

E .4.1. Documento recopilatorio de buenas prácticas en seguridad de la carga y reducción de la huella de carbono

PROYECTO: MODELROAD



Contenidos

1. Objetivo	3
2. Instalación del dispositivo de medición data recorder (DR)	3
2.1. Descripción del equipo	3
2.2.1 Procedimiento de instalación ULTIMA MILLA	3
2.2.2. Procedimiento de instalación DISTRIBUCION LARGA DISTANCIA (tradicional)	5
3. PROTOCOLO DE ENSAYOS	6
PROTOCOLO DE ENSAYOS – E – COMMERCE	7
PROTOCOLO DE ENSAYOS – TRANSPORTE TRADICIONAL	8
4. Guía de EMBALAJE y de ESTIBA	9
5. Cálculo de huella de Carbono	20
6. CONCLUSIONES	25

1. Objetivo

El objetivo del proyecto es la monitorización de los riesgos de la de rutas de distribución de las empresas participantes, con el fin de desarrollar un protocolo, donde los ensayos y la severidad de estos, se establecen a partir de la información recopilada con el Data Recorder desarrollado por ITENE.



Mediante el análisis de la información característica de las rutas monitorizadas, la empresa participante y sus proveedores, podrán diseñar sistemas de envase y embalaje optimizados y mejorar su procedimiento de estiba. Por ello en este proyecto, se desarrollan recomendaciones de embalaje y de estiba junto con el protocolo de ensayos de simulación, como resultado de la monitorización.

Paralelamente se realizará el cálculo de la Huella de Carbono de las rutas objetivo-estudiadas, el cual servirá para tener una idea del volumen total de gases de efecto invernadero (GEI), que produce durante el transporte de mercancía a lo largo de las rutas y pueda realizar modificaciones medioambientales para optimizar sus trayectos.

2. Instalación del dispositivo de medición data recorder (DR)

En este apartado, se describen las características técnicas del dispositivo de medición, así como, el protocolo de instalación para la medición de los datos de vibración y shocks.

2.1. Descripción del equipo

En la monitorización de la ruta, se ha utilizado, el dispositivo data recorder (DR), fabricado en ITENE, el cual dispone de una memoria microSD extraíble y baterías internas para grabar a lo largo de la etapa de la distribución, las siguientes variables:

- **aceleraciones verticales** (vibración vertical)
- **velocidades angulares** (movimiento angular; cabeceo y balanceo).
- **shocks y aceleraciones**



Figura 1. Dispositivo de medición data recorder desarrollado por ITENE.

En el **Anexo I**, se adjunta la especificación técnica del dispositivo de medición data recorder (DR).

2.2.1 Procedimiento de instalación ULTIMA MILLA

Al tratarse de una distribución última milla, se colocaron dos dispositivos por ruta:

- DR para la medición de shocks: se ubica el dispositivo en el interior de una caja de cartón ondulado protegida interiormente con espumas y la caja va suelta en el transporte
- DR para la medición de las aceleraciones lineales y velocidades angulares, fijado al suelo del transporte.

Instalación de 2 dispositivos por vehículo

Los técnicos de ITENE se desplazan a la empresa y colocaron 2 dispositivos por transporte:



Dispositivo 1. *Instalado en la caja suelta para la medición de shocks, con espumas interiores*



Dispositivo 2. *Directamente el dispositivo fijado al suelo (cinta doble cara) para la medición de vibraciones.*

Figura 2. Instalación 2 dispositivos por ruta.

2.2.2. Procedimiento de instalación DISTRIBUCION LARGA DISTANCIA (tradicional)

INSTALACIÓN TIPO CAJA DE CAJA DE MADERA

La caja de madera, que contiene el dispositivo de medición DR, fue ubicada en el suelo del camión cerca de las puertas del camión y en el lado derecho.



Figura 3. Instalación caja madera con DR en suelo de camión

INSTALACIÓN TIPO CAJA DE CARTÓN ONDULADO

La instalación del dispositivo DR, se realizó en el interior de una caja de cartón ondulado, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen:



Figura 4. Montaje del dispositivo de registro de vibraciones; caja de cartón ondulado.

3. PROTOCOLO DE ENSAYOS

A continuación, se indican el **PROTOCOLO DE ENSAYOS A APLICAR** en función del tipo de rutas ULTIMA MILLA o E – COMMERCE.

Hay que destacar que cada uno de los ensayos, que conforman los protocolos, se recogen en normas y estándares internacionales, por lo que el ensayo se realiza siguiendo siempre una norma, salvo en el caso del ensayo de pitch and roll (movimiento de balanceo y cabeceo), cuya reproducción en el laboratorio, se realiza por un método específico de ITENE, puesto que el equipo fue desarrollado y patentado por ITENE.



Las normas y estándares internacionales, en los cuales se basan y se realizan los ensayos del protocolo, resultado de la grabación con el DR y posterior análisis de los datos, son;

Metodología de los Test.

- International Organization of Standardization (ISO)
- American Society of Testing Materials (ASTM).
- International Safe Transport Association (ISTA): La cual cuenta con procedimientos de test de representación utilizando los métodos de ASTM.

PROTOCOLO DE ENSAYOS – E – COMMERCE

Tabla 1: Protocolo de ensayos de última milla



Nº	ENSAYO	EQUIPO	Observaciones / procedimiento																														
1	Secuencia de caídas ISTA 3A	Equipo de caídas 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orientación</th> <th>N1</th> <th>N2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lado 3 -4</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 3 -6</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 4-6</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Esquina 3-4-6</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Esquina 2-3.5</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 2-3</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 1-2</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Cara 3</td> <td>910</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Cara 3</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	Orientación	N1	N2	Lado 3 -4	460	300	Lado 3 -6	460	300	Lado 4-6	460	300	Esquina 3-4-6	460	300	Esquina 2-3.5	460	300	Lado 2-3	460	300	Lado 1-2	460	300	Cara 3	910	600	Cara 3	460	300
Orientación	N1	N2																															
Lado 3 -4	460	300																															
Lado 3 -6	460	300																															
Lado 4-6	460	300																															
Esquina 3-4-6	460	300																															
Esquina 2-3.5	460	300																															
Lado 2-3	460	300																															
Lado 1-2	460	300																															
Cara 3	910	600																															
Cara 3	460	300																															
2	Ensayo de vibración ISTA 3A	Mesa de vibración 	Realizar la vibración en 3 orientaciones distintas, con una duración de 30 min en cada una de ellas, siguiendo el perfil del apartado 3 de resultados;																														
3	Secuencia de caídas ISTA 3A	Equipo de caídas 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Orientación</th> <th>N1</th> <th>N2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lado 3 -4</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 3 -6</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 4-6</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Esquina 3-4-6</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Esquina 2-3.5</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 2-3</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Lado 1-2</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Cara 3</td> <td>910</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Cara 3</td> <td>460</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	Orientación	N1	N2	Lado 3 -4	460	300	Lado 3 -6	460	300	Lado 4-6	460	300	Esquina 3-4-6	460	300	Esquina 2-3.5	460	300	Lado 2-3	460	300	Lado 1-2	460	300	Cara 3	910	600	Cara 3	460	300
Orientación	N1	N2																															
Lado 3 -4	460	300																															
Lado 3 -6	460	300																															
Lado 4-6	460	300																															
Esquina 3-4-6	460	300																															
Esquina 2-3.5	460	300																															
Lado 2-3	460	300																															
Lado 1-2	460	300																															
Cara 3	910	600																															
Cara 3	460	300																															

