones públicas y grandes cuentas

Preparación ante futuras restricciones (ZBE, impuestos al carbono)

1. MEDICIÓN DE EMISIONES

Antes de reducir, hay que medir correctamente.

Indicador 1: gCO₂/km

Mide la eficiencia del vehículo.

Uso:

- Comparar vehículos
- Evaluar conducción
- Controlar consumo

Indicador 2: gCO₂/tonelada transportada

Mide la eficiencia logística real.

Uso:

- Evaluar eficiencia de carga
- Comparar rutas
- Reportes a clientes

Clave importante:

Un vehículo puede tener buen gCO₂/km pero mal gCO₂/tonelada si va medio vacío.

2. ACCIONES CLAVE PARA REDUCIR EMISIONES

2.1 Optimización de rutas

Impacto:

Reduce distancia → menos combustible → menos emisiones

Cómo aplicarlo:

- Uso de TMS con algoritmos VRP
- Rutas dinámicas
- Evitar tráfico y congestión

Resultado típico:

Reducción de emisiones: 10–25%

2.2 Reducción de cargas innecesarias

Problema:

Transportar peso innecesario aumenta el consumo.

Ejemplos:

- Embalajes excesivos
- Equipos no utilizados en el vehículo
- Mala planificación de carga

Soluciones:

- Optimizar packaging
- Control de peso por ruta
- Auditoría de carga

2.3 Mejora del factor de carga

Definición:

Impacto:

Mayor carga → menos viajes → menos emisiones

Cómo mejorarlo:

- Consolidación de pedidos
- Reducción de km en vacío
- Colaboración con otras empresas

Objetivo:

85% en transporte optimizado

3. ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS

Ventajas e inconvenientes

Gas natural (GNL/GNC)

Ventajas:

- Reducción de CO₂: ~10–20% vs diésel
- Menor emisión de NOx y partículas
- Tecnología madura

Inconvenientes:

- Infraestructura limitada
- Sigue siendo combustible fósil
- Coste de vehículos más alto

Biocombustibles

Ventajas:

- Reducción de emisiones hasta 80% (según origen)
- Compatibles con motores actuales
- Fácil implementación

Inconvenientes:

- Disponibilidad limitada
- Coste variable
- Debate sobre sostenibilidad (uso de cultivos)

Vehículos eléctricos

Ventajas:

- Cero emisiones directas
- Ideal para entornos urbanos (ZBE)
- Menor coste operativo (energía + mantenimiento)

Inconvenientes:

- Autonomía limitada
- Infraestructura de carga insuficiente
- Alto coste inicial

Hidrógeno (en desarrollo)

Ventajas:

- Cero emisiones (solo vapor de agua)
- Alta autonomía
- Rápido repostaje

Inconvenientes:

- Tecnología incipiente
- Coste muy elevado
- Infraestructura casi inexistente



HVO / Diésel Renovable (aceites y grasas de origen animal)

Los aceites y grasas de origen animal (sebo bovino, grasa porcina, aceite de pescado, grasa de aves) se pueden transformar en combustible para motores diésel mediante hidrogenación. El producto resultante, el HVO (Hydrotreated Vegetable/Animal Oil), es prácticamente idéntico al gasóleo convencional pero de origen biológico. También se denomina diésel renovable.

Ventajas:

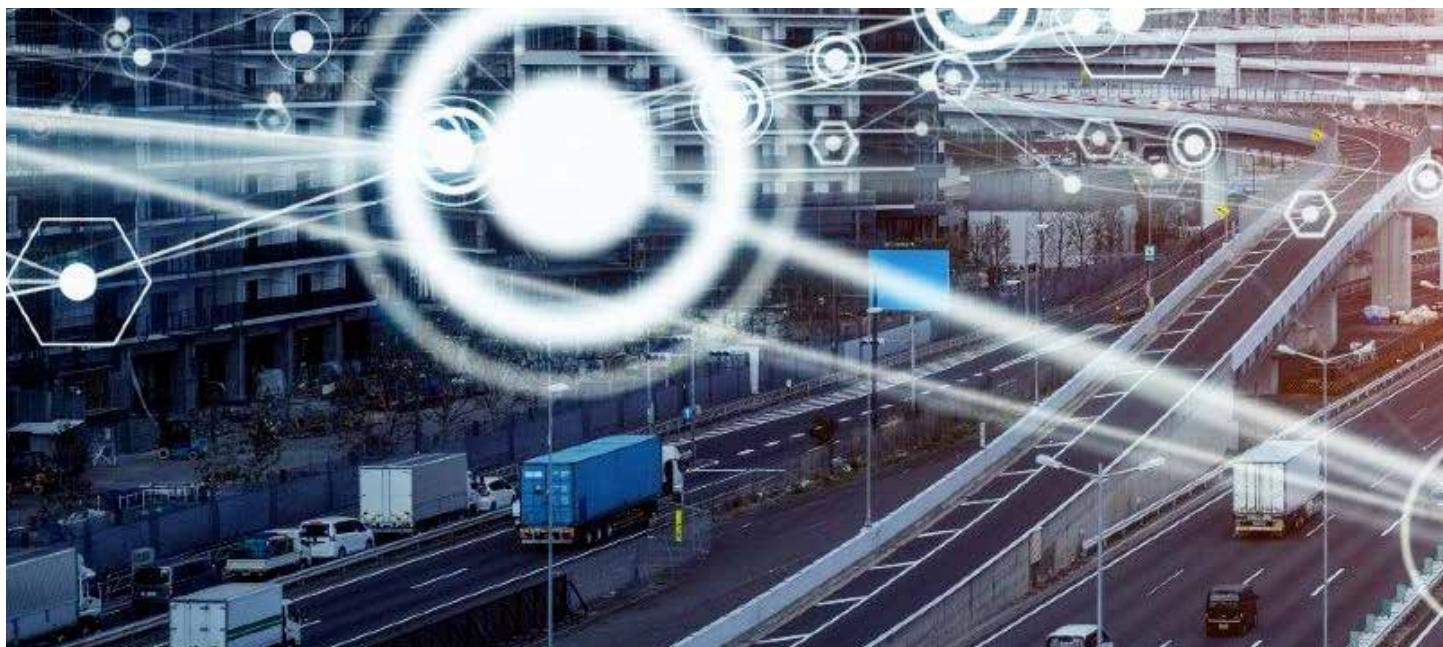
- Reducción de CO₂ de hasta un 90% en ciclo de vida respecto al diésel fósil
- Compatible con motores actuales sin ninguna modificación, especialmente el HVO
- Aprovecha subproductos y residuos de la industria cárnica y pesquera → no compite con la alimentación humana
- Disponible ya en España a través de distribuidores especializados

Inconvenientes:

- Disponibilidad aún limitada en España, aunque creciente
- Coste superior al gasóleo convencional (brecha en reducción)
- Requiere certificación de trazabilidad y origen (acreditar que proviene de residuos)

Marco normativo de infraestructuras: Reglamento AFIR (UE 2023/1804)

El Reglamento AFIR establece obligaciones concretas de implantación de puntos de recarga eléctrica y repostaje de hidrógeno en la red transeuropea de transporte (TEN-T), con plazos vinculantes hasta 2030–2035. Las empresas deben considerar este calendario al planificar la renovación de flota, ya que condicionará la viabilidad real de electrificación e hidrógeno en sus rutas habituales.



4. ESTRATEGIA ÓPTIMA (ENFOQUE REALISTA)

No existe una única solución. Las empresas más eficientes combinan:

Estrategia mixta:

- Corto plazo → optimización + biocombustibles
- Medio plazo → electrificación urbana
- Largo plazo → hidrógeno y nuevas tecnologías

5. IMPACTO GLOBAL

Una empresa que aplica estas medidas puede lograr:

- ↓ 15–30% emisiones totales
- ↓ 10–25% costes operativos
- ↑ competitividad comercial
- ↑ cumplimiento normativo



6. EL MERCADO DE CERTIFICADOS DE CARBONO

Reducir emisiones no solo ahorra costes operativos, sino que puede generar **ingresos adicionales** y evitar costes futuros mediante el mercado de carbono. A partir de 2027, el transporte por carretera quedará incluido en el sistema europeo de comercio de emisiones.

¿Qué son los certificados de carbono?

Son derechos de emisión o créditos que representan una tonelada de CO₂ no emitida o absorbida. Las empresas que reducen sus emisiones por debajo de los límites establecidos pueden vender sus excedentes a otras que los necesiten.

