ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

INGENIERO INDUSTRIAL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MODELIZACIÓN DE SUJECIÓN Y SEGURIDAD DE CARGAS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

Autor: David Ramírez Nicol
Director: Rafael Pina Barrios

Madrid

Junio 2016

PONTIFICIA UNIVERSITAS COMILLENSIS · MATRITI ·

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. DAVID RAMÍREZ NICOL

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Especificaciones técnicas de modelización de sujección y seguridad de cargas para el transporte de mercancías que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente).*

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

intereses a causa de la cesión.

d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusive del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a ……10…. de ……Junio…... de ……. 2016

ACEPTA

Fdo……

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título Especificaciones técnicas de Modelización de sujeción y seguridad de cargas para el transporte de mercancías en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2º Máster es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: David Ramírez Nicol Fecha: 09/ 06/ 2016

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: EL INGENIERO INDUSTRIAL Fdo.: R. PIÑA Colegiado nº 8.509 Fecha: 13…/ 06…/ 2016……

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

Fdo.: Fecha: ……/ ……/ ……

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

INGENIERO INDUSTRIAL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MODELIZACIÓN DE SUJECIÓN Y SEGURIDAD DE CARGAS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

Autor: David Ramírez Nicol
Director: Rafael Pina Barrios

Madrid

Junio 2016

PONTIFICIA UNIVERSITAS COMILLENSIS · MATRITI ·

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MODELIZACIÓN DE SUJECIÓN Y SEGURIDAD DE CARGAS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

Autor: Ramírez Nicol, David

Director: Pina Barrios, Rafael

Entidad Colaboradora: Dimensia

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto abordado consiste en realizar las especificaciones técnicas para la consecución de un programa informático que permita mejorar la sujeción y la seguridad de las cargas en el transporte de mercancías por carretera, basándose en la norma española UNE-EN 12195-1:2010.

El programa facilitará al cargador un informe completo en el que se publicarán los datos necesarios para evitar errores. Estos informes se denominan *FICHAS DE ESTIBA*, y son una o varias hojas en las que se plasman los datos básicos para realizar la estiba de una mercancía en concreto. Estas fichas suelen llevar gráficos en los que se indica al cargador la distribución.

Para llegar a dicha Ficha de Estiba, el usuario del programa debe rellenar los datos correspondientes a su vehículo utilizado y a la carga que desea transportar. Con estos datos, el programa realiza los cálculos pertinentes, recomienda un tipo de trincaje al usuario y devuelve además el número de amarres necesarios o las fuerzas correspondientes al tipo de trincaje elegido.

El programa que se ha desarrollado va dirigido a empresas de transporte, camioneros, la guardia civil, inspectores… Todos ellos se podrán beneficiar de su uso. Por un lado los camioneros o transportistas podrán utilizarlo para asegurarse de que sujetan bien las cargas que vayan a transportar, y por otro lado los inspectores y la Guardia Civil podrán utilizarlo para realizar los diferentes controles de seguridad necesarios en carretera y asegurarse que se cumple con las normas UNE.

Situado el contexto del proyecto, a continuación se expone la motivación real para realizarlo.

En primer lugar es importante cubrir la laguna existente en la que hay problemas de seguridad y numerosos accidentes por errores de trincaje. Esta laguna afecta tanto a la seguridad de las personas como a la de las mercancías, por lo que se considera el motivo más determinante para la realización de este proyecto.

Como se menciona a lo largo del proyecto, hoy en día no existe un programa como el que se está realizando, ni en España ni en la mayoría del mundo, por lo que con él se está abriendo un abanico de posibles mejoras en el sistema de transporte de cargas.

Se muestra a continuación una tabla en la que se recogen el número de vehículos del tipo que interesa para este proyecto, los cuales han intervenido en accidentes de algún tipo en un año natural, para corroborar los comentarios anteriores.

Vehículos, según tipo, que han intervenido en los accidentes, en función de su gravedad. Año 2014

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULOS					
	TOTAL GENERAL		VÍAS INTERURBANAS		VÍAS URBANAS	
	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales
Furgoneta	10.040	163	4.506	129	5.534	34
Camión <=3.500 kgsin remolque	1.906	32	902	20	1.004	12
Camión <=3.500 kgcon remolque	8	0	7	0	1	0
Camión >3.500 kg sinremolque	2.260	101	1.546	82	714	19
Camión >3.500 kg con remolque	43	3	35	3	8	0
Tractocamión (cabeza tractora)	492	37	426	36	66	1
Vehículo articulado	1.518	100	1.427	96	91	4
TOTAL	**16.267**	**436**	**8.849**	**366**	**7.418**	**70**

Vehículos que han intervenido en accidentes [www.dgt.es]

Es impresionante si se habla de los números que se detallan en la tabla anterior, porque como se puede apreciar, 16.267 accidentes de camiones y furgonetas en un año natural son una barbaridad.
Y si se relacionan esos números con los siguientes datos conocidos, se puede ver lo siguiente:

- ¼ de los accidentes de camiones son por mala sujeción de carga. Por lo tanto se puede hablar de que unos 4070 accidentes con camiones y furgonetas involucradas se produjeron por mal trincaje de cargas.

- ¾ de los camiones van con las cargas mal colocadas o trincadas. Por lo tanto, sabiendo que hay casi 5.000.000 de camiones y furgonetas en España, se puede decir que casi 4.000.000 irían creando cierto peligro en la sociedad.

Estas cantidades mencionadas son inaceptables a nivel de seguridad para un país desarrollado.

Desarrollo del Proyecto:

En primer lugar, para el desarrollo del proyecto, se ha tenido que asistir a un curso de formación sobre la estiba para desarrollar los conocimientos necesarios para el abordaje del proyecto. A continuación se pasó al estudio de la normativa correspondiente y al descifrado de los puntos relevantes para el desarrollo del programa.

Una vez se había entendido dicha norma, había que empezar a realizar su especificación para que finalmente se pudiera enviar a los programadores la información suficiente para dar comienzo al desarrollo informático.

Para la especificación se han tenido que realizar diversas tareas complejas que al juntarlas, se forma la especificación completa. Dichas partes o tareas han sido: Definición de variables, formulación de pantallas, definición de pantallas, cálculos necesarios con sus respectivas formulaciones…

A medida que se iba avanzando la especificación, aparecían ciertos problemas que había que solucionar. Uno de los más importantes fue que se quería que el programa devolviese al usuario un tipo de trincaje recomendado aunque luego el usuario utilizara uno diferente. Para definir un tipo de trincaje recomendado para cada tipo de carga, se ha tenido que acudir a ciertas guías europeas y estudiarlas a fondo para poder dar una recomendación factible basada en las experiencias de profesionales. Tales guías fueron:

- Guía Europea de las mejores prácticas
- IRU (International Road-Transport Union)

Una vez se iban teniendo las diferentes partes de la especificación juntas, se empezaron a mandar a los programadores. A partir de ese punto, los programadores han ido pidiendo ayuda para entender la especificación y han ido aportando ideas para la mejora del programa.

A lo largo del proyecto también surgió otro gran problema. El diseñador gráfico no había realizado las tareas correspondientes y hubo que desarrollar con AutoCAD una gran cantidad de diseños que se querían incluir en el programa. Estos diseños sirven de apoyo a los usuarios del programa para visualizar mejor la forma de trincaje en el vehículo.

Finalmente, superados todos los problemas, se ha podido realizar una versión digna del programa y se pretende que sirva de base en proyectos futuros para conseguir realizar el programa de carga más completo existente a nivel mundial.

Por el momento el programa realiza cálculos para el transporte de mercancías por carretera, básicamente en camiones o furgonetas, pero se pretende ampliar con dichos proyectos futuros a transporte en trenes, transporte por mar e incluso por aire.

Estas modificaciones dan para proyectos completos y complejos, ya que cada tipo de transporte tiene diferentes normas vigentes y diferentes métodos de cálculo.

MODEL TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR THE SAFETY AND SECURITY OF LOADS IN ROAD TRANSPORT

PROJECT SUMMARY

The addressed project consists on performing the technical specifications to achieve a computer program that allows better safety and security of loads in road transport, based on the Spanish standard UNE-EN 12195-1:2010.

The program will provide a full report to the charger. In such report, the necessary data to avoid errors will be included. These reports are called Stowage Card / Sheet, and they are formed by one or more sheets in which the basic and relevant data is captured for stowage of particular goods. These sheets usually have different charts that indicate the charger how to load the truck.

To achieve this Stowage Card or sheet, the program user has to fill in the corresponding data of his/her vehicle and of the load he/she is willing to transport. With this data, the program performs the relevant calculations, recommends the user a specific type of lashing to use, and also returns the number of needed lashes or the corresponding forces to the type of lashing chosen.

The program that has been developed is aimed at transport companies, truck drivers, civil guards, policemen, inspectors…
They can all benefit from its use. On the one hand, truck drivers or carriers may use it to ensure that the transported loads are properly secured in the vehicle, and on the other hand, inspectors or the police can use it to perform several necessary security controls and check or make sure if the load securing meets the UNE standards.

Having already located the context of the project, the real motivation to perform this project is exposed in the following paragraphs.
First it is important to fill in the existing gap that there is regarding security problems and the high number of accidents due to lashing errors. This gap affects the safety of not only people, but also of the transported loads, so that is why this reason is considered the most crucial one regarding the realization of this project.

As mentioned throughout the project, nowadays there is no such program as the one that is being done, neither in Spain nor in most of the world, so with it, we are opening a full range of possible future improvements in the load transport system.

In the following, a table in which the number of accidental vehicles (Of the ones interesting for this project) is shown below. It has data of the number of certain vehicles that have participated or been involved in accidents of some kind during a natural year (2014). This table is shown in order to corroborate the comments from the former paragraphs.