PROTOCOLO DE ENSAYOS – TRANSPORTE TRADICIONAL

A continuación, se describe el **PROTOCOLO DE ENSAYOS**, en base a los datos monitorizados, para el transporte de larga distancia, donde se han identificado en base a las rutas objeto de estudio, dos niveles de severidad, a los cuales se hace referencia en cada uno de los ensayos que integran el protocolo desarrollado:



Tabla 2: Ensayos característicos del protocolo de larga distancia

Nº	ENSAYO	EQUIPO	Observaciones / procedimiento
1	Caída rotacional UNE EN 14149:2004.	Kit de caída rotacional 	<ul style="list-style-type: none"> • N1: 230 mm. Bulto; 800-1000 kg • N2; 150 mm. Bulto: 500-700 kg
2	Impacto horizontal UNE EN ISO 2244:3003 y ASTM D 4003.	Máquina horizontal 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,80 m/s (Cara 2) • 0,80 m/s (Cara 5)
3	Ensayo de vibración	Mesa de vibración 	Ir a apartado 3 de resultados; <ul style="list-style-type: none"> • PSD vibración vertical • PSD / PDF pitch and roll
4	Caída rotacional UNE EN 14149:2004.	Kit de caída rotacional 	Repetición ensayo 1
5	Aceleración EUMOS 40509:2012	Máquina de aceleración 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,50 g (Cara 5) • 0,50 g (Cara 2)

4. Guía de EMBALAJE y de ESTIBA

En función de las características de la ruta de distribución (tipo / nivel de severidad), donde se han identificado y cuantificado los riesgos y de las características del producto, sistema de envase y embalaje y procedimiento de la estiba actual, se ha realizado:



- GUIA de EMBALAJE y de ESTIBA para las rutas de distribución de ULTIMA MILLA.
- GUIA de EMBALAJE y de ESTIBA para las rutas de distribución de DISTRIBUCION TRADICIONAL

La guía se fundamenta, en que la **correcta estiba + sistema de envase y embalaje eficiente**, es el binomio necesario, para que el producto llegue en perfectas condiciones al destino final.

El sistema de envase y embalaje resulta clave en la protección del producto y en la seguridad de las cargas, especialmente en los que se refiere al embalaje secundario, embalaje terciario y mosaico de paletizado. Por tanto, en las recomendaciones de embalaje de esta guía, nos centraremos en el embalaje secundario, terciario y mosaico de paletizado principalmente.

El RD 563/2017, regula las inspecciones técnicas en carretera, en lo que se refiere a la estiba, se recoge en el Art 11: La Inspección de la sujeción de la carga, en la cual se evalúa que la carga del vehículo esté correctamente estibada y que no haya riesgo de que la estabilidad de la carga interfiera en la conducción segura, suponga riesgo para la vida, la salud, la propiedad o el medio ambiente. El RD 563/2017, obligará a las empresas cargadoras y transportistas a garantizar la seguridad, estabilidad y la correcta estiba de la carga.

En el Anexo III, se especifican los valores de aceleración en las diferentes direcciones (0,8 / 0,5 g), críticas establecidas en el RD 563/2017:

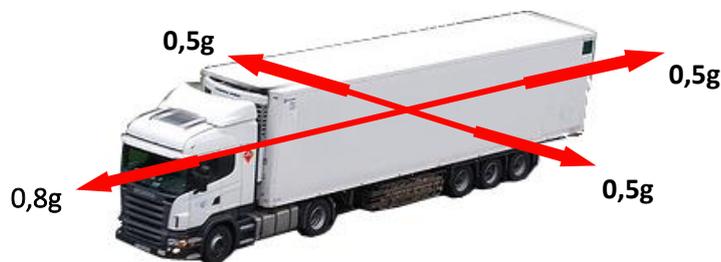


Figura 5. Distribución de fuerzas que deben soportarse durante el transporte. RD 563/2017

En la guía que se han desarrollado, las recomendaciones de estiba se fundamentarán en los elementos que se deberían incorporar en el procedimiento de carga, para aumentar la sujeción, mediante los amarres más estándar y rápidos de disponer o bien para aumentar la adhesión a la superficie del vehículo, aumentando el rozamiento.

GUIA de EMBALAJE y de ESTIBA para las rutas de distribución de ULTIMA MILLA Y DE LARGA DISTANCIA

Tras realizar el mapeo de las diferentes rutas de distribución larga distancia y última milla, se han desarrollado en función del tipo de ruta y nivel de severidad asociado;

- RECOMENDACIONES DE EMBALAJE
- RECOMENDACIONES DE ESTIBA



RUTAS e – COMMERCE / ULTIMA MILLA

En el caso de las rutas última milla únicamente se ha identificado en las rutas analizadas un nivel de severidad, coincidiendo todas ellas dentro de un intervalo de Grms, más bien bajo. Por tanto, se ha desarrollado una única guía de recomendaciones de embalaje y de estiba, correspondiente al nivel único.

RECOMENDACIONES DE PACKAGING GENERALES e – COMMERCE / ULTIMA MILLA

Resistencia estructural de los embalajes

- El embalaje debe tener una forma rígida de seis lados (rectangular),
- El paquete debe ser plano y libre de protuberancias, ventanas y recortes.
- Se permiten los orificios de acceso y los orificios de mano, pero no pueden exceder las dimensiones de 76,2 x 38,1mm con un radio de 38,1 mm.
- Capaz de sobrevivir a la distribución e – commerce, paquetes individuales validados mediante el protocolo de ensayos desarrollado con el nivel que corresponda dependiendo de la ruta de distribución.

Relación producto /embalaje

- La relación producto/envase se calcula como: Volumen del producto / volumen total del envase.
- La puntuación de cajas debe ser superior al 30% y al 50% para productos frágiles y no frágiles, respectivamente.