Sistema EU ETS2 para transporte (a partir de 2027):

Extensión del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión europeo al transporte por carretera

Las empresas deberán adquirir derechos de emisión proporcionales a sus emisiones de CO₂

Precio orientativo actual en mercado regulado europeo: 50–70 €/tonelada de CO₂ (variable)

¿Dónde se compran y venden?

Mercado regulado UE (ETS): European Energy Exchange (EEX), Leipzig; subastas gestionadas en España por la CNMC

Mercado voluntario: plataformas Verra (VCS), Gold Standard o CO₂

Value Europe — para empresas que quieran ofrecer transporte neutro en carbono

Impacto para una empresa de transporte:

Sin acción: a partir de 2027 cada tonelada de CO₂ emitida tendrá un coste directo. Una flota de 20 camiones puede generar 500–1.000 toneladas/año → entre 25.000 y 70.000 €/año en derechos de emisión.

Con reducción activa: las empresas que ya hayan reducido emisiones estarán preparadas y podrán operar con ventaja competitiva real frente a quienes no lo hayan hecho.

Verificaciones clave

- ¿Se conoce el volumen total de emisiones CO2 anuales de la flota?
- ¿Se ha analizado el impacto del ETS2 a partir de 2027 en la cuenta de resultados?
- ¿Existe algún cliente que ya exija neutralidad de carbono o reporte de emisiones?
- ¿Se ha valorado la compensación voluntaria de emisiones para mejorar la propuesta comercial?

ACCIONES INMEDIATAS (PLAN DE 90 DÍAS)

- Medir emisiones actuales (gCO2/km y gCO2/tonelada)
- Identificar rutas menos eficientes
- Reducir km en vacío y mejorar factor de carga
- Test piloto con HVO o combustible alternativo
- Formar conductores en eco-driving
- Calcular exposición económica al ETS2 desde 2027



EFINEXT
transporte sostenible

CONDUCCIÓN EFICIENTE (ECO-DRIVING)

CONDUCCIÓN EFICIENTE (ECO-DRIVING)

El comportamiento del conductor puede influir hasta en un 25% del consumo.

Principios básicos:

- Aceleración progresiva
- Uso eficiente de marchas
- Anticipación del tráfico
- Evitar ralentí innecesario

Formación:

Programas de capacitación periódicos generan ahorros inmediatos.

Tecnología:

- Sistemas de telemetría
- Feedback en tiempo real al conductor
- Scorecards de conducción

MEJORA DE LA CONDUCCIÓN (ECO-DRIVING)

La conducción eficiente puede reducir el consumo de combustible entre 10% y 25%, además de disminuir emisiones, desgaste del vehículo y riesgo de accidentes.



1. PRINCIPIOS BÁSICOS

Aceleración progresiva

Concepto:

Consiste en **evitar aceleraciones bruscas** y aumentar la velocidad de forma gradual.

Cómo aplicarlo:

- Acelerar suavemente desde parado
- Evitar pisar el acelerador a fondo
- Adaptar la aceleración al peso del vehículo

Beneficios:

- Menor consumo de combustible
- Reducción de emisiones
- Menor desgaste del motor

Error común:

“Salir rápido para ahorrar tiempo” → genera más consumo y apenas reduce el tiempo total.

Uso eficiente de marchas

Concepto:

Mantener el motor en su rango óptimo de revoluciones.

Cómo aplicarlo:

- Cambiar a marchas largas lo antes posible
- Evitar revolucionar el motor innecesariamente
- Utilizar marchas altas en conducción estable



Beneficios:

Reducción de consumo (hasta 15%)

Menor desgaste mecánico

Referencia práctica:

Motores diésel: trabajar entre **1.100 – 1.500 rpm** en condiciones normales

Anticipación del tráfico

Concepto:

Conducir de forma predictiva, no reactiva.

Cómo aplicarlo:

Observar el tráfico con antelación

Levantar el pie del acelerador antes de frenadas

Mantener distancia de seguridad

Aprovechar inercias del vehículo

Beneficios:

Menos frenazos → menos consumo

Mayor seguridad

Conducción más fluida

Ejemplo:

Si ves un semáforo en rojo a distancia → dejar de acelerar antes en lugar de frenar bruscamente.