Vehículos, según tipo, que han intervenido en los accidentes, en función de su gravedad. Año 2014

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULOS					
	TOTAL GENERAL		VÍAS INTERURBANAS		VÍAS URBANAS	
	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales
Furgoneta	10.040	163	4.506	129	5.534	34
Camión <=3.500 kgsin remolque	1.906	32	902	20	1.004	12
Camión <=3.500 kgcon remolque	8	0	7	0	1	0
Camión >3.500 kg sinremolque	2.260	101	1.546	82	714	19
Camión >3.500 kg con remolque	43	3	35	3	8	0
Tractocamión (cabeza tractora)	492	37	426	36	66	1
Vehículo articulado	1.518	100	1.427	96	91	4
TOTAL	**16.267**	**436**	**8.849**	**366**	**7.418**	**70**

Vehicles that have been involved in accidents [www.dgt.es]

It is impressive when speaking of the numbers listed in the table from above, because as you can see, 16.267 accidents between trucks and vans in a natural calendar year are outrageous. And if you relate those numbers with the following known data, you can see the following results:

- ¼ of the truck accidents are due to poor load securing. So you can say that about 4070 accidents involving trucks and vans were caused by a dab lashing of the transported load.

- ¾ of the trucks drive with their loads misplaced or not lashed properly. Therefore, knowing that there are nearly 5.000.000 trucks and vans in Spain, we can say that almost 4.000.000 of them are driving creating certain dangers to society.

These mentioned amounts are unacceptable for the general level of security of a developed country like Spain.

Project Development

In first place, for the development of the project, I have had to attend a training course on stowage, in order to develop the necessary knowledge to approach the project.
Then we went into the study of the relevant regulations and the decryption of the different relevant points for the development of the program.

Once the regulations were understood, we had to start to do the specification in order to finally send the programmers plenty information to be able to start off the computer developing.

For the specification, we have had to perform several complex tacks that when bringing them together, they form a complete specification. These parts or tacks were: Definition of variables, screens' formulations, screens' definitions, necessary calculations with their respective formulations…

As the specification was advancing, certain problems that had to be solved quickly started to appear. One of the most important ones was that we wanted the program to give the user a recommendation of what type of lashing he/she had to use, even though the user decided to use a different one in the end. To define a recommended type of lashing for each type of load, we have had to look into certain European guidelines and study them in depth to in order to give a feasible recommendation based on the experience of professionals. Such guidelines were:

- European Best Practices Guide
- IRU (International Road-Transport Union)

Once we started to have the different parts of the specification together, we began to send them to the programmers. From that point, programmers have been continuously asking for help to understand completely the specifications and they have also been contributing with ideas for the improvement of the program.

Throughout the project we also came up with another big problem. The graphic designer had not performed his tasks as we wanted, so we had to develop by ourselves a great amount of AutoCAD designs that were supposed to be included in the program. Those designs provide support to the program users in order to help improve the experience and visualize better the way they have to do the lashing in the vehicle.

Finally, after overcoming all problems, we were able to make a decent version of the program and it is intended that it serves as a basis for future projects in order to create the most complete loading and lashing program in the world.

At the moment the program performs calculations for the transport of goods by road, mainly in trucks or vans, but it is intended that we extend this range in those future projects to rail transport, sea transport or even air transport.

These modifications provide enough issues in order to complete complex projects, as each type of transport has different standards and different calculation methods.

ÍNDICE

1. MEMORIA 3

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA 5

1.1.1 CONTEXTO Y MOTIVACIÓN 7

1.1.2 DATOS DE LA AUTOMOCIÓN, CAMIONES 8

1.1.3 ESTADO DE LA CUESTIÓN 13

1.1.4 INTRODUCCIÓN A LA ESTIBA / TRINCAJE..... 23

1.1.5 GUÍAS DE RECOMENDACIONES DE TRINCAJE..... 26

GUÍA EUROPEA……..……..……...……... 27

IRU……..……... 29

1.2 ESPECIFICACIÓN Y CÁLCULOS 31

1.2.1 VARIABLES DEL PROGRAMA 33

1.2.2 CÁLCULOS TEÓRICOS DE LOS TIPOS DE TRINCAJE 43

1.2.3 ESPECIFICACIÓN DE TRINCARGA 53

PANTALLAS DEL PROGRAMA…….…....…….55

FORMULACIÓN PANTALLAS DEL PROGRAMA……..……..……69

HOJAS DE CÁLCULO PARA EL PROGRAMA…….…....…….85

FORMULACIÓN HOJAS DE CÁLCULO……...……..…95

1.3 BIBLIOGRAFÍA, REFERENCIAS 109

2. ANEXOS 113

2.1 IMÁGENES REALIZADAS EN AUTOCAD 3D..... 115

2.2 HOJAS DE CÁLCULOS COMPLETAS INICIALES..... 153

2.3 TABLAS ADICIONALES NECESARIAS 163

2.4 IMÁGENES DEL PROGRAMA. VERSIÓN JUNIO '16 173

1. MEMORIA

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1 CONTEXTO Y MOTIVACIÓN

Con este proyecto se trata de realizar las especificaciones técnicas de un programa informático de trincaje de cargas de transporte por carretera. Servirá para conseguir que los camiones tengan las cargas correctamente sujetas y para que los cargadores realicen una estiba correcta. El programa facilitará al cargador un informe completo en el que se publicarán los datos necesarios para evitar errores. Estos informes se denominan *FICHAS DE ESTIBA*, que consisten en una o varias hojas donde se plasman los datos básicos para realizar la estiba de una mercancía en concreto. Estas fichas pueden cumplimentarse con gráficos en los que se indica al cargador la distribución.

El programa que se ha desarrollado va dirigido a empresas de transporte, camioneros, la guardia civil, inspectores… Todos ellos se podrán beneficiar de su uso. Por un lado los camioneros o transportistas podrán utilizarlo para asegurarse de que sujetan bien las cargas que vayan a transportar, y por otro lado los inspectores y la Guardia Civil podrán utilizarlo para realizar los diferentes controles de seguridad necesarios en carretera. De este modo cada estamento se asegura de un correcto cumplimiento de las normas UNE.

Situado el contexto del proyecto, a continuación se expone la motivación real para realizarlo.

En primer lugar es importante cubrir la laguna existente en la que hay problemas de seguridad y numerosos accidentes por errores de trincaje. Esta laguna afecta tanto a la seguridad de las personas como a la de las mercancías. Este ha sido el motivo más determinante para la realización de este proyecto.

Como se mencionará en el estado de la cuestión, hoy en día no existe un programa como el que se pretende hacer, ni en España ni en la mayor parte del mundo.

Sólo en España hay unos de 5.000.000 de camiones y furgonetas que puedan llevar cargas, por lo que el posible mercado al que se puede vender el proyecto es muy amplio. Este sector de la industria es conocido como uno de los más competitivos por el continuo desarrollo o el continuo crecimiento al que está sometido. España además es detrás de Alemania el país europeo que más vehículos industrializa, por lo que debería mantener su alto nivel de competitividad con respecto a los demás países implantando todas las posibles mejores disponibles → Este programa de trincaje sería una de las mejoras.

Por otro lado, en la actualidad los trincajes de carga se realizan según la experiencia de los cargadores. Este dato también debería cambiar en favor de los cursos de estiba disponibles en diversas empresas. Se pretende que los cargadores realicen un curso de estiba y posteriormente apliquen sus conocimientos al realizar los trincajes de cargas, ayudándose del programa que se ha desarrollado a lo largo de este estudio.

Por último, al realizar el trincaje inadecuado, se pierde una gran cantidad de tiempo y los costes aumentan. Estos parámetros también se mejorarían aplicando los resultados de los informes que sacará el programa. Con el siguiente ejemplo se puede aclarar este punto:

Ej → Un cargador no sabe cuántos amarres tiene que colocar, ni cómo colocarlos. Por lo tanto decide poner 14 amarres en vez de los 4 necesarios si se siguiera la norma UNE adecuada. Cada amarre hay que tensarlo bien y al hacerlo 14 veces se pierde mucho tiempo, además del coste de utilizar cada uno de ellos.

1.1.2 DATOS DE LA AUTOMOCIÓN, CAMIONES

Como es mundialmente conocido, el mundo de la automoción es un mundo muy complicado y exigente. La competencia en el sector es tan alta que cualquier mínimo detalle importa a la hora de ser mejor que la competencia. Además en cuanto a la seguridad del sector, cualquier error o fallo, no importa lo pequeño que sea, puede poner en peligro a cualquier persona que vaya por las vías, ya sean peatones, conductores o pasajeros de vehículos.

En este apartado se pretenden mostrar los datos necesarios para tener en cuenta los rangos y dimensiones del proyecto.

En primer lugar se van a mostrar las diferentes matriculaciones que se producen en España de los vehículos que son de interés para el proyecto: Industriales ligeros, industriales medios, industriales pesados, pesados rígidos y tractocamiones. Siguiendo el orden mencionado se exponen las diferentes tablas [tablas 1 a 5]. Dichas tablas comparan los primeros 4 meses de los años 2015 y 2016.

MATRICULACIONES DE VH. INDUSTRIALES LIGEROS >3,5 <=6 TN. ENERO-ABRIL

MARCA	2016	2015	% Cto.
FIAT	2	8	-75,0%
FORD	1	2	-50,0%
ISUZU	5	6	-16,7%
IVECO	35	48	-27,1%
MERCEDES	35	22	59,1%
MITSUBISHI	11	9	22,2%
NISSAN	48	46	4,3%
PEUGEOT	2	1	100,0%
RENAULT	2	1	100,0%
RENAULT TRUCKS	33	12	175,0%
VOLKSWAGEN	10	3	233,3%
Total	184	158	16,5%

Tabla 1. Vh Ligeros [www.anfac.es]

Se puede observar que en términos de matriculaciones de vehículos industriales ligeros (tabla 1), se ha producido un aumento general del 16,5 % este año y dado que estos vehículos son generalmente camiones, se transforma en un sector atractivo objeto de estudio en el proyecto.