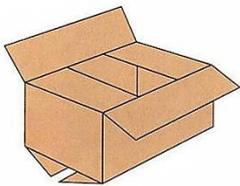
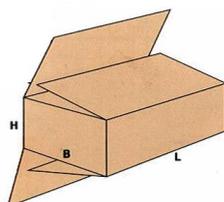
Cierre / Sellado de envases:

- Todos los bordes abiertos deben estar adecuadamente sellados para asegurar que el producto permanezca protegido durante toda su distribución al cliente.
 - Las grapas:
 - no están permitidas como método de cierre de cajas,
 - están permitidas en la junta de pegamento del fabricante, como refuerzo.
 - Las lengüetas de bloqueo deben estar debidamente selladas con pegamento o cinta adhesiva.
 - Para productos de gran tamaño, se permiten flejes plásticos.
 - No se permite agrupar varios paquetes con precinto o flejes plásticos o similar.
-

NIVEL – Severidad baja - Trayecto de última milla
GRMS PSD VERTICAL

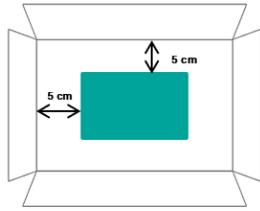

Las rutas de última milla se clasifican dentro de un nivel de severidad reducido o de severidad baja, en función de los valores de Grms del PSD de vibración vertical. A continuación, se recogen unas recomendaciones generales para el nivel de severidad detectado en las rutas de distribución.

TIPO DE PRODUCTO			
PESO PRODUCTO	LIGERO (< 1 kg)	PESADO (1 -3 kg)	MUY PESADO (3 -5 kg)
USO CONDICIONADO A LA FRAGILIDAD DEL PRODUCTO			
FRÁGILES LIGEROS	X	✓	~
FRÁGILES PESADOS	X	X	✓

EMBALAJE SECUNDARIO			
DISEÑO	LIGERO (< 1 kg)	PESADO (1 -5 kg)	MUY PESADO (>5 kg)
PROPUESTA DISEÑO DE CAJA	SOBRE RE-CERRABLE KORRVU	KORRVU FEFCO 427	FEFCO 201 FEFCO 206
			
			

CALIDADES			
TIPO DE CANAL			
ESPELOR DE CANAL (mm)	E (1,25 - 2)	C (3,5 - 4,2)	BC (5,9 - 7,2)
GRAMAJE (g/m ²)	360 - 340	448 - 440	676 - 59
ECT (Kg/cm)	4 - 3,2	6,5 - 6	8,6 - 7,6

Nota* Estas calidades podrán combinarse en caso de que los ciclos de distribución tengan una severidad extremadamente alta.

CÁMARA PROTECTORA


OBJETIVO	Evitar daños en el producto por impactos exteriores.
COLOCACIÓN DEL PRODUCTO	Producto separado de cualquier pared o esquina exterior.
DISTANCIA RECOMENDADA	5 cm

TIPO DE PROTECCIÓN

PESO PRODUCTO	LIGERO (< 1 kg)	PESADO (1 -3 kg)	MUY PESADO (3 -5 kg)
ELEMENTOS DE RELLENO	✓	✓	~
ELEMENTOS DE BLOQUEO	✗	✓	✓

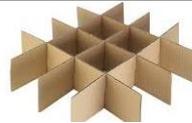
ELEMENTOS DE RELLENO

OBJETIVO	Evitar los espacios vacíos para impedir que el producto se desplace libremente durante el transporte.
COLOCACIÓN DEL PRODUCTO	Entre producto y embalaje generado una cámara protectora con el material.
TIPO DE MATERIAL	Se recogen alternativas comerciales y sostenibles fabricadas a partir celulosa o alternativas procedentes de material reciclado, compostables, etc. como alternativas a soluciones comerciales a partir de plástico virgen que de forma general se caracterizan por un mayor impacto ambiental.

ELEMENTOS DE RELLENO		TÉCNICO	M. AMBIENTAL
PAPEL KRAFT		Roces	●
		Golpes	●
PAPEL		Roces	●
		Golpes	●
FÉCULA DE PATATA		Roces	●
		Golpes	●
BOLSAS DE AIRE COMPOSTABLES		Roces	●
		Golpes	●


ELEMENTOS DE BLOQUEO

OBJETIVO	Evitar el desplazamiento del bloqueo sin la necesidad de rellenar el volumen interno del sistema de embalaje
COLOCACIÓN DEL PRODUCTO	Entre producto y embalaje generado una cámara protectora de aire.
TIPO DE MATERIAL	Se recogen alternativas comerciales y sostenibles fabricadas a partir celulosa o alternativas procedentes de material reciclado, compostables, etc. como alternativas a soluciones comerciales a partir de plástico virgen que de forma general se caracterizan por un mayor impacto ambiental.

ELEMENTOS DE BLOQUEO		TÉCNICO	M. AMBIENTAL
HUELLAS/MOLDES A MEDIDA*		Roces	●
		Golpes	● ●
* Materiales nido de abeja, pulpa de celulosa o espumas "ECO"			
PULPA DE CELULOSA		Roces	●
		Golpes	●
FÉCULA DE PATATA		Roces	●
		Golpes	●
CANTONERAS DE BLOQUEO		Roces	●
		Golpes	●
CANTONERAS ESPUMA ECO*		Roces	●
		Golpes	● ●
SEPARADORES DE CARTÓN		Roces	●
		Golpes	●

RUTAS LARGA DISTANCIA

En el caso de las rutas de larga distancia, se ha identificado dos niveles de severidad, por lo tanto se han generado recomendaciones de embalaje y de estiba para los dos niveles.

RECOMENDACIONES DE PACKAGING GENERALES LARGA DISTANCIA



Resistencia estructural de los embalajes

- El embalaje debe tener una forma rígida de seis lados (rectangular),
- El paquete debe ser plano y libre de protuberancias, ventanas y recortes.
- Capaz de sobrevivir a la distribución LARGA DISTANCIA, mediante el protocolo de ensayos desarrollado con el nivel de severidad (Grms= 0,19 y 0,08), dependiendo de la ruta de distribución.

Relación producto /embalaje

- La relación producto/envase se calcula como: Volumen del producto / volumen total del envase.
- La puntuación de cajas debe ser superior al 30% y al 50% para productos frágiles y no frágiles, respectivamente.

Características de las cargas paletizadas

- **H de paletizado recomendada para el remonte:** max 1,20 m
 - **Dimensiones del palet:** 1.200 × 800 mm
 - **Mosaico en columna o entrelazado:** En columna refuerza la resistencia de la caja.
 - **Ausencia de huecos, chimeneas o pasillos en el palet**
-

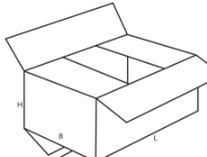
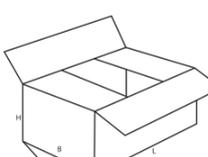
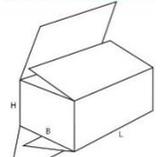
NIVEL 1 - SEVERIDAD ALTA
GRMS PSD VERTICAL

Las rutas de carácter tradicional MONITORIZADAS se clasifican dentro de un nivel 1 (0,24-0,20) y nivel 2 (0,19+0,08) de severidad, que se corresponde con una severidad baja, esto se identifica en función de los niveles de Grms del PSD de vibración vertical. A continuación, se recogen unas recomendaciones generales para el nivel de severidad detectado en la ruta de distribución..