Evitar ralentí innecesario

Concepto:

El motor consume combustible aunque el vehículo esté parado.

Cómo aplicarlo:

Apagar el motor en paradas prolongadas (>1–2 minutos)

Evitar mantener el motor encendido en carga/descarga

Uso correcto de sistemas start-stop (si existen)

Beneficios:

Ahorro directo de combustible

Reducción de emisiones

Menor ruido y desgaste

Dato clave:

Un camión puede consumir **2–3 litros/hora en ralentí**.



2. FORMACIÓN DE CONDUCTORES

La formación es uno de los factores con mayor retorno.

Programas de capacitación

Contenido recomendado:

- Técnicas de eco-driving
- Uso correcto del vehículo
- Interpretación de datos de conducción
- Seguridad vial

Frecuencia:

Formación inicial + reciclaje cada 6–12 meses

Impacto real:

- ↓ Consumo: 8–15% inmediato
- ↓ Accidentes
- ↑ Vida útil del vehículo

Clave de éxito:

La formación debe ser:

- Práctica (no solo teórica)
- Medible (con KPIs)
- Continua

3. TECNOLOGÍA APLICADA

La tecnología permite mantener y escalar las mejoras en conducción.

Sistemas de telemetría

Qué hacen:

Recogen datos en tiempo real del vehículo y del conductor.

Datos típicos:

- Consumo de combustible
- Aceleraciones y frenadas
- Tiempo en ralentí
- Velocidad

Beneficios:

- Identificación de malas prácticas
- Control operativo
- Base para mejora continua

Feedback en tiempo real al conductor

Concepto:

El conductor recibe información instantánea mientras conduce.

Ejemplos:

- Aviso de aceleración brusca
- Indicador de cambio de marcha óptimo
- Alertas de exceso de velocidad

Beneficios:

- Corrección inmediata
- Aprendizaje continuo
- Mayor implicación del conductor

Scorecards de conducción

Concepto:

Sistema de evaluación del desempeño del conductor.

Indicadores:

- Consumo medio
- % tiempo en ralentí
- Número de frenadas bruscas
- Cumplimiento de velocidad

Uso:

- Ranking de conductores
- Incentivos y bonificaciones
- Identificación de necesidades de formación

INTEGRACIÓN DE TODO EL SISTEMA

El máximo impacto se consigue combinando:

- Formación** → enseña buenas prácticas
- Tecnología** → mide y corrige
- Seguimiento** → mantiene resultados

RESULTADO GLOBAL

Una empresa que aplica correctamente estas medidas consigue:

- ↓ 10–25% consumo de combustible
- ↓ emisiones de CO₂
- ↓ costes de mantenimiento
- ↑ seguridad vial
- ↑ motivación del conductor

ACCIONES RÁPIDAS PARA IMPLEMENTAR

1. Medir consumo actual por conductor
2. Implantar sistema de telemetría
3. Formar a conductores en eco-driving
4. Crear scorecards mensuales
5. Establecer incentivos por eficiencia





EFINEXT
transporte sostenible

GESTIÓN DE FLOTAS

GESTIÓN DE FLOTAS

Una flota bien gestionada reduce averías y costes.

Buenas prácticas:

- Mantenimiento preventivo (no reactivo)
- Control de neumáticos (presión y desgaste)
- Renovación progresiva de vehículos

Beneficios:

- Menor consumo
- Mayor seguridad
- Menor tiempo de inactividad

GESTIÓN DE FLOTAS

Una flota bien gestionada no solo evita problemas, sino que se convierte en una **ventaja competitiva directa**: menos costes, mayor disponibilidad y mejor servicio al cliente.

La clave está en pasar de una gestión reactiva (“arreglo cuando se rompe”) a una gestión **predictiva y planificada**.

1. BUENAS PRÁCTICAS CLAVE

Mantenimiento preventivo (no reactivo)

Concepto:

Consiste en realizar revisiones periódicas antes de que aparezcan fallos.

Cómo aplicarlo:

- Plan de mantenimiento por kilómetros o tiempo
- Revisiones programadas (aceite, filtros, frenos, etc.)
- Uso de datos del fabricante y telemetría
- Registro histórico de intervenciones

Diferencia clave:

- Reactivo → más barato a corto plazo, muy costoso a largo plazo
- Preventivo → inversión controlada, evita averías graves

Impacto:

- ↓ averías inesperadas
- ↓ costes de reparación
- ↑ vida útil del vehículo

Ejemplo:

Cambiar aceite a tiempo evita daños en el motor que pueden multiplicar el coste por 10.

