

Manual profesional

ESTIBA Y SUJECIÓN DE CARGA

INCLUYE 2 apps (Android) para realizar cálculos

Cálculo aplicado conforme a la norma EN 12195-1 y el código CTU

Francisco Fernández Sasiaín
Juan Cantón Revuelto
Andoni Gortazar Peñil

MARGE BOOKS

Manual profesional

Estiba y sujeción de carga

Cálculo aplicado conforme a la norma EN 12195-1 y el código CTU



Esta obra ha sido galardonada con el premio
Logisnet de Literatura Técnica 2025

MARGE BOOKS

Manual profesional

Estiba y sujeción de carga

Cálculo aplicado conforme a la norma EN 12195-1 y el código CTU

Francisco Fernández Sasiaín
Juan Cantón Revuelto
Andoni Gortazar Peñil

MARGE BOOKS

Colección: Gestión del transporte
Director: Hèctor Soler

ESTIBA Y SUJECIÓN DE CARGA
1.ª edición, junio 2025

© 2025, Francisco Fernández Sasiaín, Juan Cantón Revuelto, Andoni Gortazar Peñil
© de esta edición, ICG Marge, SL

Edita: Marge Books
Brutau, 160 – 08203 Sabadell (Barcelona)
Tel. 931 429 486 – marge@margebooks.com
www.margebooks.com

Edición: Jana Moral
Realización editorial: Mercedes Lara
Impresión: Arcángel Maggio Europa SL

ISBN edición impresa: 978-84-10238-96-1
ISBN edición digital PDF: 978-84-10238-95-4
ISBN edición ePUB: 978-84-10238-97-8
Depósito Legal: B 11851-2025

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta edición, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada, transmitida, distribuida, utilizada, comunicada públicamente o transformada mediante ningún medio o sistema, bien sea eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o electrográfico, sin la previa autorización escrita de la editorial, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.conlicencia.com) si necesita fotocopiar, escanear o hacer copias digitales de algún fragmento de esta obra.



Este libro ha sido impreso en papel certificado por PEFC, procedente de bosques gestionados de modo sostenible y fuentes controladas.

Índice

Los autores 11
Prefacio 17
Introducción 19

1. Características técnicas de vehículos y contenedores 25
1.1 Vehículos carrozados conforme a la norma EN 12642 . . 26
1.2 Vehículos con puntos de amarre conforme a la norma EN 12640 28
1.3 Contenedores de uso general conforme a la norma ISO 1496-1 30
1.4 Contenedores plataforma conforme a la norma ISO 1496-5 32
1.5 Contenedores frigoríficos conforme a la norma ISO 1496-2 33

2. Características técnicas de los materiales de sujeción. . . . 35
2.1 Cintas textiles de amarre conforme a la norma EN 12195-2 35
2.2 Cadenas de amarre conforme a la norma EN 12195-3 . . 38
2.3 Cables de amarre conforme a la norma EN 12195-4 . . . 41
2.4 Postes de bloqueo conforme a EUMOS 40511 42
2.5 Tablas y barras de bloqueo 44

2.6 Cintas de amarre con hebilla 44
2.7 Cadenas de amarre de eslabón largo 46
2.8 Anillas soldables y cáncamos 47
2.9 Bolsas hinchables de bloqueo 48
2.10 Materiales antideslizantes 49
2.11 Materiales de elevación usados para sujeción 51
2.12 Combinación de materiales en la sujeción 53
2.13 Criterios de rechazo. 55

3. Principios generales de la norma EN 12195-1 y el código CTU 59
3.1 Glosario de términos de la norma EN 12195-1 59
3.2 Glosario de términos del código CTU 62
3.3 Coeficientes de aceleración en la norma EN 12195-1 . . 64
3.4 Coeficientes de aceleración en el código CTU 67
3.5 Coeficientes de fricción en la norma EN 12195-1 69
3.6 Coeficientes de fricción en el código CTU. 71
3.7 Consideraciones generales sobre el cálculo 73