PESO PRODUCTO	LIGERO (<5 kg)	PESADO (5-10 kg)	MUY PESADO (>10 kg)
FRAGILIDAD DEL PRODUCTO			
FRÁGILES LIGEROS	X	✓	~
FRÁGILES PESADOS	X	X	✓

EMBALAJE SECUNDARIO
DISEÑO

DISEÑO DE CAJA	FEFCO 201	FEFCO 201	FEFCO 201 o 203
			

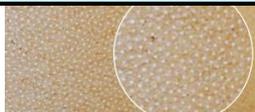
CALIDADES

TIPO DE CANAL			
ESPESOR DE CANAL (mm)	B (2,4 - 3)	C (3,5 - 4,2)	BC (6 - 7,6)
GRAMAJE (g/m ²)	403 - 390	448 - 440	878 - 860
ECT (Kg/cm)	4,5 - 5	6,6 - 6	11-8,5
DIMENSIONES ÓPTIMAS (L x W x H)			
OPTIMIZACIÓN 100%	400 x 300 x H / 400 x 200 x H / 300 x 200 x H (mm)		
OPTIMIZACIÓN >95%	400 x 240 x H / 400 x 260 x H / 300 x 240 x H (mm)		
OPTIMIZACIÓN <85%	350 x 210 x H / 300 x 210 x H / 380 x 190 x H (mm)		

EMBALAJE TERCIARIO
FILM ESTIRABLE LDPE

CALIDAD	500 kg: 14 micras 700 kg: 20 micras	800 kg: 20 micras	1000 kg: 30 micras
OPERACIÓN ENFARDADO			
Nº de vueltas	En función de la altura del pallet - Se recomiendan para 1,20 m de altura unas 12 - 13 vueltas.		
Preestiro	300%	300%	300%
Solape entre vueltas	150 mm	200 mm	280 mm
Altura sobre estrato superior	100 mm	100 mm	150 mm
Base del pallet	Hasta 50 mm del pallet	Hasta 50 mm del pallet	Hasta 50 mm del pallet

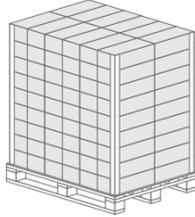
SEPARADORES PAPEL ANTIDESLIZANTES

	90 g/m ²	120 g/m ²	220 g/m ²
---	---------------------	----------------------	----------------------

CANTONERAS DE CARTÓN COMPACTO

ESPESOR	2,5 mm	5 mm	8 mm
DIMENSIÓN ALA	20-25 mm	50 – 55 mm	70 – 75 mm

MOSAICO DE PÁLETIZADO



Se recomienda:

- Apilamiento en columna para favorecer la resistencia a compresión
- Evitar chimeneas / bolsas / cavernas / pasillos

ELEMENTOS AUXILIARES

ESLINGAS



40 mm: 5000 daN

50 mm: 6000 daN

50 mm: 7500 daN

ALFOMBRILLAS ANTIDESLIZANTES



630 t/m2

630 t/m2

630 t/m2

BARRAS DE BLOQUEO

BLOQUEO HORIZONTAL



BLOQUEO VERTICAL



PISO DOBLE



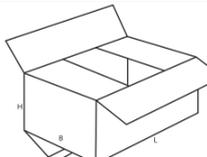
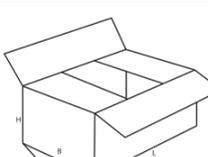
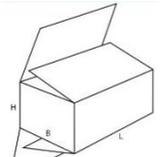
NIVEL 2 – SEVERIDAD BAJA
GRMS PSD VERTICAL

Las rutas de carácter tradicional MONITORIZADAS se clasifican dentro de un nivel 1 (0,24-0,20) y nivel 2 (0,19- 0,08) de severidad, que se corresponde con una severidad baja, esto se identifica en función de los niveles de Grms del PSD de vibración vertical. A continuación, se recogen unas recomendaciones generales para el nivel de severidad detectado en la ruta de distribución.



PESO PRODUCTO	LIGERO (<5 kg)	PESADO (5-10 kg)	MUY PESADO (>10 kg)
FRAGILIDAD DEL PRODUCTO			
FRÁGILES LIGEROS	X	✓	~
FRÁGILES PESADOS	X	X	✓

EMBALAJE SECUNDARIO
DISEÑO

DISEÑO DE CAJA	FEFCO 201	FEFCO 201	FEFCO 201 o 203
			

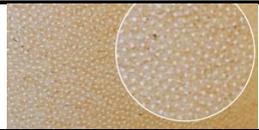
CALIDADES

TIPO DE CANAL			
ESPESOR DE CANAL (mm)	B (2,4 - 3)	C (3,5 - 4,2)	BC (6 - 7,6)
GRAMAJE (g/m ²)	360 - 345	392 - 375	676 - 590
ECT (Kg/cm)	3,7 - 3,2	4,7 - 3,5	8,6 - 7,6
DIMENSIONES ÓPTIMAS (L x W x H)			
OPTIMIZACIÓN 100%	400 x 300 x H / 400 x 200 x H / 300 x 200 x H (mm)		
OPTIMIZACIÓN >95%	400 x 240 x H / 400 x 260 x H / 300 x 240 x H (mm)		
OPTIMIZACIÓN <85%	350 x 210 x H / 300 x 210 x H / 380 x 190 x H (mm)		

EMBALAJE TERCIARIO
FILM ESTIRABLE LDPE

CALIDAD	500 kg: 14 micras 700 kg: 20 micras	800 kg: 20 micras	1000 kg: 30 micras
OPERACIÓN ENFARDADO			
Nº de vueltas	En función de la altura del pallet - Se recomiendan para 1,20 m de altura unas 12 - 13 vueltas.		
Preestiro	300%	300%	300%
Solape entre vueltas	150 mm	200 mm	280 mm
Altura sobre estrato superior	100 mm	100 mm	150 mm
Base del pallet	Hasta 50 mm del pallet	Hasta 50 mm del pallet	Hasta 50 mm del pallet

SEPARADORES PAPEL ANTIDESLIZANTES



90 g/m²

120 g/m²

220 g/m²

CANTONERAS DE CARTÓN COMPACTO

ESPESOR

2,5 mm

5 mm

8 mm

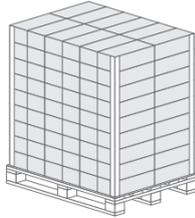
DIMENSIÓN ALA

20-25 mm

50 – 55 mm

70 – 75 mm

MOSAICO DE PÁLETIZADO



Se recomienda:

- Apilamiento en columna para favorecer la resistencia a compresión
- Evitar chimeneas / bolsas / cavernas / pasillos

ELEMENTOS AUXILIARES

ESLINGAS



40 mm: 5000 daN

50 mm: 6000 daN

50 mm: 7500 daN

ALFOMBRILLAS ANTIDESLIZANTES



630 t/m²

630 t/m²

630 t/m²

BARRAS DE BLOQUEO

BLOQUEO HORIZONTAL



BLOQUEO VERTICAL



Las recomendaciones realizadas en este apartado son de carácter general en función del nivel de severidad identificado en las rutas de distribución tradicional (Nivel 1 y Nivel 2), y distribución e – commerce (última milla), que en cualquier caso deberán ser validadas mediante el protocolo de ensayos correspondiente, siguiendo con la metodología de mejora desarrollada por ITENE, donde la validación mediante ensayos de simulación de la ruta de distribución es la clave para la selección de las recomendaciones de mejora.

SIMBOLOGÍA Y ETIQUETADO - UNE - EN ISO 780:2016

PRODUCTO FRÁGIL

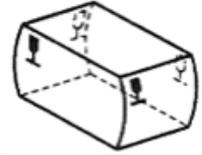


SIGNIFICADO

El contenido del embalaje es frágil, y debe ser manipulado con precaución.

COLOCACIÓN

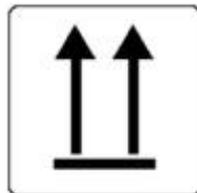
Debe aparecer cerca de la esquina superior izquierda en las cuatro caras verticales del embalaje.



EN FUNCIÓN DEL MATERIAL DEL PRODUCTO

Cerámica, Vidrio, Cristal, Porcelana, etc. de una fragilidad elevada.

PRODUCTO FRÁGIL



SIGNIFICADO

Indica que el embalaje debe mantenerse en posición horizontal.

COLOCACIÓN

Debe aparecer cerca de la esquina superior izquierda en las cuatro caras verticales del embalaje. Cuando se rotule junto con "producto frágil", el símbolo "hacia arriba" debe ser el más próximo a la esquina.

TIPO DE PRODUCTOS

Aquellos en los que repercute la dirección en una pérdida directa de estabilidad o protección.

MANTENER A RESGUARDO DE LA LLUVIA



SIGNIFICADO

El embalaje debe mantenerse protegido de la lluvia.

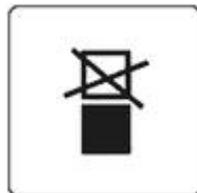
COLOCACIÓN

No se especifica. Se recomienda disponer junto con el resto de los símbolos en un lugar visible

TIPO DE PRODUCTOS

Se recomienda su uso en todos los paquetes de envío.

NO APILAR



SIGNIFICADO

No está permitido apilar los embalajes y no se debería colocar ninguna otra carga sobre el mismo.

COLOCACIÓN

No se especifica. Se recomienda disponer junto con el resto de los símbolos en un lugar visible

TIPO DE PRODUCTOS

Se recomienda su uso en todos los paquetes de envío susceptibles de daño por compresión.

5. Cálculo de huella de Carbono

Para completar el estudio, se ha realizado una estimación de la huella de carbono asociada a la ruta más crítica, esto es que mayor potencial de emisiones presenta, para tener una visión del impacto contaminante de la operativa asociada.



La **Huella de carbono (HdC)** mide la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos. Por tanto, la HdC va más allá de la medición única de CO₂ emitido, ya que se tienen en cuenta todos los GEI que contribuyen al calentamiento global, para después convertir los resultados individuales de cada gas a equivalentes de CO₂. El CO₂ eq es una medida universal basada en el Potencial de Calentamiento Global (PCG o GWP, por sus siglas en inglés). El PCG mide la capacidad de un gas para generar efecto invernadero teniendo en cuenta su permanencia en la atmósfera. En la tabla 5, se recogen los PCG de algunos GEI.

Tabla 3. Potencial de calentamiento global (CO₂ eq) de los gases de efecto invernadero

GEI	Fórmula química	PCG (CO ₂ eq) ¹
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Óxido nitroso	N ₂ O	265
Hidrofluorocarbonos (HFC)	C _x H _x F _x	Hasta 12398
Perfluorocarbonos (PFC)	C _x F _x	Hasta 9545
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23507

El **alcance** de la norma UNE-EN 16258 incluye las emisiones de GEI correspondientes a las siguientes actividades:

- Consumos de fuentes de energía necesarias para la propulsión del vehículo.
- Consumos de fuentes de energía necesarias para la refrigeración de las cargas durante el transporte de la misma, si lo hubiera.

Asimismo, quedan **excluidas** del alcance de la norma las siguientes actividades:

- Consumo de fuentes de energía durante el almacenamiento de las cargas, que incluirían las emisiones de GEI derivadas de la energía consumida en la gestión, almacenamiento y refrigeración de la carga en los centros logísticos: energía consumida en la iluminación y climatización de las instalaciones logísticas (terminales de carga, almacenes, oficinas, etc.), energía consumida en los equipos de transporte de la carga en las instalaciones logísticas (carretillas elevadoras, vehículos de transporte de cajas móviles, etc.) o de otro tipo de equipamiento de manejo de carga y la energía consumida en la refrigeración de la carga que lo precise.
- Las emisiones de GEI derivadas de las fugas de refrigerantes como consecuencia del transporte y el almacenamiento de la carga.
- La fabricación, mantenimiento y desguace en su fin de vida de los vehículos empleados en la prestación de los servicios de transporte, así como la construcción, mantenimiento y desmantelamiento en su fin de vida de la infraestructura viaria.
- Las actividades de construcción, mantenimiento y desmantelamiento en su fin de vida de las instalaciones logísticas.

En resumen, sólo se contabilizan las emisiones de GEI de las cargas en movimiento y en su caso de su refrigeración con el vehículo en ruta, pero no el mantenimiento de los equipos de refrigeración instalados en los vehículos (emisiones fugitivas)

Las emisiones de GEI consideradas para el servicio de transporte pueden ser directas e indirectas:

¹ Potencial de calentamiento global a 100 años del IPCC 2013



- **Emisiones de GEI indirectas, o "del pozo al depósito"** ("well to tank" o "WtT" en inglés): las cuales derivan de todos los procesos necesarios para el suministro de la fuente de energía a los vehículos. En el caso de combustibles se incluyen las actividades de extracción crudo, cultivo de la energía primaria, refinado, transformación, transporte y distribución de la energía en todas las etapas de la producción del combustible utilizado. En el caso de los vehículos eléctricos se incluyen la extracción y transporte de la energía primaria, transformación, generación de potencia y pérdidas en las redes nacionales de electricidad.
- **Emisiones de GEI directas o "del depósito a las ruedas"** ("tank to wheel" o "TtW", en inglés): producidas en los vehículos, por el consumo de fuentes de energía.
- **Emisiones de GEI totales o "del pozo a las ruedas"** ("well to wheel" o "WtW", en inglés): implica considerar la suma de las emisiones directas e indirectas.