Control de neumáticos (presión y desgaste)

Importancia:

Los neumáticos influyen directamente en:

- Consumo de combustible
- Seguridad
- Costes operativos

Cómo aplicarlo:

Presión:

- Revisiones periódicas (mínimo semanal)
- Uso de sensores TPMS (monitorización automática)

Desgaste:

- Control de profundidad del dibujo
- Rotación de neumáticos
- Sustitución planificada

Impacto:

Un neumático con baja presión puede aumentar el consumo hasta un 3–5%
Mayor riesgo de reventones

Beneficios:

- ↓ consumo de combustible
- ↓ riesgo de accidentes
- ↓ coste por km

Renovación progresiva de vehículos

Concepto:

Sustituir vehículos de forma planificada, evitando el envejecimiento excesivo de la flota.

Cómo aplicarlo:

Definir vida útil óptima (ej. 5–8 años o km objetivo)

Analizar coste total de propiedad (TCO)

Introducir nuevas tecnologías de forma gradual

Problema habitual:

Alargar demasiado la vida útil →

↑ averías

↑ consumo

↑ emisiones

Estrategia recomendada:

Renovación escalonada (no toda la flota a la vez)

Priorización de vehículos más ineficientes



2. BENEFICIOS DE UNA BUENA GESTIÓN

Menor consumo

Cómo se logra:

- Vehículos en buen estado mecánico
- Neumáticos optimizados
- Motores eficientes

Impacto:

↓ 5–15% consumo total

Mayor seguridad

Factores clave:

- Frenos en buen estado
- Neumáticos adecuados
- Menos fallos mecánicos

Resultado:

- ↓ accidentes
- ↓ costes asociados (seguros, reparaciones)

Menor tiempo de inactividad

Concepto:

Tiempo en el que el vehículo no está operativo.

Cómo reducirlo:

- Planificación de mantenimiento
- Reparaciones programadas (no urgentes)
- Disponibilidad de vehículos de sustitución

Impacto:

- ↑ disponibilidad de flota
- ↑ cumplimiento de entregas
- ↑ ingresos

3. ENFOQUE AVANZADO (RECOMENDADO)

Para maximizar resultados, las empresas líderes aplican:

Digitalización de la flota

- Sistemas de gestión de flotas (FMS)
- Telemetría en tiempo real
- Alertas de mantenimiento

Mantenimiento predictivo

- Uso de datos para anticipar fallos
- Sensores en componentes críticos
- Reducción de averías inesperadas

Control mediante KPIs

Indicadores clave:

- Coste de mantenimiento por km
- Tiempo de inactividad (%)
- Consumo medio
- Edad media de la flota





4. ACCIONES PRÁCTICAS INMEDIATAS

1. Crear un plan de mantenimiento preventivo
2. Establecer control semanal de neumáticos
3. Analizar costes por vehículo
4. Identificar vehículos menos eficientes
5. Definir plan de renovación progresiva
6. Implementar sistema de seguimiento (aunque sea básico)



EFINEXT
transporte sostenible

TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN

TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN

La digitalización es el principal motor de eficiencia.

Tecnologías clave:

IoT: sensores en vehículos

Big Data: análisis de patrones

IA: predicción de rutas y demanda

Aplicaciones:

Seguimiento en tiempo real

Predicción de incidencias

Optimización automática

Verificaciones clave

¿Se utiliza un TMS (gestión de transporte)?

¿Hay sistemas de telemetría en la flota?

¿Se analizan datos históricos para mejorar decisiones?

¿Existen integraciones con clientes/proveedores?

TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN EN TRANSPORTE

La digitalización permite pasar de una gestión reactiva a una **gestión basada en datos, predictiva y automatizada**. Las empresas más avanzadas no solo transportan mercancía, sino que **gestionan información en tiempo real**.





1. IoT: SENSORES EN VEHÍCULOS

¿Qué es IoT en transporte?

El Internet de las Cosas (IoT) consiste en conectar vehículos y activos mediante sensores que recopilan datos continuamente.