4. Cálculo de estabilidad frente al vuelco y sujeción por bloqueo 75
4.1 Estabilidad frente al vuelco. 75
4.2 Sujeción por bloqueo 78
4.3 Bloqueo contra la rodadura 86
4.4 Fuerza de bloqueo que ejerce una bolsa hinchable según el código CTU. 90
4.5 Fuerza de bloqueo que ejerce un poste tubular de acero de sección cuadrada 92
4.6 Fuerza de bloqueo que ejerce un poste tubular de acero de sección rectangular. 93
4.7 Fuerza de bloqueo que ejerce un poste tubular de acero de sección circular. 95
4.8 Fuerza de bloqueo que ejerce un travesaño de madera . . 96

5. Cálculo de amarre por rozamiento 101
5.1 Amarre por rozamiento en la norma EN 12195-1 101
5.1.1 Amarre contra el deslizamiento de una unidad de carga 101
5.1.2 Amarre contra el vuelco transversal de una unidad de carga *(CdG* centrado) 106
5.1.3 Amarre contra el vuelco transversal de una unidad de carga *(CdG* descentrado). 108
5.1.4 Amarre contra el vuelco longitudinal de una unidad de carga *(CdG* descentrado). 109
5.1.5 Amarre contra el vuelco y deslizamiento en una sección de carga *(CdG* centrado) 111
5.1.6 Amarre contra el vuelco y deslizamiento en una sección de carga *(CdG* descentrado) 116
5.2 Amarre por rozamiento en el código CTU 119
5.2.1 Amarre contra el deslizamiento de una unidad de carga 119
5.2.2 Amarre contra el vuelco transversal de una unidad de carga *(CdG* centrado) 121
5.2.3 Amarre contra el vuelco transversal de una unidad de carga *(CdG* descentrado). 122
5.2.4 Amarre contra el vuelco longitudinal de una unidad de carga *(CdG* descentrado). 123
5.2.5 Amarre contra el vuelco y deslizamiento en una sección de carga *(CdG* centrado) 124
5.2.6 Amarre contra el vuelco y deslizamiento en una sección de carga *(CdG* descentrado) 126

6. Cálculo de amarre directo 129
6.1 Amarre inclinado en dirección transversal 129
6.2 Amarre inclinado en dirección longitudinal 131

6.3 Amarre diagonal recto 132
6.4 Amarre diagonal cruzado. 138
6.5 Amarre en diagonal frente al vuelco longitudinal y transversal 140

7. Cálculo de amarre en bucle y de resorte. 143
7.1 Amarre de resorte 143
7.2 Amarre en bucle 148
7.3 Amarre en bucle simplificado 149
7.4 Amarre con efecto muelle para evitar el vuelco 151
7.5 Amarre en bucle para evitar el vuelco. 152
7.6 Sujeción contra el vuelco y deslizamiento con amarre en bucle para secciones formadas por unidades de carga con *CdG* descentrado 154

8. Casos prácticos 157
Caso práctico 1 (CTU) 157
Caso práctico 2 (CTU) 164
Caso práctico 3 (CTU) 170
Caso práctico 4 (CTU) 177
Caso práctico 5 (CTU) 181
Caso práctico 6 (EN 12195-1) 185
Caso práctico 7 (EN 12195-1) 190
Caso práctico 8 (EN 12195-1) 193
Caso práctico 9 (EN 12195-1) 197
Caso práctico 10 (EN 12195-1) 201

Apéndice. Amarre en bucle simple en cargas sin y con sobreanchura 207

Los autores



Francisco Fernández Sasiaín es técnico especialista en estiba y sujeción de cargas para el transporte marítimo, y cuenta con una experiencia de 30 años en terminales portuarias.



Juan Cantón Revuelto es técnico especialista en estiba y sujeción de cargas para el transporte por carretera, y cuenta con una experiencia de 37 años en la Dirección General de Tráfico.