El alcance estipulado por la norma UNE-EN 16258 es "del pozo a las ruedas". No obstante, tal y como se muestra en el esquema de la figura 6, la norma exige que hayan de analizarse y declararse por separado las emisiones "del depósito a las ruedas" (directas) como "del pozo a las ruedas" (totales).



Figura 6. Alcance de las emisiones de GEI

De forma operativa se seguirá la Guía de cálculo de la huella de carbono del transporte de mercancías por carretera elaborada por la Asociación de Fabricantes y Distribuidores (AECOC) basada en la norma anterior. Esta guía propone dos **modalidades de cálculo** para la obtención de las emisiones de GEI:

- La modalidad por ruta, que constituye un procedimiento de cálculo más exhaustivo y requiere conocer, o, en su defecto, estimar, la localización y orden de llegada de todas las paradas efectuadas en la ruta, así como el origen, destino y peso de cada uno de los envíos transportados en esa ruta.
- La modalidad por origen-destino, que supone un procedimiento de cálculo simplificado, en el que no se necesita disponer de información de la ruta recorrida por el vehículo que transporta el envío. Únicamente precisa conocer el origen, destino y peso del envío o envíos sobre los que se quiere realizar el cálculo de huella.

Para el presente informe, se empleará la modalidad de cálculo simplificada por origen-destino para el servicio considerado más crítico, esto es que presente un consumo medio de combustible (l/km) mayor.

Asimismo, de acuerdo con las definiciones expuestas en la norma de referencia (UNE-EN 16258), la guía de cálculo de la huella de carbono del transporte de mercancías por carretera de AECOC contempla dos **métodos de cálculo** para la obtención de las emisiones de GEI:

- El método de los consumos, que requiere disponer de datos de consumo de combustible real, asociados a la flota del operador de transporte que presta el servicio, derivados tanto de la propulsión del vehículo como de la refrigeración de la carga (si procede).
- El método de las distancias, que no precisa disponer de datos de consumo de combustible del vehículo, de la ruta o de la flota del operador que presta el servicio de transporte. No obstante, este método requiere conocer el tipo de vehículo y de recorrido correspondiente al transporte de los envíos para, consecuentemente, estimar el consumo de combustible a partir de datos predeterminados.

Aunque el método de los consumos aportaría un cálculo más preciso de la huella de carbono de un servicio de transporte determinado, para el cálculo de la huella de carbono media del

transporte por carretera en España, que se establecerá en este informe, debido a que no se disponen de consumos reales, se empleará el método de cálculo de las distancias.

7.1 Cálculo de la huella de carbono

De acuerdo con la modalidad de cálculo escogida (origen-destino), el procedimiento de cálculo consiste en dos pasos, una vez recopilados los datos:

1. Estimación de los consumos
2. Cálculo de las emisiones de GEI



En primer lugar, se pasa a estimar el consumo específico de combustible originado por la propulsión del vehículo, en términos de consumo por distancia recorrida y peso bruto de envío (litros por tonelada-kilómetro), a través del "método de las distancias".

A tal efecto, se aplican las siguientes hipótesis de tasas de carga y viajes en vacío en función del tipo de envío (mercancías a granel o resto de mercancías):

- Mercancías a granel (minerales, carbón, petróleo...): en este caso, los viajes en carga se efectúan a un 100% de la tasa de carga del vehículo, mientras que los viajes en vacío representan un 60% de los viajes en carga.
- Resto de mercancías: en este caso, los viajes en carga se efectúan a un 45% de la tasa de carga del vehículo, mientras que los viajes en vacío representan un 15% de los viajes en carga.

Para el cálculo de la huella de carbono de los posibles servicios críticos, se tomará la hipótesis y los correspondientes valores de consumos específico de "resto de mercancías".

De acuerdo con los datos anteriores, el consumo específico de combustible para la propulsión del vehículo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$f \text{ (L diésel/tkm)} = a \cdot f' \text{ (L diésel/tkm)}$$

Donde:

- f (L/tkm): consumo específico de combustible diésel debido a la propulsión del vehículo, en términos de toneladas-kilómetro.
- a : factor de corrección empleado únicamente para trayectos que transcurren fundamentalmente por zonas urbanas. Los transportes de mercancías paletizadas que se consideran para el cálculo de la huella de carbono media en este informe no transcurren por zonas urbanas y por tanto este factor es igual a 1.
- f' (L/tkm): consumo específico de combustible por la propulsión del vehículo, sin considerar la corrección por zona urbana, en términos de tonelada-kilómetro. Esta variable es función del tipo de mercancía transportada, del tipo de vehículo y del perfil de carretera, llana o montañosa. Se considera itinerario montañoso si el gradiente de la carretera es superior al 2%. Los distintos valores de esta variable se recogen en la Tabla 6.

Tabla 4. Consumo específico de combustible por la propulsión del vehículo en términos de tonelada-kilómetro.

Tipo de camión	Montañoso		Llano	
	Mercancías a granel	Resto de mercancías	Mercancías a granel	Resto de mercancías
Transporte de mercancías	Litros de diésel por tkm			
Camión de < 7,5 t MMA	0,063	0,099	0,062	0,098
Camión de 7,5-12 t MMA	0,050	0,077	0,048	0,075
Camión de 12-24 t MMA	0,029	0,045	0,027	0,042
Camión articulado 24-40 t MMA	0,020	0,028	0,016	0,024

Fuentes: HBEFA 3.1; TREMOD 2010; Guía CLECAT, DEFRA, guía cálculo AECOC.