MATRICULACIONES DE VH. INDUSTRIALES MEDIOS >6 <=16 TN. ENERO-ABRIL			
MARCA	2016	2015	% Cto.
DAF	42	30	40,0%
ISUZU	28	27	3,7%
IVECO	607	409	48,4%
MAN	54	48	12,5%
MERCEDES	85	66	28,8%
MITSUBISHI	39	2	1850,0%
NISSAN	96	53	81,1%
RENAULT TRUCKS	186	113	64,6%
UROVESA	1	1	0,0%
VOLVO	42	31	35,5%
Total	1.180	780	51,3%

Tabla 2. Vh medios [www.anfac.es]

Se puede observar en la tabla 2 que en términos de vehículos industriales de tamaño medio hay un crecimiento importante del 51,3 % en el último año, y por lo que respecta al proyecto, son números excelentes dado que cada vez hay más flotas de camiones que puedan colaborar instalando el programa de trincaje.

MATRICULACIONES DE VH. INDUSTRIALES PESADOS >16 TN(1). ENERO-ABRIL			
MARCA	2016	2015	% Cto.
DAF	883	622	42,0%
IVECO	1.073	765	40,3%
MAN	723	625	15,7%
MERCEDES	736	832	-11,5%
RENAULT TRUCKS	811	616	31,7%
SCANIA	1.189	792	50,1%
VOLVO	936	846	10,6%
Total	6.351	5.098	24,6%

Tabla 3. Vh pesados [www.anfac.es]

Se puede observar que en términos de matriculaciones de vehículos industriales pesados (tabla 3), se ha producido un aumento general del 24,6 % este año y dado que estos vehículos son generalmente camiones, sigue siendo un sector atractivo objeto de estudio en el proyecto.

MATRICULACIONES DE VH. INDUSTRIALES PESADOS RÍGIDOS >16 TN. ENERO-ABRIL			
MARCA	2016	2015	% Cto.
DAF	60	41	46,3%
IVECO	218	162	34,6%
MAN	77	47	63,8%
MERCEDES	122	59	106,8%
RENAULT TRUCKS	163	133	22,6%
SCANIA	148	116	27,6%
VOLVO	142	73	94,5%
Total	930	631	47,4%

Tabla 4. Vh pesados rígidos [www.anfac.es]

Se puede observar en la tabla 4 que en términos de vehículos industriales de pesados rígidos hay un crecimiento importante del 47,4 % en el último año, y por lo que respecta al proyecto, son números excelentes dado que cada vez hay más flotas de camiones que puedan colaborar necesitando e instalando el programa de trincaje.

MATRICULACIONES DE TRACTOCAMIONES. ENERO-ABRIL			
MARCA	2016	2015	% Cto.
DAF	823	581	41,7%
IVECO	855	603	41,8%
MAN	646	578	11,8%
MERCEDES	614	773	-20,6%
RENAULT TRUCKS	648	483	34,2%
SCANIA	1.041	676	54,0%
VOLVO	794	773	2,7%
Total	5.421	4.467	21,4%

Tabla 5. Tractocamiones [www.anfac.es]

Por último se puede observar que en términos de matriculaciones de los tractocamiones (tabla 5), se ha producido un aumento general del 21,4 % este año y dado que estos vehículos son camiones, se puede estudiar como parte de un sector atractivo para el desarrollo del proyecto.

En la siguiente tabla se pueden observar los datos numéricos precisos extraídos de la Dirección General de Tráfico (DGT) se los diferentes permisos de conducir que la gente tiene actualmente en España en vigor.

Censo de conductores distribuido por clases y antigüedad

CLASES	'Anterior 2008	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total permisos
A	6453	378	441	386	501	220	224	249	8852
A1	930	199	138	189	327	664	3776	6751	12974
A2	30	0	12	226	263	320	417	723	1991
AM	1059706	34861	6355	9932	9518	17977	21124	20603	1180076
B	15076724	749156	566675	406215	390201	376923	345312	357228	18268434
B,A,A2	2817913	68685	90242	129935	98597	34625	43537	52101	3335635
B,A1	203290	5560	5121	4570	4671	5313	5660	6626	240811
B,B+E	226150	12069	9358	2501	1622	1963	1647	1501	256811
B,B+E,A,A2	358127	3535	4090	2779	2113	1329	1207	1103	374283
B,B+E,A1	10172	291	252	143	196	207	208	192	11661
BTP	88219	9414	8043	17275	17039	13502	12775	14172	180439
C	109682	24927	18507	22284	17504	14781	11405	12123	231213
C,A,A2	54548	11855	11549	15155	12394	6810	6505	7409	126225
C,A1	3384	559	416	480	362	346	298	344	6189
C,B+E	1523	303	211	289	240	209	168	166	3109
C,C+E	194473	10767	8389	9999	8596	8282	7246	7113	254865
C,C+E,A,A2	179050	6604	6850	9203	7431	4664	4768	4959	223529
C1	87577	150	119	221	190	167	143	121	88688
C1,A,A2	75448	736	887	1142	761	253	341	382	79950
C1,A1	3445	10	8	20	17	13	9	5	3527
C1,B+E	1420	52	47	49	25	43	28	19	1683
C1,C1+E	32080	15	4	154	155	257	533	205	33403
C1,C1+E,A,A2	13017	141	181	234	185	197	282	186	14423
D	22349	5857	3908	5807	4933	3910	2890	2897	52551
D,A,A2	11340	2793	2209	3736	3053	1984	1669	1812	28596
D,A1	538	128	69	106	85	59	61	43	1089
D,B+E	333	73	50	75	61	43	31	30	696
D,B+E,A,A2	204	34	21	39	28	15	19	20	380
D,C+E	75	4	4	2	4	2	6	9	106
D,C+E,A,A2	67	4	2	2	3	3	5	10	96
D,D+E	212484	3605	2956	3126	2686	2315	1962	1724	230858
D,D+E,A,A2	258324	5464	5791	7271	4847	2714	2766	2613	289790
D1	287	29	21	47	43	31	32	21	511
D1,A,A2	34	4	4	3	7	6	11	5	74
D1,A1	14	1	1	2	5	2	2	0	27
D1,B+E	20	0	0	1	1	0	1	1	24
D1,C+E	1	0	0	0	0	0	0	0	1
D1,D1+E	725	13	9	17	6	18	12	12	812
D1,D1+E,A,A2	202	25	20	30	22	20	47	59	425
Otras	165586	14095	20137	126072	113122	85289	70937	64826	660064
TOTAL	**21275944**	**972396**	**773097**	**779717**	**701814**	**585476**	**548064**	**568363**	**26204871**

Tabla 6. Censo permisos de conducir [www.DGT.es]

Como se puede apreciar en la tabla 6 del censo de permisos, si se suman los permisos en vigor de posibles conductores de camiones, se puede ver que hay aproximadamente 2 millones de personas que pueden llevar vehículos considerados camiones que puedan

utilizar el programa desarrollado en este proyecto para mejorar su experiencia de trincaje y carga del propio vehículo.

Además de esos cerca de 2 millones de conductores de camiones o derivados, existe otra gran cantidad de conductores (~21 millones) que pueden llevar furgonetas con permisos normales de conducir (B) por lo que como se puede ver, de las 47 millones de personas que hay en España, hay un buen número de personas con permisos válidos para manejar los vehículos de este calibre.

Para finalizar este apartado, se muestra en forma de tabla la cantidad de camiones y furgonetas que existen en España clasificados por Comunidades Autónomas. Esta tabla está actualizada con fecha de febrero 2016, por lo que el número exacto puede variar pero no de forma ostensible.

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	CAMIONES y FURGONETAS
Andalucía	856203
Aragón	145606
Asturias (Principado de)	88794
Balears (Illes)	131739
Canarias	344075
Cantabria	56275
Castilla y León	270574
Castilla-La Mancha	279472
Cataluña	760580
Comunitat Valenciana	480927
Extremadura	136306
Galicia	244364
Madrid (Comunidad de)	573359
Murcia (Región de)	151774
Navarra (Comunidad Foral de)	77899
País Vasco	182961
Rioja (La)	38777
Ceuta y Melilla	19799
Total	**4839484**

Tabla 7. Número de vehículos [www.dgt.es]

Como se puede apreciar, España disfruta de un servicio excelente de camiones y furgonetas que transportan por carretera grandes cantidades de cargas. Casi 5.000.000 de vehículos que están preparados para realizar una travesía con cargas bien trincadas.

1.1.3 ESTADO DE LA CUESTIÓN

El trabajo se basa en la interpretación técnica de las normas UNE-EN-12195 y UNE-EN-12642 para hacerlo comprensible a los usuarios finales que tienen perfiles muy diferenciados.

En la actualidad apenas existe una herramienta similar a excepción de en Alemania que lo tienen algo desarrollado. En el resto del mundo la estiba se realiza sin control y simplemente con el juicio del cargador, por lo que normalmente hay fallos de seguridad que con el programa que se pretende desarrollar se eliminarían en gran parte.

Ahora mismo en países importantes como Canadá, Estados Unidos y países de Europa occidental como la propia España, no hay ningún programa que permita definir los elementos necesarios para la seguridad en cargas transportadas por carretera. Lo que sí que hay son normas específicas para cada uno de ellos.

A continuación las más importantes actuales:

a) Australia Load Restraint Guide (ALGR 2004)

Esta norma solo es válida en Australia, pero es de las guías más importantes y completas a día de hoy. Entró en vigor en 2004 y se utiliza en todo momento para entender los movimientos de las cargas y las sujeciones que debe tener. Relata que una estiba correcta y segura es de vital importancia para prevenir lesiones o daños en gente o propiedades. La guía proporciona a los conductores, dueños, operarios, fabricantes y proveedores de los principios básicos de seguridad que deberían ser seguidos para asegurar el transporte seguro de cargas.

La norma se divide en dos partes muy diferenciadas, lo que la hace única frente a las otras. En la primera parte se dedica a todos los temas relacionados con lo que importa para los conductores y operarios, y la segunda está dirigida a ingenieros y diseñadores. A pesar de ello, la segunda parte es de interés general. Viene bien tener los conocimientos especificados en esta parte de la guía.