Andoni Gortazar Peñil es técnico especialista en productos de elevación y sujeción de cargas, contando con una experiencia de 40 años en empresas de fabricación y distribución de dicha gama de productos.

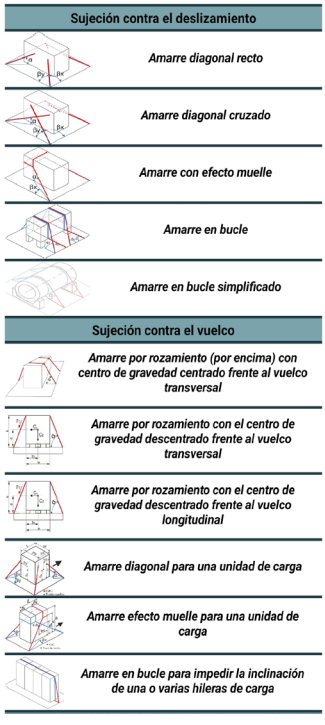
Dos apps gratuitas para el cálculo

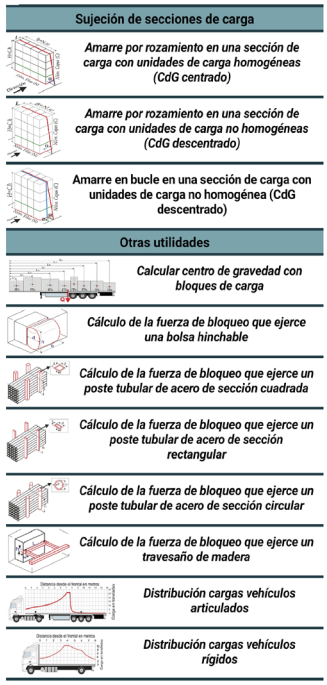


Introduce los datos de tu carga y obtén al instante cálculos fiables basados en la **norma EN 12195-1** y el **código CTU 2014.**

- Fáciles de usar: diseño claro e intuitivo.
- Resultados fiables: algoritmos basados en normativa internacional.
- Adaptadas a diferentes tipos de carga: pensadas para distintos profesionales.
- Ilustraciones descriptivas: incluye información visual para facilitar la comprensión.





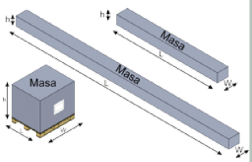


de la estiba y la sujeción de carga



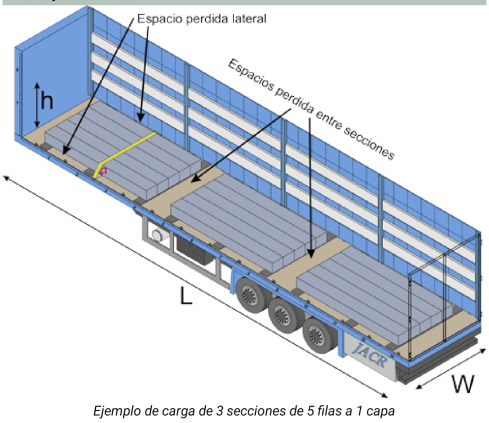
¡Descárgalas ya!
Disponibles para Android

Medidas Unidades



L (cm)	100
W (cm)	120
h (cm)	100
Masa	1000

Datos plataforma



Ejemplo de carga de 3 secciones de 5 filas a 1 capa

L (cm)	1350	W (cm)	248
h (cm)	120		
Perdida entre secciones (largo)	0		
Perdida entre secciones (ancho)	0		

Coeficientes de rozamiento y sistemas de amarre

μs (suelo)	0.6	μc (capas)	0.6
STF	500	LC	2500

Calcular Borrar

Con esta configuración:

13 Sección(es) Masa por sección: 2000 kg
2 Fila(s)
1 Capa(s)
Unidades de carga: 26 Masa total: 26000 kg
Distancia sección borde lateral del vehículo: 4 cm
Angulo inclinación al borde lateral: 88 grados