A fin de cuantificar el porcentaje de tramos montañosos existentes en la red nacional de carreteras, se ha consultado el último Inventario de la Red de Carreteras de Estado, correspondiente a 2008, y publicado por el entonces Ministerio de Fomento (actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana). En dicho documento, se registra el porcentaje de kilómetros de la red en función de la pendiente existente, para cada Comunidad Autónoma, distinguiendo entre:



Tramos de $p < 2\%$

Tramos de $2\% \leq p < 5\%$

Tramos de $5\% \leq p < 10\%$

Tramos de $p \geq 10\%$

Teniendo en cuenta los datos anteriores se puede estimar porcentaje de las vías en servicio en 2008 tenían una pendiente menor al 2%, por lo que podrían considerarse como llanas, y el que podrían hacerlo como montañosas, para comunidad autónoma:

Tabla 5.. Porcentaje de vías de servicio (carreteras) con pendiente inferior al 2%, por comunidades autónomas

CCAA	Porcentaje Vías $p < 2\%$
Andalucía	59,62%
Aragón	58,77%
Asturias	54,28%
Cantabria	46,75%
Castilla-La Mancha	72,10%
Castilla y León	68,36%
Cataluña	55,18%
Ceuta	54,26%
Comunidad Valenciana	68,89%
Extremadura	66,56%
Galicia	40,19%
La Rioja	62,08%
Comunidad de Madrid	62,08%
Melilla	41,41%
Región de Murcia	66,58%
Navarra	94,88%
País Vasco	62,91%

Por otra parte, si el combustible empleado es distinto al diésel se debe convertir el consumo específico de diésel a otro tipo de combustible. Para ello, se calculará el cociente entre el poder calorífico inferior (PCI) del diésel y el del combustible empleado, y se multiplicará por el consumo de diésel estimado por el método de las distancias de acuerdo con la siguiente fórmula. Los valores de PCI coinciden con el consumo energético del depósito a las ruedas. Esta fórmula asume que los rendimientos de los motores diésel y los del combustible real utilizado son relativamente similares.

$$F \text{ (L/tkm)} = e_T \text{ (diésel)} / e_T \text{ (combustible)} \cdot f \text{ (L diésel/tkm)}$$

Donde:

- $f \text{ (L/tkm)}$: consumo específico de combustible estimado, distinto al diésel debido a la propulsión del vehículo, en términos de toneladas-kilómetro.
- $e_T \text{ (diésel)}$: factor de consumo energético del depósito a las ruedas correspondiente al combustible diésel, expresado en MJ/Litro. Este valor se ha extraído del Anexo A de la norma UNE-EN 16258 y su valor es de 35,9 MJ/L.



- e_T (combustible): factor de consumo energético del depósito a las ruedas correspondiente al combustible empleado, expresado en MJ/Litro. De acuerdo con los datos presentados en el informe 1: "Escenarios de transporte de mercancías paletizadas" la totalidad de los tractocamiones o camiones articulados utilizan diésel como combustible, mientras que en los camiones existe un pequeño porcentaje (3,5 %) que utilizan gasolina. Por tanto, se utilizará el valor correspondiente a la gasolina, extraído del Anexo A de la norma UNE-EN 16258, cuyo valor es de 32,2 MJ/L.
- f (L diésel/tkm): consumo específico medio de diésel, obtenido por el método de las distancias.

El siguiente paso consiste en calcular las emisiones de GEI (en términos de CO₂ equivalente), en términos de tonelada-kilómetro, a partir del consumo medio específico calculado en el apartado anterior, para las actividades de propulsión de la carga y refrigeración del vehículo (si la hubiera). Para la obtención de dichos resultados, se consideran dos tipos de alcances:

- Del depósito a las ruedas o "from tank to wheel", designado en este apartado con el subíndice "T", que corresponden a las emisiones directas.
- Del pozo a las ruedas o "from well to wheel", designado en este apartado con el subíndice "W", que corresponden a las emisiones totales

En todos los casos, la obtención de las emisiones de GEI para ambos tipos de alcance es obligatorio, y ha de efectuarse por separado (por una parte, del depósito a las ruedas, y por otra parte, del pozo a las ruedas).

Para su cálculo, se procede en primer lugar a transformar el consumo medio de combustible por tkm a emisiones de CO₂ equivalente por tkm. Para ello, se empleará las siguientes fórmulas:

$$G_T \text{ (kg CO}_2 \text{ eq/tkm)} = g_T \cdot F \text{ (L/tkm)}$$

$$G_W \text{ (kg CO}_2 \text{ eq/tkm)} = g_W \cdot F \text{ (L/tkm)}$$

Donde:

- G_T (kg CO₂ eq/tkm) y G_W (kg CO₂ eq/tkm): emisiones de GEI del depósito a las ruedas y del pozo a las ruedas en términos de toneladas-kilómetro.
- g_T y g_W : factores de emisiones de GEI del depósito a las ruedas y del pozo a las ruedas, expresadas en kg CO₂ eq/L. Dependen del tipo de fuente de energía empleada, es decir, del combustible empleado, diésel o gasolina. Los valores correspondientes se han extraído de la Norma UNE-EN 16258.
- F (L/tkm): Consumo específico de combustible en términos de tonelada-kilómetro obtenido en el apartado anterior. Puede desagregarse en consumos asociados a la propulsión del vehículo y a la refrigeración de la carga del vehículo.

6. CONCLUSIONES

En definitiva, esta información de caracterización de la distribución es una herramienta clave para poder diseñar y mejorar los sistemas de envase y embalaje, de forma que se garantice la seguridad del producto a lo largo de su distribución, con la cantidad adecuada de material de embalaje.



Las empresas, al tener las rutas de distribución modelizadas y cuantificadas conocen el nivel de daño al que se tiene que enfrentar su producto y por lo tanto pueden dimensionar de una forma optimizada, el grado de protección que necesitan.

Adicionalmente, conociendo el nivel de severidad de las rutas, la empresa puede adaptar el proceso de estiba, reduciendo las probabilidades de daño y de accidente en la distribución, mejorando el cumplimiento del RD 563.

Por último, para conseguir la mejora de la **EFICIENCIA LOGISTICA SOSTENIBLE**, es necesario la estimación de la huella de carbono asociada a las rutas. Mediante este dato, la empresa, podrá tomar decisiones encaminadas a la mejora del comportamiento ambiental de su distribución.

A continuación, se indican las principales conclusiones de forma resumida, a partir del análisis de los datos recopilados en las 5 rutas de distribución:

- **Simulación de los riesgos del ciclo de distribución (aceleraciones lineales y velocidades angulares), mediante ensayos de laboratorio.**

Mediante la modelización de los riesgos de la distribución, se fomenta la validación de los sistemas de envase y embalaje en condiciones de laboratorio, que permiten que sean reproducibles y que se realicen de una forma segura y controlada. De esta manera se evitan pruebas reales en sus ciclos de distribución, donde las condiciones son poco reproducibles y por lo tanto dificultan la comparativa de resultados, no se puede observar el comportamiento del sistema de envase y embalaje a lo largo de la distribución, sólo se conoce el estado inicial y final, sin conocer cuál es el riesgo que le afecta y que ocasiona su fallo etc.

Por tanto, mediante los protocolos de simulación, se podrá validar la idoneidad de los sistemas de envase y embalaje actuales, así como los nuevos desarrollos.

Hay que destacar que, en el análisis de los datos, se han identificado los riesgos asociados al ciclo de distribución, para el desarrollo de un protocolo de simulación muy próximo a la realidad de la ruta objetivo:

- **Grms:** El Grms asociado la vibración vertical de las rutas de LARGA DISTANCIA y de ULTIMA MILLA, monitorizadas en el proyecto MODELROAD.