La guía es muy completa y específica (dado que se utiliza sólo en Australia), por lo que es bastante diferente a la utilizada en España que es la UNE 12195.

b) New Zealand Truck Loading Code (NZTLC 2011)

Es una guía bastante específica en cuanto a usos, ya que es sólo válida en Nueva Zelanda, sin embargo a la hora de especificar cargas, es bastante genérica, por lo que no es demasiado útil en caso de buscar una carga específica. Igual que la guía australiana, la guía neozelandesa proporciona a los conductores, dueños y operarios de los principios básicos de seguridad que deberían ser seguidos para asegurar el transporte seguro de cargas.

Como se puede apreciar en esta guía no se hace mención a ingenieros ni diseñadores. Es menos completa que la australiana.

Como punto positivo de esta guía o norma, el código dice que hay otros métodos aceptables para asegurar cargas, siempre y cuando estén certificadas por un ingeniero y las cargas cumplan con los criterios establecidos, por lo que no es tan restrictiva como otras guías.

c) IMO Model course 3.18 & Código ESC. 2001/2011 (transporte marítimo)

Se estudian estos cursos porque son de los más importantes a niveles de transporte en el mundo, pero a diferencia de las otras guías mencionadas, estos cursos sirven para el transporte marítimo en vez del transporte por carretera.

Los institutos marítimos y sus profesores pueden utilizar estos cursos para facilitar el conocimiento de uso de la tecnología marítima. Los citados cursos incluyen estándares para aprender a realizar la estiba de cargas correctamente. A diferencia de las guías en carretera, los cursos IMO para transporte marítimo tienen gran variedad de temas. Se puede especializar alguien tanto en trincaje de cargas en el mar como en cuidados médicos. Los cursos tienen un rango amplio de temas que en conjunto forman una especia de norma o guía completísima. Estas guías son recomendadas para cualquier empresa que pretenda transportar una carga por el mar, incluso tiene cursos para ingenieros, por lo tanto a la hora de la verdad, no hay ninguna otra guía tan completa como los cursos IMO.

d) UNE-EN 12195-1:2010 (en países europeos)

La UNE-EN 12195-1 es la versión oficial escrita en español de la norma europea 12195-1:2010. Igual que las demás guías anteriores, la guía UNE-EN 12195-1 proporciona a los conductores, dueños y operarios de los principios básicos de seguridad que deberían ser seguidos para asegurar el transporte seguro de cargas.

A diferencia de las otras normas, esta no se centra en cargas específicas, sino que sólo te explica los diferentes tipos de trincaje que hay y las fórmulas necesarias para la resolución y colocación de sujeciones.

Esta norma europea ha sido aprobada por el Comité Europeo de Normalización (CEN), por lo que tiene sugerencias de la mayoría de los países europeos. Además está escrita en 3 idiomas (francés, inglés y alemán), todos ellos versiones oficiales. El CEN está compuesto por miembros de los siguientes países:

Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

- Las normas UNE están elaboradas por AENOR y tienen las siguientes variantes:
- UNE-EN-12195-1:2011: Sujeción de carga en vehículos de carretera
- UNE-EN-12195-2:2001: Dispositivos de sujeción de carga (cintas)
- UNE-EN-12195-3:2002: Dispositivos de sujeción de carga (cadenas)
- UNE-EN-12195-4:2004: Dispositivos de sujeción de carga (cables de acero)
- UNE-EN-12642:2007: Fijación de carga en vehículos de carretera y aborda la estructura de la carrocería de los vehículos comerciales.
- UNE-EN-49023:1966: Plataformas de madera para transporte de maquinaria.

e) VDI 2700 (Alemania)

El VDI 2700 es una norma europea aplicada en Alemania. Igual que en las guías anteriores, la guía VDI 2700 proporciona a los conductores, dueños y operarios de los principios básicos de seguridad que deberían ser seguidos para asegurar el transporte seguro de cargas. Como todas, expresa en su descripción que una estiba correcta y segura es de vital importancia para prevenir lesiones o daños en gente o propiedades.

A diferencia de otras guías o normas a nivel mundial, esta tiene una característica muy específica, y es que incluye las legislaciones y regulaciones impuestas en Alemania para la correcta estiba de la carga. Además de lo anterior, te explica o ayuda a entender cómo prevenir accidentes o posibles daños, ejemplos solucionados de cálculos de cargas, responsabilidades, etc.

Esta norma es la utilizada por las autoridades alemanas cuando analizan si el transporte de cargas se está realizando de forma correcta. Como se comentó al principio del proyecto, Alemania es el único país que tiene programas algo desarrollados parecidos al que se ha creado en este proyecto.

f) North American Cargo Securement Standard (NACSS): USA, Canadá, Mex

Norma utilizada en América del Norte en la que desde 1994 ha habido colaboración entre representantes del gobierno y de la industria tanto en Estados Unidos como en Canadá. La colaboración se lleva dando mucho tiempo debido a que se busca desarrollar e implementar unos requerimientos y regulaciones uniformes para la seguridad de cargas en el transporte por carretera.

Como bien se sabe, entre EEUU y Canadá hay más de 60 jurisdicciones distintas, por lo que unificar las regulaciones en una solo, es un avance que permite la movilidad total por carretera en todo América del Norte.

Como introducción a lo que dice la NACSS, la seguridad de las cargas en los vehículos es causa de seguridad pública, por lo que está sujeto a regulaciones provenientes del gobierno y regulaciones provenientes de un equipo de la industria.

Además, es diferente a las demás normas no sólo en contenido, sino también en las fórmulas. Utilizando una norma u otra pueden obtenerse diferentes números de amarres a colocar. Esto es debido a que utilizan diferentes coeficientes que los europeos, por lo que trae controversia a mucha gente. ¿Cuál es mejor? La respuesta a esa pregunta no está definida, porque cada persona tiene su opinión. Según las normas, todas son buenas siempre y cuando se cumplan de forma correcta.

Por el momento para este proyecto se ha realizado el programa con la norma europea UNE 12195, y posiblemente en el futuro se amplíe al resto de normas mencionadas anteriormente.

A continuación se mencionan dos datos actuales sobre la mala estiba y el mal trincaje:

- ¼ de los accidentes de camiones son por mala sujeción de cargas, por lo que se podría reducir una buena parte de ellos al hacer una correcta estiba.
- ¾ de los camiones hoy en día llevan las cargas mal sujetas, y aunque no siempre acabe en accidente, es una práctica muy peligrosa.

Los porcentajes anteriores se deben a manipulación incorrecta, embalajes y útiles inadecuados, ausencia de herramientas de ayuda, vehículos sin preparar, ausencia de formación o lo más probable, estiba incorrecta.

Por lo tanto, como se puede apreciar, el proyecto podría mejorar en gran cantidad el número de accidentes de camiones si se desarrolla y utiliza correctamente.

De hecho a continuación se muestran datos precisos extraídos de la Dirección General de Tráfico (DGT) de la cantidad de accidentes y víctimas que se producen cada año debido a vehículos grandes como los camiones. Todas las tablas que a continuación se exponen son de 2014, ya que es el último año del que tienen recopilados todos los datos al completo.

Víctimas de los accidentes según su condición, en vías interurbanas. Año 2014

	Víctimas	Muertos	Heridos hospitalizados	Heridos no hospitalizados
Camión de -3.500 Kg.				
a) Conductores	394	7	45	342
b) Pasajeros	155	4	7	144
Camión de +3.500 Kg.				
a) Conductores	497	18	73	406
b) Pasajeros	110	0	14	96
Tractocamión (cabeza tractora)				
a) Conductores	113	8	15	90
b) Pasajeros	10	2	1	7
Vehículo articulado				
a) Conductores	491	16	60	415
b) Pasajeros	47	2	6	39
TOTAL	**1.817**	**57**	**221**	**1.539**

Tabla 8. Víctimas vías interurbanas [www.dgt.es]

Como se puede apreciar, el número de víctimas por accidentes con camiones es muy elevado en España, ya que 1817 personas han sufrido en 2014 algún tipo de daño en vías interurbanas, o lo que es peor, 57 de esas personas han resultado muertas. Uno de los objetivos de este proyecto es reducir muchos de estos accidentes producidos por estos vehículos para a su vez reducir el número de víctimas de los mismos.

Víctimas de los accidentes según su condición, en vías urbanas. Año 2014

	Víctimas	Muertos	Heridos hospitalizados	Heridos no hospitalizados
Camión de -3.500 Kg.				
a) Conductores	169	1	8	160
b) Pasajeros	71	0	5	66
Camión de +3.500 Kg.				
a) Conductores	101	1	9	91
b) Pasajeros	34	0	1	33
Tractocamión (cabeza tractora)				
a) Conductores	5	0	1	4
b) Pasajeros	0	0	0	0
Vehículo articulado				
a) Conductores	16	1	1	14
b) Pasajeros	1	0	1	0
TOTAL	**397**	**3**	**26**	**368**

Tabla 9. Víctimas vías urbanas [www.dgt.es]

Como se puede apreciar, el número de víctimas por accidentes con camiones es muy elevado en España, ya que 397 personas han sufrido en 2014 algún tipo de daño en vías urbanas, o lo que es peor, 3 de esas personas han resultado muertas. Como se ha mencionado anteriormente, uno de los objetivos de este proyecto es reducir muchos de estos accidentes producidos por estos vehículos para a su vez reducir el número de víctimas de los mismos. Aunque el número de heridos y muertos es bastante inferior en este tipo de vías, se pretenden reducir los accidentes en todas las vías sin distinción alguna.

El principal objetivo que tiene este proyecto es el de mejorar la seguridad de las mercancías y de las personas, eliminando una gran parte de los accidentes producidos por la mala sujeción de cargas. Esta práctica conllevaría grandes beneficios para todos los conductores de camiones y para los demás conductores que se puedan encontrar con ellos en las carreteras. Además de las personas que van a bordo de sus vehículos también cabe destacar que una carga mal trincada es a su vez peligrosa para los peatones de la calle, puesto que pueden salir mal parados de un accidente de un camión o furgoneta que pase cerca de su recorrido.