Tipos de sensores más habituales

Vehículo:

- GPS (ubicación y rutas)
- Consumo de combustible
- Revoluciones del motor (RPM)
- Temperatura del motor

Carga:

- Temperatura (clave en frío)
- Humedad
- Apertura de puertas

Seguridad:

- Presión de neumáticos (TPMS)
- Frenadas bruscas
- Aceleraciones

Beneficios:

- Visibilidad total de la operación
- Detección inmediata de problemas
- Base de datos para análisis posterior

Ejemplo:

Un sensor detecta aumento de temperatura en mercancía refrigerada → alerta inmediata → evita pérdida de carga.



2. BIG DATA: ANÁLISIS DE PATRONES

¿Qué es Big Data en transporte?

Es el análisis de grandes volúmenes de datos generados por vehículos, rutas y operaciones.

Qué datos se analizan:

- Históricos de rutas
- Tiempos de entrega
- Consumo de combustible
- Comportamiento de conductores
- Incidencias

Qué permite descubrir:

- Rutas más eficientes
- Horarios óptimos de entrega
- Conductores más eficientes
- Puntos críticos (retrasos, consumo elevado)

Ejemplo práctico:

Análisis de datos → detecta que una ruta consume más los lunes a las 8h → se reprograma → mejora eficiencia.

Beneficios:

- Mejora continua basada en datos
- Reducción de costes estructurales
- Toma de decisiones objetiva



3. IA: PREDICCIÓN Y OPTIMIZACIÓN

¿Qué aporta la Inteligencia Artificial?

La IA no solo analiza el pasado, sino que **predice el futuro y toma decisiones automáticamente.**

Aplicaciones clave:

Predicción de rutas

- Anticipa tráfico
- Ajusta rutas en tiempo real
- Mejora tiempos de entrega

Predicción de demanda

- Prevé volumen de pedidos
- Ajusta capacidad de flota
- Optimiza planificación

Mantenimiento predictivo

- Detecta fallos antes de que ocurran
- Reduce averías inesperadas

Beneficios:

- Mayor precisión operativa
- Menos incertidumbre
- Optimización automática

4. APLICACIONES PRÁCTICAS

Seguimiento en tiempo real

Qué permite:

- Saber dónde está cada vehículo
- Controlar entregas en directo
- Informar al cliente

Beneficios:

- Transparencia
- Mejora del servicio
- Reacción inmediata ante incidencias

Predicción de incidencias

Qué incluye:

- Retrasos por tráfico
- Fallos mecánicos
- Problemas en rutas

Cómo funciona:

- IA + datos históricos + condiciones actuales

Beneficios:

- Reducción de imprevistos
- Mejor planificación
- Menos costes operativos

Optimización automática

Qué significa:

El sistema ajusta rutas, cargas y recursos sin intervención manual.

Ejemplos:

- Reasignación automática de pedidos
- Ajuste de rutas en tiempo real
- Optimización de flota según demanda

Beneficios:

- Ahorro de tiempo operativo
- Mayor eficiencia
- Menor dependencia de decisiones manuales

5. INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS

El verdadero valor aparece cuando todo está conectado:

- IoT → genera datos
- Big Data → los analiza
- IA → toma decisiones

Flujo completo:

1. Sensor detecta dato (ej. consumo alto)
2. Sistema lo registra
3. Big Data identifica patrón
4. IA propone o ejecuta solución

6. IMPACTO EN LA EMPRESA

Empresas que aplican estas tecnologías consiguen:

- ↓ 10–30% costes operativos
- ↓ 20% incidencias
- ↑ puntualidad
- ↑ control y trazabilidad

7. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN (PRÁCTICO)

Nivel básico:

- GPS + seguimiento de flota
- Control de consumo

Nivel intermedio:

- TMS + análisis de datos
- Telemetría avanzada

Nivel avanzado:

- IA + optimización automática
- Mantenimiento predictivo



EFINEXT
transporte sostenible

INDICADORES CLAVE (KPIS)

INDICADORES CLAVE (KPIs)

Medir es esencial para mejorar.

KPIs fundamentales:

Coste por km

Consumo medio (L/100 km)

% de kilómetros en vacío

Nivel de servicio (OTIF)

Emissiones CO₂ por envío

El seguimiento continuo permite detectar desviaciones y tomar decisiones rápidas.