Para el deslizamiento (Núm. de amarres):
Para evitar deslizamiento longitudinal: 1 (1.00)
Para evitar deslizamiento transversal y atrás: 0 (0.00)

Para el vuelco longitudinal (Núm. de amarres):
Para evitar vuelco longitudinal hacia adelante: 0 (0)
Para evitar vuelco longitudinal hacia atrás: 0 (0)

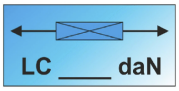
Para el vuelco transversal (A. con Cy=0.5 y STF):
Para evitar vuelco transversal: 0 (0)

Para el vuelco transversal (A. con Cy=0.6 y 0.5 LC):
Para evitar vuelco transversal: 0 (0)

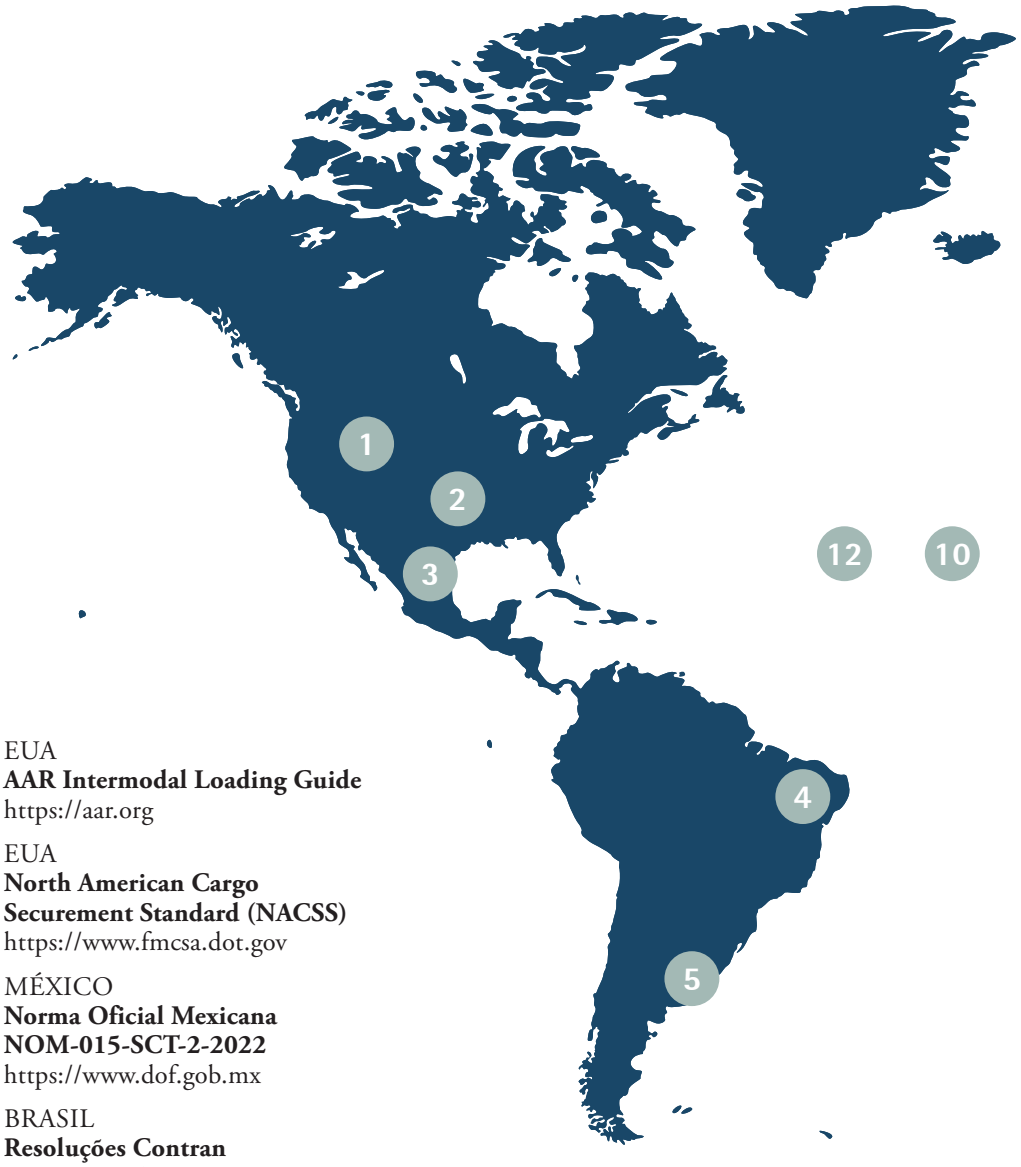
Modelo STF en dispositivo de amarre



Modelo LC en dispositivo de amarre



Normas técnicas de estiba y



1 EUA
AAR Intermodal Loading Guide
https://aar.org

2 EUA
North American Cargo Securement Standard (NACSS)
https://www.fmcsa.dot.gov

3 MÉXICO
Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT-2-2022
https://www.dof.gob.mx

4 BRASIL
Resoluções Contran Amarração das Cargas
https://in.gov.br

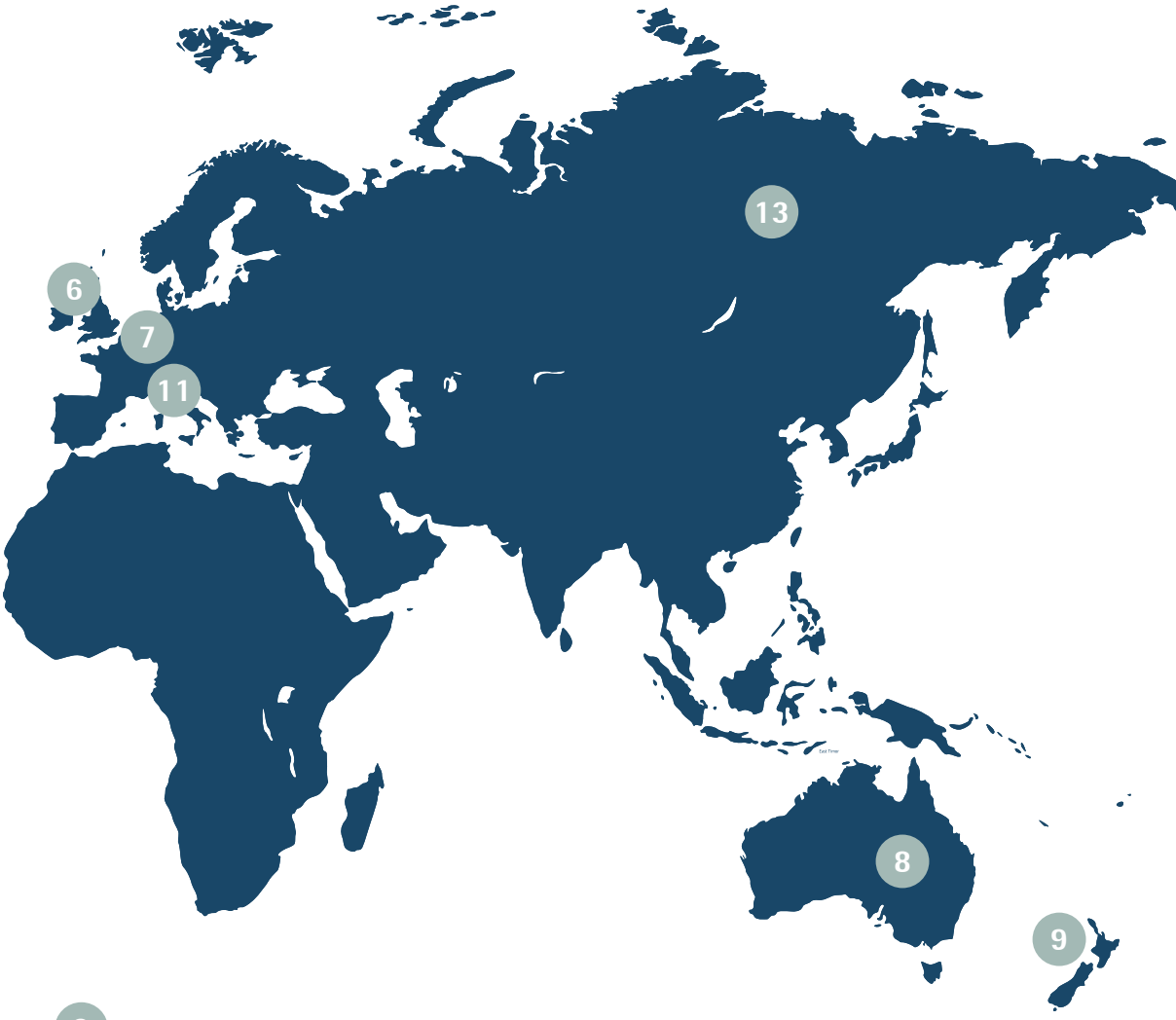
5 ARGENTINA
IRAM 5379
https://cie.gov.ar