Niveles de severidad RUTA TRADICIONAL	grms
NIVEL 1	0,1915
NIVEL 2	0,1179 – 0,1045
Niveles de severidad RUTA ULTIMA MILLA	
NIVEL 2	0,10-0,03

Si este resultado lo comparamos con la severidad del ensayo de vibración vertical establecido por la norma ASTM D4169, con las siguientes magnitudes (Grms): 0.70 /0.54 /0.40., incluso en el caso del nivel más bajo de severidad (0,4), sigue estando muy por encima de los niveles identificados en la ruta real.



- **Recomendaciones de embalaje.**

Si se conoce el nivel de severidad y los riesgos reales, se podrán seleccionar los embalajes, con el objetivo de minimizar cantidad de material, costes asociados e impactos ambientales

Por ello se han desarrollado unas recomendaciones de embalaje, con el fin de facilitar la selección del sistema de embalaje óptimo y asegurar el producto durante el transporte., en función de los niveles de severidad de las rutas analizadas.

- **Recomendaciones de estiba: Mejora de la estabilidad y seguridad de las cargas.**

Tener la ruta monitorizada, ayuda a poder realizar recomendaciones para el cumplimiento del RD 563/2017. En él se regulan las inspecciones técnicas en carretera de vehículos comerciales que circulan en territorio español y que controla la sujeción de la carga, fundamental para la seguridad vial, de manera que la carga resista cualquier aceleración que pueda producirse durante el transporte. Sobre todo, las registradas por la norma:

- En el sentido de marcha: el peso de la carga multiplicado por 0,8, y
- En sentido lateral: el peso de la carga multiplicado por 0,5, y
- En sentido contrario al de marcha: el peso de la carga multiplicado por 0,5, y
- En general debe impedir la inclinación longitudinal o transversal de la carga.

De forma paralela, la información identificada y cuantificada (niveles de severidad analizados), como resultado de la monitorización, ha de ser utilizada para poder implementar a modo de recomendación, determinadas soluciones de estiba (amarres, bloqueos, alfombrillas etc.), de forma complementaria al embalaje, permitan asegurar la seguridad y estabilidad de las cargas.

- **Estimación de la huella de carbono:** El transporte es uno de los sectores que genera mayor volumen de gases de efecto invernadero (GEI) en España. Según el último inventario nacional de GEI, un 27% del total de las emisiones procede de este sector. De manera particular, el transporte por carretera con vehículos pesados genera en la actualidad el 4,5 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero -dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y ozono, entre otros- provocados por la actividad humana en la Unión Europea. En este contexto, en algunos países, como es el caso de Francia, es obligatorio el cálculo de la huella de carbono asociada al servicio prestado, afectando a toda empresa que circule por sus redes viarias. Por esta razón, se considera importante la estimación de emisiones de GEI en los distintos servicios, con el fin de poder plantear medidas para su reducción, puesto que si no se conoce cuál es la huella de carbono, no se puede reducir ni saber el impacto real de la actividad de los servicios prestados y la flota empleada para ello.

Existen diferentes acciones que se pueden desarrollar para poder reducir las emisiones en el transporte, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Mejorar el uso de los vehículos: planificar las rutas de los vehículos de la flota es básico a la hora de realizar los kilómetros justos o evitar atascos (algo que aumenta las emisiones)
- Reducir los retornos en vacío: optimizar en la medida de lo posible el factor de carga de los vehículos. Aunque el nivel de carga afecta directamente en la estimación de la huella de carbono, la generación de un mayor número de viajes tiene mayor impacto negativo
- Formar a los conductores: podemos realizar todas las actividades y planificaciones, pero, si el conductor no ajusta su comportamiento, serán en balde. El conductor del vehículo tiene un impacto inmediato en la huella de



carbono de la flota, al reducir el uso de combustible y el ralentí con una conducción más eco-responsable.

- Reemplazar los vehículos más contaminantes: las flotas más antiguas producen mayores emisiones que sus homólogos más novedosos. Además, los nuevos vehículos más sostenibles, como los eléctricos, de gas o de agua, contaminan muchísimo menos que los modelos antiguos, por lo que son una gran elección.
- Invertir en una gestión eficiente de las flotas: el empleo de herramientas para la gestión de flotas permitirá la optimización de la operativa
- Comprometerse con las metas: para que se realice un verdadero cambio, la flota debe establecer metas y comprometerse con ellas, creando objetivos a cumplir en diversos plazos temporales.

Anexo 1. Technical specifications – DR 2

DATA RECORDER 2 - Data Sheet



MECHANICAL ESPECIFICATIONS

Size:	100 x 100 x 60 mm
Chassis Material:	5083 Anodized Aluminum
Weight:	700 gr
Environmental:	Weather Resistant
Operation Temperature	-20° to +60°C
Mounting:	M3 screws

DATA ACQUISITION - 3 SENSORS

Axial vibration accelerometer	Triaxial MEMS
3 axes (x,y,z)	
Programmable Sampling Frequency (Hz)	200, 500, 1000
Acceleration Range	±6g
Measurement Accuracy	±5%
Instrument Noise Floor	0.002 Grms
Timer Trigger	Continuous recording
Shock accelerometer	Triaxial capacitive
3 axes (x,y,z)	
Sampling Frequency (Hz)	2000
Acceleration Range	±200g
Programmable threshold (g)	6, 30, 40, 50, 100
Measurement Accuracy	±5%
Software filters (Hz)	0 to 500
Pre-Trigger	50%
Gyroscope	Two single axis MEMS
2 axes (x,y)	
Programmable Sampling Frequency (Hz)	20, 25, 50, 100, 200
Angular Velocity Range	±150 °/s
Measurement Accuracy	±5%
Instrument Noise Floor	0.018 °/s rms
Timer Trigger	Continuous recording



MEMORY

Memory Size: 128 GB (Expandable)

Memory Type: Micro SD-card

POWER

Internal: 1 LiPo batteries (3.7V - 15000mAh)

External: Power Bank (5V – USB Type C)

Running Time (*) 5 to 10 days with internal battery

(*) up to 30 days with 56000mA Power Bank

(*) *Depending on active sensors and sampling time*

SOFTWARE

User Setup Interface: Software DRONE™

Analysis Interface: DROne Analysis Software™

Compatibility: Microsoft Windows® XP, Vista, 7, 8, 10

COM Interface USB 2.0

CONTROLS & INDICATORS

Controls: Stop Button

LED Indicators: Green: Run

Red: Alarm

OTHERS

**Threaded connection to avoid external
battery disconnection**

Seals between top cover and bot cover



ITENE RESEARCH
CENTER

Parque Tecnológico
C/ Albert Einstein, 1 / 46980 Paterna / Valencia, Spain
(+34) 96 182 00 00 / info@itene.com / www.itene.com