Verificaciones clave

¿Se mide el coste por km?

¿Se controla el consumo de combustible?

¿Se monitorizan los km en vacío?

¿Se evalúa el desempeño de conductores?

CUADRO DE CONTROL DE FLOTA

1. RESUMEN GENERAL (VISIÓN EJECUTIVA)

Indicador	Objetivo	Actual	Tendencia	Estado
Coste total €/km	≤ 1,20 €/km	-	↑ / ↓	-
Consumo medio (L/100 km)	≤ 28 L	-	↑ / ↓	-
% Km en vacío	≤ 15%	-	↑ / ↓	-
Emissiones gCO ₂ /km	↓ continuo	-	↑ / ↓	-
Disponibilidad flota (%)	≥ 95%	-	↑ / ↓	-

2. EFICIENCIA OPERATIVA

Indicador	Fórmula	Objetivo
Km totales recorridos	Total km flota	-
Km con carga	Km productivos	-
% Km en vacío	$(\text{Km vacío} / \text{Km totales}) \times 100$	$\leq 15\%$
Factor de carga (%)	$(\text{Carga real} / \text{capacidad}) \times 100$	$\geq 85\%$
Entregas a tiempo (OTIF)	% entregas en plazo	$\geq 95\%$

3. CONSUMO Y COSTES

Indicador	Fórmula	Objetivo
Consumo medio	Litros / 100 km	↓
Coste combustible €/km	Coste combustible / km	↓
Coste mantenimiento €/km	Coste mantenimiento / km	↓
Coste total €/km	$(\text{Total costes} / \text{km})$	↓

4. SOSTENIBILIDAD

Indicador	Fórmula	Objetivo
gCO2/km	Emisiones / km	↓
gCO2/tonelada	Emisiones / toneladas	↓
% flota eco (Euro VI o superior)	Vehículos eficientes / total	↑



5. MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD

Indicador	Fórmula	Objetivo
Nº averías/mes	Total incidencias	↓
Tiempo inactividad (%)	$(\text{Horas parado} / \text{total horas}) \times 100$	$\leq 5\%$
Coste mantenimiento/vehículo	Coste total / nº vehículos	↑
Cumplimiento mantenimiento (%)	Revisiones realizadas / planificadas	$\geq 95\%$

6. NEUMÁTICOS

Indicador	Fórmula
Presión correcta (%)	$\geq 95\%$
Vida útil neumático (km)	↑
Nº incidencias por neumáticos	↓



7. CONDUCTORES (SCORECARD)

Conductor	Consumo	Frenadas bruscas	Puntuación	Estado
Nombre 1	-	-	/100	-
Nombre 2	-	-	/100	-

Indicadores clave:

Consumo por conductor

Nº aceleraciones/frenadas bruscas

% tiempo en ralentí

8. ALERTAS Y ACCIONES

Área	Problema detectado	Acción correctiva	Responsable	Fecha
Consumo	Alto consumo en ruta X	Revisar conducción + ruta	-	-
Mantenimiento	Averías recurrentes	Revisión preventiva	-	-
Operaciones	Km en vacío elevados	Buscar cargas de retorno	-	-



EFINEXT
transporte sostenible

CONCLUSIONES Y TENDENCIAS FUTURAS

TENDENCIAS FUTURAS DEL TRANSPORTE Y LA LOGÍSTICA



El sector del transporte y la logística está evolucionando hacia un modelo más digital, sostenible y centrado en las personas.

Las principales tendencias que marcarán su futuro son:

- Digitalización y automatización.
- Transformación del empleo.
- Diversificación energética.
- Nuevos modelos logísticos.

El futuro del sector no depende de una única solución, sino de la combinación de tecnología, sostenibilidad y adaptación humana.





EFINEXT
transporte sostenible



DIGITALIZACIÓN DOCUMENTAL: GUÍA PRÁCTICA

DIGITALIZACIÓN DOCUMENTAL: GUÍA PRÁCTICA

Este capítulo desarrolla en detalle el punto 5 del Capítulo 2 (Marco Normativo), con información práctica sobre cómo implementar la digitalización documental en la empresa.

1. El Documento de Control Digital

Desde octubre de 2026, el Documento de Control pasará a ser obligatoriamente digital para todas las empresas de transporte público de mercancías por carretera en España, sin excepción (Ley de Movilidad Sostenible, disposición transitoria octava).