El otro objetivo principal es el de garantizar a la Guardia Civil que un camión en circulación está cumpliendo las normas UNE específicas para cargas. Esto facilitará mucho su labor, porque en la actualidad, al parar un camión, no tienen forma de saber si la carga va bien sujeta y si tienen las medidas de seguridad suficientes para poder transportar dicha carga hasta su destino.

A modo de resumen de las víctimas que se han producido a cause de estos tipos de vehículos se muestra la siguiente tabla doble que diferencia no sólo el tipo de víctima o el tipo de vía, sino también si era conductor o pasajero. Además informa del número de ocupantes que había en los vehículos.

Ocupantes y víctimas según clase de vehículo en vías interurbanas. Año 2014

CLASES DE USUARIOS	Núm.de ocupantes en los vehículos	NÚMERO DE VÍCTIMAS							
		CONDUCTORES				PASAJEROS			
		Total	Fallecidos	Heridos hospitalizados	Heridos no hospitalizados	Total	Fallecidos	Heridos hospitalizados	Heridos no hospitalizados
Furgoneta	7.121	2.202	55	147	2.000	1.544	49	116	1.388
Camión <=3.500 kg sin remolque	1.198	392	7	45	340	151	4	6	141
Camión <=3.500 kg con remolque	11	2	0	0	2	4	0	1	3
Camión >3.500 kg sin remolque	1.766	488	18	70	400	109	0	14	95
Camión >3.500 kg con remolque	38	9	0	3	6	1	0	0	1
Tractocamión (cabeza tractora)	438	113	8	15	90	10	2	1	7
Vehículo articulado	1.507	491	16	60	415	47	2	6	39
TOTAL	12.067	3.697	104	340	3.253	1.866	48	144	1.674

Ocupantes y víctimas según clase de vehículo en vías urbanas. Año 2014

CLASES DE USUARIOS	Núm.de ocupantes en los vehículos	NÚMERO DE VÍCTIMAS							
		CONDUCTORES				PASAJEROS			
		Total	Fallecidos	Heridos hospitalizados	Heridos no hospitalizados	Total	Fallecidos	Heridos hospitalizados	Heridos no hospitalizados
Furgoneta	6.422	1.077	4	29	1.044	737	1	10	726
Camión <=3.500 kg sin remolque	1.106	169	1	8	160	71	0	5	66
Camión <=3.500 kg con remolque	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión >3.500 kg sin remolque	730	101	1	9	91	34	0	1	33
Camión >3.500 kg con remolque	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Tractocamión (cabeza tractora)	66	5	0	1	4	0	0	0	0
Vehículo articulado	86	16	1	1	14	1	0	1	0
TOTAL	8.420	1.368	7	48	1.313	843	1	17	825

Tabla 10. Víctimas según tipo de vehículo [www.dgt.es]

Para terminar este apartado de todo lo relacionado con las víctimas, se muestra a continuación una tabla en la que se recogen el número de vehículos del tipo que interesa para este proyecto, los cuales han intervenido en accidentes de algún tipo.

Vehículos, según tipo, que han intervenido en los accidentes, en función de su gravedad. Año 2014

TIPO DE VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULOS					
	TOTAL GENERAL		VÍAS INTERURBANAS		VÍAS URBANAS	
	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales	En el total de accidentes con víctimas	En accidentes mortales
Furgoneta	10.040	163	4.506	129	5.534	34
Camión <=3.500 kgsin remolque	1.906	32	902	20	1.004	12
Camión <=3.500 kgcon remolque	8	0	7	0	1	0
Camión >3.500 kg sinremolque	2.260	101	1.546	82	714	19
Camión >3.500 kg con remolque	43	3	35	3	8	0
Tractocamión (cabeza tractora)	492	37	426	36	66	1
Vehículo articulado	1.518	100	1.427	96	91	4
TOTAL	**16.267**	**436**	**8.849**	**366**	**7.418**	**70**

Tabla 11. Vehículos que han intervenido en accidentes [www.dgt.es]

Es impresionante si se habla de los números que se detallan en la tabla anterior, porque como se puede apreciar, 16.267 accidentes de camiones y furgonetas en un año natural son una barbaridad.

Y si se relacionan esos números con los datos que se han dado inicialmente, se puede ver lo siguiente:

- Si ¼ de los accidentes de camiones son por mala sujeción de carga, se puede hablar de que unos 4070 accidentes con camiones y furgonetas involucradas se produjeron por mal trincaje de cargas.
- Si ¾ de los camiones van con las cargas mal colocadas o trincadas, y hay casi 5.000.000 de camiones y furgonetas en España, se puede decir que casi 4.000.000 irían creando cierto peligro en la sociedad.

Habiendo aclarado y mostrado la gran cantidad de víctimas que hay en las carreteras españolas, se entiende la gran importancia que tiene elaborar una herramienta informática que dote de conocimientos a los técnicos formados en cursos de estiba.

De ahí que se analice a continuación la importancia de la seguridad en las cargas.

Seguridad en cargas:

A continuación se muestra una pirámide con los elementos más relevantes para realizar una buena estiba de la carga transportada.

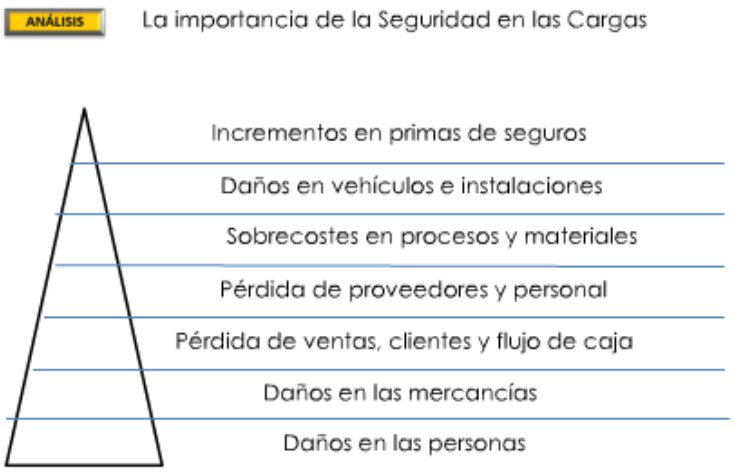


Imagen 1. Pirámide de importancia de seguridad [cuso estiba grupo 'ISIT']

Como es de esperar las personas siempre son lo primero en cuanto a términos de seguridad se refiere. Siempre hay que proteger a las personas de cualquier daño ante todo.

Después vienen los daños materiales de las mercancías transportadas que también son de gran importancia. Una mercancía destrozada puede costar una fortuna y provocar sobrecostes en otras partes de la cadena.

Para evitar todos estos problemas se recomienda que se sigan las guías y recomendaciones y las normas marcadas en cada territorio. Pero siempre hay problemas y se buscan responsables. Por lo que se hace siempre la siguiente pregunta:

¿Quién se hace cargo de la estiba?

En el caso del convenio CMR hay silencio. No se dice nada de forma que se pueda saber con seguridad quién es el culpable en caso de problemas (Ley 15/2009). Art. 47 y 48.

En el artículo 20 se dice que deben ser el cargador y el remitente. El uso y costumbre han hecho que sea el porteador el que realice la estiba en carga general.

En carga de contenedores, el uso y costumbre han hecho que sea el expedidor el encargado de la estiba.

El hecho de no saber quién es el responsable hace que se requiera de ciertos seguros para proteger a las personas de malentendidos. Los tipos de seguros más habituales son los que se mencionan en el siguiente párrafo.

TIPOS DE SEGUROS

- Seguro de Responsabilidad Civil Contractual del Transportista: Protege el patrimonio de los transportistas terrestres por posibles reclamaciones.
- Seguro de daños a la mercancía: válido para cargadores, intermediarios, etc. Indemniza el valor de la factura de daños y pérdidas (vía marítima, terrestre y aérea)
- Combinado Responsabilidad Civil Contractual y Daños: Para transportistas terrestres por carretera

Además de los seguros existen cláusulas y recomendaciones a cómo actuar en caso de problemas.

Cláusulas ICC

Coberturas básicas (C) y otras más amplias (B) o (A) que son las más completas. La estiba está excluida y es un gran problema. Como la estiba no está incluida se producen muchísimos problemas y confusiones que causan pérdidas de tiempo y dinero. Por eso en caso de siniestro se recomienda seguir las pautas que se exponen a continuación.

En caso de siniestro:

- Sacar fotos en el lugar del siniestro
- Bloqueo de la mercancía hasta que llegue el perito
- Preguntar al seguro si puede disponer de mercancía útil
- Juntar la documentación siguiente y enviarla al seguro (B.L. en transporte marítimo, Factura comercial, packing list, albaranes, origen y destino, breve relato de los hechos y fotografías de todo.

Una herramienta muy útil para estos casos es la ***8D***, que es una plantilla que se rellena y recoge los datos principales para evitar confusiones.

1.1.4 INTRODUCCIÓN A LA ESTIBA / TRINCAJE

Para entender bien el proyecto, han de conocerse dos conceptos claves que se están utilizando continuamente a lo largo del estudio. Estos conceptos son la *ESTIBA* y el *TRINCAJE*.

La *ESTIBA* es la operación de mover, colocar y sujetar la mercancía en un medio de transporte para que pueda ser trasladada de modo seguro sin dañarse y sin producir daño alguno a las personas o a las cosas hasta su punto de destino.

Y por otro lado, el *TRINCAJE* es la operación de sujetar firmemente la carga o el elemento que la contiene, de manera que soporte todos los movimientos bruscos que puedan producirse durante el transporte. En ocasiones se confunde con el amarre. Este último consiste en unir dos o más objetos con cintas cables o cuerdas, mientras el trincaje puede hacerse con más elementos.