6 REINO UNIDO
Securing Loads on HGVS and Goods Vehicles
https://www.gov.uk

7 ALEMANIA
VDI 2700 Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Berechnung von Sicherungskräften - Grundlagen
https://www.vdi.de

8 AUSTRALIA
Load Restraint Guide
https://www.ntc.gov.au

sujeción según modo y continente



9 NUEVA ZELANDA
Truck Loading Code
https://www.nzta.govt.nz

10 INTERNACIONAL
Código CTU 2014 IMO ILO UNECE. Intermodal en contenedor
https://unece.org

11 EUROPA
Guías basadas en la norma europea EN 12195-1
https://www.iru.org
https://op.europa.eu

12 INTERNACIONAL
Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS Code)
https://www.imo.org

13 INTERNACIONAL
UIC Loading Guidelines
https://uic.org

Nota de la editorial

El contenido de esta obra es fundamentalmente informativo y didáctico. En ningún caso se debe considerar sustitutivo o alternativo de las legislaciones y normativas sobre sujeción de cargas de ámbito nacional e internacional, que son las que siempre deben aplicarse para adoptar en cada caso las medidas apropiadas de seguridad en el transporte, con independencia de cualquier recomendación que se pueda dar en esta obra.

La editorial y los autores no garantizan la exactitud ni la veracidad de los datos contenidos en esta obra, ni ofrecen ningún tipo de garantía implícita ni explícita, ni asumen responsabilidad civil alguna sobre daños o perjuicios que puedan acaecer por el uso de dichos datos. Habida cuenta de que los cálculos técnicos expuestos se basan en directrices y recomendaciones de organizaciones internacionales, cualquier cálculo que el lector realice deberá ser cotejado con su fuente de origen, con independencia de lo indicado en la obra.

Prefacio

En 2015, una serie de profesionales independientes —entre los cuales se encuentran los autores de la presente obra— se reunieron para constituir el Instituto para la Seguridad en las Cargas (ISEC).

El ISEC nació con el objetivo de fomentar la seguridad en el transporte a través de la auditoría, consultoría, formación e información sobre los procesos de carga, estiba y sujeción de la misma.

Fruto de ese afán por mejorar la seguridad en el transporte de mercancías, los autores de este libro se han reunido para compartir sus conocimientos sobre un área poco conocida, el cálculo de sujeción de la carga. El resultado es esta obra, que incluye múltiples ejemplos que permiten familiarizarse con situaciones reales de aplicación práctica.