Datos obligatorios:

- Nombre, NIF y domicilio del cargador contractual y del transportista efectivo
- Lugar de origen y destino del envío
- Naturaleza y peso de la mercancía transportada
- Fecha de realización del transporte y matrícula del vehículo
- Observaciones, reservas o cualquier otra indicación

Verificación en carretera:

Los agentes de inspección pueden verificar el documento mediante: (1) código numérico facilitado al conductor para depositar el documento en el repositorio del Ministerio (<https://sede.fomento.gob.es/DOCUMENTOCONTROL>) o (2) código QR que enlaza al documento almacenado en PDF en repositorio certificado.

2. Resumen de documentos digitalizables

Documento	Obligatorio	Digital	Normativa
Documento de Control	SÍ	OBLIGATORIO oct. 2026	Orden FOM/2861/2012 + Ley Movilidad Sostenible
Carta de Porte Nacional	Si >150 €	Sí, respaldada	Orden FOM/1882/2012 + ROTT 2023
CMR / eCMR internacional	SÍ	Sí (eCMR)	Convenio CMR + Protocolo 2008
Albarán de entrega	NO	Sí, respaldada	Código de Comercio + Ley 15/2009
Hoja de ruta / Incidencias	NO	Sí	Sin normativa específica
Hoja temperatura (frío)	Condicional	Sí	Normativa ADR

3. Impacto económico: papel vs digital

Concepto	En papel	Digital
Coste por envío	3 – 5 €/envío	0,30 – 0,50 €/envío
Coste anual (20.000 envíos)	60.000 – 100.000 €	6.000 – 10.000 €
Tiempo gestión por envío	15 – 20 min	2 – 3 min
Tasa de errores	Alta	Reducción ~90%
Disponibilidad documento	Días (correo físico)	Horas o inmediata
ROI inversión digital	-	En pocos meses

4. Plan de implementación (4 fases)

Fase 1 (0–3 meses): Preparación

1. Inventariar todos los documentos de transporte gestionados en papel
2. Identificar sistemas TMS/ERP para integración
3. Seleccionar plataforma autorizada por el Ministerio de Transportes
4. Comunicar el dominio a través de la Sede Electrónica del Ministerio

Fase 2 (3–6 meses): Piloto

5. Iniciar con el Documento de Control en rutas de mayor volumen
6. Formar a conductores en el uso del QR y la app
7. Verificar correcto funcionamiento del repositorio

Fase 3 (6–12 meses): Despliegue completo

8. Extender digitalización a carta de porte y albarán
9. Implementar firma electrónica avanzada (eIDAS) en todos los documentos que la requieran
10. Integrar la solución con el TMS o ERP

Fase 4 (a partir de 12 meses): Optimización

11. Activar el eCMR para rutas internacionales
12. Digitalizar resto de documentos operativos (incidencias, temperatura, etc.)
13. Conectar gestión documental con clientes y proveedores

Verificaciones clave

- ¿Se ha iniciado la digitalización del Documento de Control antes de octubre de 2026?
- ¿Se dispone de una plataforma con repositorio autorizado por el Ministerio de Transportes?
- ¿Las firmas electrónicas cumplen el nivel avanzado exigido por el Reglamento eIDAS?
- ¿Están formados los conductores en el uso del QR y los documentos electrónicos?
- ¿Se gestiona ya la carta de porte electrónica cuando el precio supera los 150 €?
- ¿Se utiliza eCMR en los trayectos internacionales?
- ¿Se mide el ahorro obtenido: tiempo, coste, errores?

Acciones inmediatas (Quick Wins)

- Registrar la empresa en el repositorio del Ministerio de Transportes
- Identificar los 3–5 documentos de mayor volumen diario para digitalizar primero
- Contactar con una plataforma autorizada y solicitar demostración
- Organizar sesión de formación para el equipo de conductores
- Revisar con el departamento legal el cumplimiento del nivel de firma eIDAS



GUÍA PARA LA EFICIENCIA DEL TRANSPORTE SOSTENIBLE

EFINEXT

transporte sostenible

Esta guía ha sido realizada por **ALUMNOS DEL IES LEÓN FELIPE**
de los GS de Transporte y Logística y de Marketing y Publicidad.