A continuación se explican brevemente los métodos de trincaje explicados en la Norma UNE-EN 12195-1 2010. La formulación necesaria para los cálculos correspondientes se expondrá en aparados posteriores de la memoria.

Además de las normas hay guías y recomendaciones (fichas de estiba). Algunas importantes como la IRU o la Guía Europea de buenas prácticas, que ayudan a mejorar y completar la norma UNE.

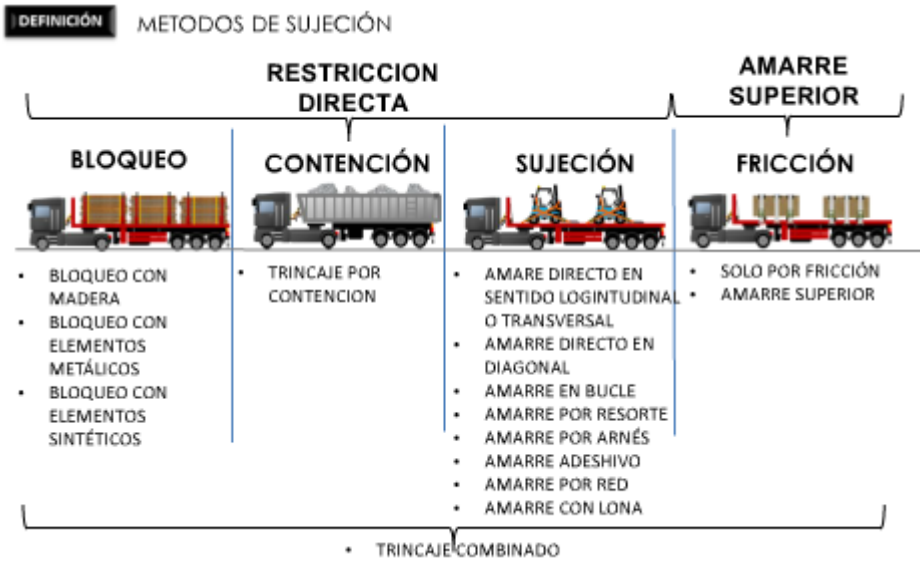


Imagen 2. Tipos de trincaje clasificados [curso estiba grupo 'ISIT']

- **Estabilidad de una carga no sujeta**

La estabilidad de una carga no sujeta se utiliza en caso de no usar amarres. Este cálculo se debe realizar en las direcciones longitudinal y transversal. Es simplemente ver si el rozamiento que se produce por el peso de la carga soportará las fuerzas a las que se induce la propia carga.

- **Bloqueo**

El bloqueo consiste en inmovilizar una o varias cargas mediante bloques que pueden ser de madera u otro material, por lo que se imposibilita el deslizamiento de la carga en la dirección del bloqueo. Hay muchos tipos de bloqueo. El más normal es utilizando simplemente unos bloques de madera que se puedan anclar a la parrilla del camión, pero también puede haber bloqueos con formas específicas que sólo sirvan para transportar una determinada carga. El bloqueo se utiliza mucho en trincajes combinados con amarres superiores o directos.

- **Amarre por rozamiento**

El amarre por rozamiento consiste en añadir una tensión en los dispositivos de sujeción o amarre suficientemente grande y que sea capaz de incrementar la fuerza de rozamiento de la superficie de contacto de la carga. Con ello se evita cualquier tipo de deslizamiento de la carga. Es una técnica en la que hay que poner especial cuidado, pero mientras que el peso y la fricción sean suficientes para superar las fuerzas G, será un método correcto.

- **Amarre directo**

El amarre directo consiste en sujetar o trincar la carga de forma directa al vehículo en el que se transporte. Para este tipo de amarre, la carga debe tener algún tipo de enganche especial o punto homologado que permita este tipo de trincaje. Ejemplo: Un tractor tiene unas anillas a las que puedes enganchar directamente los amarres sin necesidad instalar nada más.

- **Amarre inclinado en dirección longitudinal o transversal**

El amarre inclinado en cualquiera de las dos direcciones mencionadas, requiere de dos dispositivos de amarre exactamente iguales en una dirección. Al colocar los dispositivos simétricos, se producen los mismos ángulos y fuerzas en ambos lados.

- **Amarre en diagonal**

El amarre en diagonal es una mezcla de dos tipos de amarre diferentes. Además es de cálculo más complicado porque añade un ángulo más. Además del ángulo de amarre, ahora también se tienen los ángulos diagonales, que son el ángulo trasversal o el longitudinal.

- **Amarre en bucle**

El amarre en bucle es un tipo de amarre inclinado. La carga se ha de asegurar mediante pares de dispositivos de amarre que realizan un envolvimiento de la carga y se vuelven a trincar en el mismo punto de origen. Esto se debe a que la carga no tiene ningún tipo de fijación sobre la parrilla del camión.

Este tipo de amarre es especial para tubos o bobinas que tienen poca fricción.

- **Amarre con efecto muelle o spring lashing**

El amarre con efecto muelle es un tipo de amarre directo. La gran diferencia entre el amarre con efecto muelle y el amarre directo es que no hay ningún punto de amarre en la carga. Dicha carga no tiene ningún punto especial de enganche para amarrarla al vehículo. El efecto muelle lo que introduce es una eslinga que se ata en las esquinas de la carga, provocando el mismo efecto que un amarre directo.

Este tipo de amarre suele utilizarse como complemento a otros tipos de trincaje y para que la carga ni deslice ni vuelque.

1.1.5 GUÍAS DE RECOMENDACIONES DE TRINCAJE

En este apartado se resumen las principales guías que se han utilizado para poder dar una lista de recomendaciones de trincaje correctas en el programa.

Las principales son 2 guías, mundialmente conocidas, pero además se han introducido en el proyecto recomendaciones de un curso de estiba del grupo ISIT. Este grupo es un grupo de reconocido prestigio en el mundo del trincaje que imparte cursos certificados de varios temas, entre los cuales destaca el trincaje de cargas.

Llegados a este punto, es preciso hacer un resumen sobre las 2 guías que se mencionan más adelante pues de ellas se ha extraído información relevante y útil para el desarrollo del programa informático, y muy para el uso correcto de las prácticas de trincaje. Se trata de las siguientes guías:

- Guía Europea de mejores prácticas sobre sujeción de cargas (versión 2014)
- IRU (International Road-Transport Union).

En realidad la norma une define y formula cada tipo de trincaje, pero no indica el trincaje a utilizar en cada caso, mientras que las dos guías anteriores no formulan nada, pero sí que recomiendan el tipo de trincaje.

Guía Europea

Esta guía se ha realizado por un conjunto de personas con un nivel experto en las materias provenientes de la Dirección General de Movilidad y Transportes. Estas personas expertas se designan por agentes del sector de los estados miembros.

Sus páginas (100) pueden servir de guía o referencia para cualquier entidad que requiera de su uso ya sea pública o privada y participe o no de forma directa. Como se ha comentado anteriormente, el documento no debe tratarse como una norma europea, sino como un conjunto de indicaciones, conocimientos y recomendaciones provenientes de un grupo de expertos que ayudan a realizar prácticas de trincaje seguras.

El documento no tiene carácter vinculante de acto jurídico adoptado por la Unión Europea, pero sí que deberían cumplirse sus métodos y recomendaciones y los encargados del control deberían tomar estas guías como requisitos de seguridad a la hora de realizar estibas en camiones.

Como ocurre en gran número de documentos europeos, a pesar de que esta guía tenga carácter europeo, cada país miembro puede tener ligeras variaciones o incluso tener requisitos extras que no aparecen en el documento. Por lo tanto siempre es recomendable analizar si para la carga específica que vas a transportar vas a necesitar algún requisito marcado por tu país.

La guía se encuentra en internet y se puede descargar de forma gratuita en la Comisión Europea, y contiene los siguientes capítulos como más importantes:

i. Información general previa (contiene diferentes informaciones de normas aplicables o equipamientos necesarios)
ii. Estructura del vehículo de transporte (contiene detalles de las diferentes partes del vehículo de transporte)
iii. Embalaje (contiene diferentes métodos de embalaje que se pueden utilizar a la hora de realizar una correcta sujeción de la carga)
iv. Equipo de sujeción de cargas (contiene los principales equipos de los que se puede disponer a la hora de realizar el trincaje de cargas)
v. Métodos de sujeción (contiene los diferentes métodos que los expertos consideran mejores para diferentes tipos de carga)
vi. Cálculos (contiene diferentes cálculos con ejemplos de diferentes tipos de trincaje)
vii. Comprobación de la sujeción de la carga (contiene diferentes métodos de inspección o evaluación de los trincajes realizados)

Además de esos capítulos contiene alguno más, pero de menor importancia desde el punto de vista técnico. Además contiene una gran cantidad de apéndices con información relevante para optar por una buena práctica de trincaje.

Para entender de dónde deben salir los resultados completos de una buena práctica, debe entenderse que hay una gran cantidad de normas que se pueden aplicar en ciertos casos.

El resumen de las normas a aplicar de las cuales en este proyecto sólo se utiliza la EN 12195-1 para poder calcular las fuerzas de amarre, se muestra en la siguiente imagen:

Norma[5]	Asunto
– EN 12195-1	Cálculo de las fuerzas de amarre
– EN 12640	Puntos de amarre
– EN 12642	Resistencia de la estructura de la carrocería de los vehículos
– EN 12195 -2	Cinchas de amarre de fibras sintéticas
– EN 12195-3	Cadenas de amarre
– EN 12195-4	Cables de acero de amarre
– ISO 1161, ISO 1496	Contenedor ISO
– EN 283	Cajas móviles
– EN 12641	Lonas
– EUMOS 40511	Postes – Puntales
– EUMOS 40509	Empaquetado para transporte

Imagen 3. Conjunto de normas [Imagen extraída de la Guía Europea de buenas prácticas]

Como se puede apreciar, para conseguir un programa completo, sería preciso estudiar todas y cada una de las normas que aparecen en dicha imagen, pero se ha preferido dar un primer paso con la norma más importante de todas ellas. Para futuras versiones del programa se pretenden incorporar las diferentes normas de la imagen para llegar algún día a tener el programa más completo de trincaje en Europa o en el mundo.