Introducción

La presente obra trata sobre el cálculo de sujeción de la carga de mercancías conforme a dos reglamentaciones técnicas, cuyas versiones en vigor a fecha de redacción de la misma son las siguientes:

- EN 12195-1:2010. Dispositivos para la sujeción de la carga en vehículos de carretera. Seguridad. Parte 1: Cálculo de las fuerzas de fijación.
- Código de prácticas OMI/OIT/CEPE-Naciones Unidas sobre la arrumazón de las unidades de transporte (código CTU 2014).

La primera, redactada por el comité técnico CEN/TC 168 del Comité Europeo de Normalización (CEN), es obligatoria en la mayoría de países de la Unión Europea a raíz de la trasposición a la normativa nacional de la Directiva 2014/47/EU. En el caso de España, esta trasposición fue llevada a cabo en el Real Decreto 563/2017 de 2 de junio, por el que se regulan las inspecciones técnicas en carretera de vehículos comerciales que circulan en territorio español.

La segunda normativa, redactada por un grupo de expertos de la Organización Marítima Internacional, la Organización Internacional del Trabajo y la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, es un código de buenas prácticas de ámbito internacional que únicamente se incluye como parcialmente obligatorio para el transpor-

te de mercancías peligrosas por vía marítima (por estar así indicado en el código IMDG), pero no para la carga general, salvo en aquellos países donde pueda ser incorporado al derecho positivo nacional. En cualquier caso, aun no siendo legislación internacional armonizada, es un criterio básico para miles de peritos y comisarios de averías de todo el mundo, por lo tanto, se toma como referencia en los informes periciales utilizados por los jueces para dirimir responsabilidades en un litigio sobre mala estiba.

La EN12195-1 es de aplicación a vehículos de *MMA* (masa máxima autorizada) superior a 3500 kg circulando por territorio europeo, ya sea por carretera o en fases intermodales por mar y ferrocarril (existen excepciones, como Alemania, que cuenta con una norma propia, la VDI 2700). El código CTU es de aplicación para cualquier *UTC* (unidad de transporte de carga) circulando en cualquier parte del mundo y en los modos carretera, ferrocarril o marítimo: contenedores de carga *(freight containers),* plataformas de transbordo rodado *(roll trailers),* vagones de ferrocarril, etc.

La obra ha sido concebida como una herramienta de cálculo de sujeción o trincaje adecuada para prevenir siniestros en el transporte de mercancías; evitando así daños personales o medioambientales y también el consiguiente ahorro de costos derivados de la reparación de los daños, deterioros, demoras, incumplimientos de plazo y otras adversidades.

No existe una normativa internacional armonizada para la sujeción de carga general a bordo de los vehículos. Los Estados Unidos y Canadá cuentan con una normativa propia, del mismo modo que Australia y Nueva Zelanda, siendo el resto de países del mundo muy deficitarios en relación a este tipo de normativa. En cuanto a Latinoamérica, México incorporó a su legislación una norma técnica propia en 2022, la «NMX-D-314-IMNC-2021 Transporte terrestre – Servicios de autotransporte – Especificaciones de seguridad para la sujeción de la carga

que deben cumplir los vehículos que transitan en los caminos del territorio nacional», que es muy similar a la normativa de Norteamérica. En el resto de países latinoamericanos, salvo algunos requisitos legales de tipo técnico en Brasil y Argentina, no se aplican normas específicas de sujeción.

Ante la complejidad de describir en una única obra el desarrollo normativo internacional completo, y ante la diversidad de normas existentes, los autores de este libro han optado por incluir aquellas dos que, a su criterio, ofrecen las opciones de sujeción más seguras.

En países donde no existe normativa alguna de este tipo, como Chile, Colombia, Costa Rica, Bolivia, Ecuador, Nicaragua, Perú, etc., el cumplimiento de las normas de sujeción incluidas en esta obra garantiza un estándar adecuado de seguridad en el transporte. Además, serviría también en muchos de los países que cuentan con normativa propia, ya que los cálculos únicamente afectan a ligeros matices en los coeficientes de aceleración y fricción aplicables, dándose en algunos casos el mismo resultado aplicando normativas diferentes.