IRU (INTERNATIONAL ROAD-TRANSPORT UNION)

Este documento es un código de buenas prácticas del mismo tipo que la Guía Europea estudiada en el punto anterior. El citado documento de 76 páginas ha sido elaborado por la Comisión Internacional de Asuntos Técnicos (CIT) con el fin de proporcionar a la sociedad una guía para el correcto trincaje de cargas de forma segura en transporte por carretera, y se basa en gran parte en la norma UNE-EN 12195-1:2010.

A pesar de haber sido elaborado por el CIT, ha tenido diferentes participaciones importantes para el desarrollo completo. De entre ellas, destaca la autoridad de la Salud y Seguridad de Irlanda (Martin O' Halloran)

Los objetivos principales de esta guía o código son los mismos que los del programa realizado en este proyecto. Se pretenden reducir significativamente los accidentes y víctimas producidas por malas estibas o trincajes deficientes y por otro lado se pretende cubrir el vacío de normas dedicadas a los profesionales del transporte de cargas por carretera.

La guía se encuentra en internet y contiene los siguientes capítulos como más importantes, que como se puede apreciar, son bastante parecidos a los de la Guía Europea:

i. Generalidades
ii. Estructura del vehículo de transporte (contiene detalles de las diferentes partes del vehículo de transporte)
iii. Embalaje (contiene diferentes métodos de embalaje que se pueden utilizar a la hora de realizar una correcta sujeción de la carga)
iv. Sistemas de sujeción de cargas (contiene los principales equipos de los que se puede disponer a la hora de realizar el trincaje de cargas y los diferentes métodos que los expertos consideran mejores para diferentes tipos de carga)
v. Cálculos (contiene diferentes cálculos con ejemplos de diferentes tipos de trincaje)
vi. Inspección de la sujeción de la carga (contiene diferentes métodos de inspección o evaluación de los trincajes realizados)

Además de esos capítulos contiene alguno más, pero de menor importancia desde el punto de vista técnico que supone este proyecto. Además contiene una gran cantidad de apéndices con información relevante para optar por una buena práctica de trincaje.

Como punto a destacar de la guía, los anexos tienen elementos importantes a tener en cuenta. Hay un anexo (III) en el que se expone una guía rápida muy completa para el cálculo de la fijación de cargas para transporte por carretera.

Y por otro lado hay una imagen que puede llegar a ser muy útil para los usuarios del programa desarrollado en este proyecto. Dicha imagen se expone a continuación y muestra los ángulos recomendados para una correcta estiba según el tipo de trincaje que se escoge.

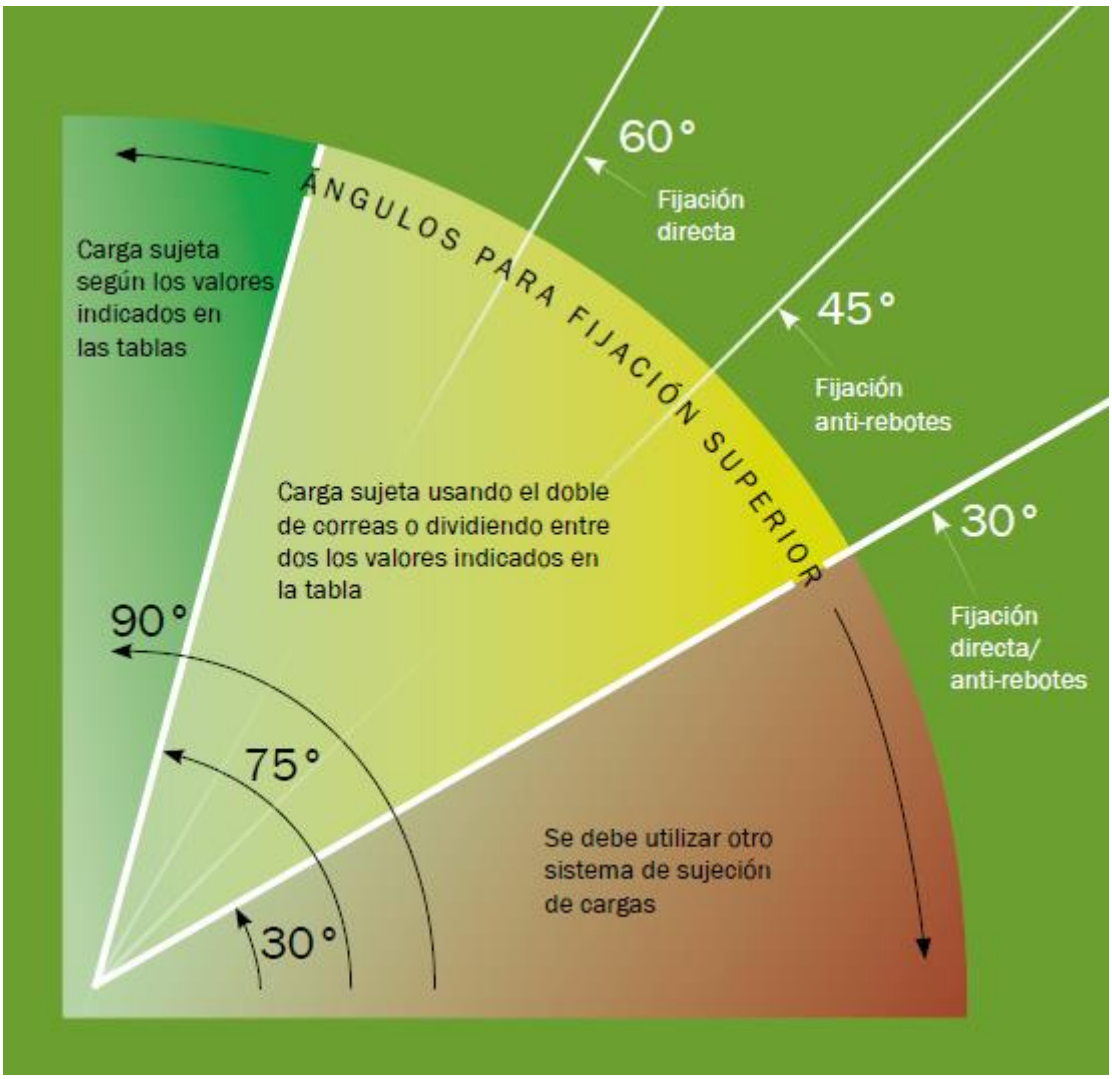


Imagen 4. Ángulos trincaje [Imagen tomada de la IRU]

1.2 ESPECIFICACIÓN Y CÁLCULOS

1.2.1 VARIABLES DEL PROGRAMA

Probablemente sea el paso más importante de todo el proyecto. La definición de las variables es lo primero que el programador analiza cuando se le entrega la especificación del programa.

Las variables definen exactamente cómo va a ser cada uno de los términos a considerar en el programa. Todo debe tener características definidas, porque si no, el programador no tiene una guía concreta y puede cometer errores o hacer suposiciones que estén muy fuera de la realidad.

Por lo tanto y dada la importancia de este apartado, se decidieron hacer dos tablas en las que se recogían absolutamente todas las variables por un lado del programa de trincaje y por el otro de las hojas de cálculos.

De ese modo, los programadores tienen la facilidad de ir revisando la tabla cada vez que tienen que utilizar una variable. Estas tablas se han ido variando o corrigiendo a medida que la especificación se definía con los programadores.

A continuación se exponen las dos tablas por partes. La primera de ellas, como se ha mencionado, contiene todas las variables que aparecen en algún momento en las pantallas del programa. En la segunda sin embargo, se muestran las variables de las hojas de cálculo.

Variables Pantallas:

VARIABLES DE LAS PANTALLAS PROGRAMA DE						
	VARIABLES			FORMATO		
	Símbolo	Nombre	Unidad	N/A/C/F/B	Dígitos	Decimales
PANTALLA 1		Nombre de la Empresa	–	A	50	–
		Nombre del Cargador	–	A	50	–
		Ciudad/País Origen	–	A	30	–
		Dirección/CP Origen	–	A	50	–
		Ciudad/País Destino	–	A	30	–
		Dirección/CP Destino	–	A	50	–
		Familia de Carga	–	C		
		Tipo/Material de la carga	–	C		
		Sentido de la carga	–	C		
		Comentarios del cargador	–	A	200	–
PANTALLA 2		Tipo o forma de carga (importado)	–	C	30	–
		Sentido de la carga (importado)	–	C		
		Material de la carga (importado)	–	C		
		Comentarios de la carga (importado)	–	A	200	–
		Peso Unitario Carga	kg	N	6	–
		Nº Unidades Carga	Uds	N	5	–
		Peso Total Carga	kg	N	6	–
		Largo Carga	m	N	2	1
		Ancho Carga	m	N	2	1
		Altura Carga	m	N	2	1
		Imagen de la Carga	–			
PANTALLA 3		Masa máxima autorizada	kg	N	6	–
		Largo Espacio Carga	m	N	2	1
		Ancho Espacio Carga	m	N	2	1
		Altura Espacio Carga	m	N	2	1
		Material Suelo Zona Carga	–	C		
		μ	Adimensional	N	1	2
		Comentarios material zona carga	–	A	150	–
P. 3bis		Largo Espacio Carga	m	N	2	1
		Ancho Espacio Carga	m	N	2	1
		Parrilla		Hacer separaciones de 25cm x 25cm		
PANT. 4		Trincaje Recomendado	–	A	30	–
		Elección Tipo Trincaje	–	C		
		Comentarios Tipo Trincaje	–	A	200	–
		Imagen Trincaje Elegido	–			

Tabla 12. Variables

VARIABLES DE LAS PANTALLAS PROGRAMA DE

	VARIABLES			FORMATO		
	Símbolo	Nombre	Unidad	N/A/C/F/B	Dígitos	Decimales
PANTALLA 5		Peso Total Carga	kg	N	6	0
	μ	Factor de rozamiento	Adimensional	N	1	2
	f_s	Factor de seguridad	Adimensional	N	1	2
	c_x	Coeficiente de rozamiento longitudinal	Adimensional	C	1	1
	c_y	Coeficiente de rozamiento transversal	Adimensional	C	1	1
	c_z	Coeficiente de rozamiento vertical	Adimensional	N	1	1
	$c_{x,y}$	Coeficiente de rozamiento	Adimensional	C	1	1
		Orientación trincaje	Adimensional	C	30	
	LC	Capacidad del amarre	daN	N	5	0
	STF	Fuerza de tensado STF	daN	N	5	0
	α	Ángulo de amarre	º	N	2	0
	β	Ángulo en diagonal	º	N	2	0
	α1	Ángulo de amarre bucle 1	º	N	2	0
	α2	Ángulo de amarre bucle 2	º	N	2	0
	β1	Ángulo en diagonal bucle 1	º	N	2	0
	β2	Ángulo en diagonal bucle 2	º	N	2	0
		Nº Amarres disponibles	Adimensional	N	2	0
		Imagen aclaratoria ángulos	–			
		Imagen aclaratoria ángulos bucle	–			
PANTALLA 6		Trincaje Recomendado	–	A	30	–
		Elección Tipo Trincaje	–	C		
		Comentarios Tipo Trincaje	–	A	200	–
		Bloqueo	–	A	2	–
		Orientación bloqueo	–	A	15	
		Fuerza de bloqueo	daN	N	5	0
		Fuerza de tensado STF	N	N	5	0
		LC dispositivo de amarre	daN	N	5	0
		Amarres Necesarios	–	N	2	0
		Fuerza de fijación	N	N	6	0
		Imagen Trincaje Elegido	–			
P6		Vista Previa	–	C		
		Guardar Como	–	A/C	30	–
		Imprimir	–	C		
GEN		Mensaje Error	–	A	300	–
		Anterior	–	C		
		Siguiente	–	C		
		Ajustes	–			
		Ayuda	–			
PROTOCOLO		Fecha	–	F	DD/MM/AAAA	
		Número de Protocolo	–	N	6	0

Tabla 13. Variables

VARIABLES DE LAS PANTALLAS

VARIABLES			VALOR POR DEFECTO	VALOR OBLIGATORIO				
Símbolo	Nombre	Unidad		>=	<	>	<=	SL
	Nombre de la Empresa	–						
	Nombre del Cargador	–						
	Ciudad/País Origen	–						
	Dirección/CP Origen	–						
	Ciudad/País Destino	–						
	Dirección/CP Destino	–						
	Familia de Carga	–						
	Tipo/Material de la carga	–						
	Sentido de la carga	–						
	Comentarios del cargador	–						
	Tipo o forma de carga (importado)	–						
	Sentido de la carga (importado)	–						
	Material de la carga (importado)	–						
	Comentarios de la carga (importado)	–						
	Peso Unitario Carga	kg	10000	0			200000	
	Nº Unidades Carga	Uds	1	0			99999	
	Peso Total Carga	kg	10000	0			200000	
	Largo Carga	m	10	0			99	
	Ancho Carga	m	2	0			15	
	Altura Carga	m	1,5	0			20	
	Imagen de la Carga	–						
	Masa máxima autorizada	kg	25000	0			999999	
	Largo Espacio Carga	m	12	0			99	
	Ancho Espacio Carga	m	2,4	0			99	
	Altura Espacio Carga	m	2,5	0			99	
	Material Suelo Zona Carga	–						
	μ	Adimensional	0,2	0			1	
	Comentarios material zona carga	–						
	Largo Espacio Carga	m	12	0			99	
	Ancho Espacio Carga	m	2,4	0			99	
	Parrilla							
	Trincaje Recomendado	–						
	Elección Tipo Trincaje	–	El Trincaje Recomendado					
	Comentarios Tipo Trincaje	–						
	Imagen Trincaje Elegido	–						

Tabla 14. Variables

VARIABLES DE LAS PANTALLAS

VARIABLES			VALOR POR DEFECTO	VALOR OBLIGATORIO				
Símbolo	Nombre	Unidad		>=	<	>	<=	SL
	Peso Total Carga	kg	10000	0	0	0	200000	0
μ	Factor de rozamiento	Adimensional	0,2	0			1	
f_s	Factor de seguridad	Adimensional	1,25	1			10	
c_x	Coeficiente de rozamiento longitudinal	Adimensional	0,8	0,5			0,8	
c_y	Coeficiente de rozamiento transversal	Adimensional	0,5	0,5			0,6	
c_z	Coeficiente de rozamiento vertical	Adimensional	1	1			1	
$c_{x,y}$	Coeficiente de rozamiento	Adimensional	0,8	0,5			0,8	
	Orientación trincaje	Adimensional	longitudinal	valores posibles: 'longitudinal', 'transversal' o 'ambas direcciones'				
LC	Capacidad del amarre	daN	3000	0			99999	
STF	Fuerza de tensado STF	daN	5000	0			99999	
α	Ángulo de amarre	º	60	0			90	
β	Ángulo en diagonal	º	60	0			90	
$\alpha 1$	Ángulo de amarre bucle 1	º	60	0			90	
$\alpha 2$	Ángulo de amarre bucle 2	º	60	0			90	
$\beta 1$	Ángulo en diagonal bucle 1	º	60	0			90	
$\beta 2$	Ángulo en diagonal bucle 2	º	60	0			90	
	Nº Amarres disponibles	Adimensional		0			99	
	Imagen aclaratoria ángulos	–						
	Imagen aclaratoria ángulos bucle	–						
	Trincaje Recomendado	–						
	Elección Tipo Trincaje	–	El Trincaje Recomendado					
	Comentarios Tipo Trincaje	–						
	Bloqueo	–		El valor es 'Si' o 'No'				
	Orientación bloqueo	–		El valor es 'Longitudinal' o 'Trasversal' o 'Ambas direcciones'				
	Fuerza de bloqueo	daN	0	0			99999	
	Fuerza de tensado STF	N		0			99999	
	LC dispositivo de amarre	daN	3000					
	Amarres Necesarios	–		El entero superior al cálculo realizado				
	Fuerza de fijación	N						
	Imagen Trincaje Elegido	–						
	Vista Previa	–						
	Guardar Como	–						
	Imprimir	–						
	Mensaje Error	–						
	Anterior	–						
	Siguiente	–						
	Ajustes	–						
	Ayuda	–						
	Fecha	–						
	Número de Protocolo	–		0				

Tabla 15. Variables

VARIABLES DE LAS PANTALLAS

VARIABLES			VALOR RECOMENDADO				PARAMETRIZABLE
Símbolo	Nombre	Unidad	>=	<	>	<=	S/N
	Nombre de la Empresa	–					
	Nombre del Cargador	–					
	Ciudad/País Origen	–					
	Dirección/CP Origen	–					
	Ciudad/País Destino	–					
	Dirección/CP Destino	–					
	Familia de Carga	–					Esta tabla es un excel ampliable o modificable
	Tipo/Material de la carga	–					Esta tabla es un excel ampliable o modificable
	Sentido de la carga	–					
	Comentarios del cargador	–					
	Tipo o forma de carga (importado)	–					
	Sentido de la carga (importado)	–					
	Material de la carga (importado)	–					
	Comentarios de la carga (importado)	–					
	Peso Unitario Carga	kg				30000	S
	Nº Unidades Carga	Uds					S
	Peso Total Carga	kg				30000	S
	Largo Carga	m				20	S
	Ancho Carga	m				4	S
	Altura Carga	m				6	S
	Imagen de la Carga	–					
	Masa máxima autorizada	kg				35000	S
	Largo Espacio Carga	m				20	S
	Ancho Espacio Carga	m				4	S
	Altura Espacio Carga	m				6	S
	Material Suelo Zona Carga	–					
	μ	Adimensional	0,1			0,8	S
	Comentarios material zona carga	–					
	Largo Espacio Carga	m				20	S
	Ancho Espacio Carga	m				4	S
	Parrilla						
	Trincaje Recomendado	–					
	Elección Tipo Trincaje	–					
	Comentarios Tipo Trincaje	–					
	Imagen Trincaje Elegido	–					

Tabla 16. Variables

VARIABLES DE LAS PANTALLAS

VARIABLES			VALOR RECOMENDADO				PARAMETRIZABLE
Símbolo	Nombre	Unidad	>=	<	>	<=	S/N
	Peso Total Carga	kg	0	0	0	30000	S
μ	Factor de rozamiento	Adimensional					S
f_s	Factor de seguridad	Adimensional	1,1			2	S
c_x	Coeficiente de rozamiento longitudinal	Adimensional					S
c_y	Coeficiente de rozamiento transversal	Adimensional					S
c_z	Coeficiente de rozamiento vertical	Adimensional					
$c_{x,y}$	Coeficiente de rozamiento	Adimensional					S
	Orientación trincaje	Adimensional					
LC	Capacidad del amarre	daN	100			20000	S
STF	Fuerza de tensado STF	daN	100			20000	S
α	Ángulo de amarre	º	15				S
β	Ángulo en diagonal	º					S
$\alpha 1$	Ángulo de amarre bucle 1	º	15				S
$\alpha 2$	Ángulo de amarre bucle 2	º	15				S
$\beta 1$	Ángulo en diagonal bucle 1	º					S
$\beta 2$	Ángulo en diagonal bucle 2	º					S
	Nº Amarres disponibles	Adimensional	2			10	
	Imagen aclaratoria ángulos	–					
	Imagen aclaratoria ángulos bucle	–					
	Trincaje Recomendado	–					
	Elección Tipo Trincaje	–					
	Comentarios Tipo Trincaje	–					
	Bloqueo	–					
	Orientación bloqueo	–					
	Fuerza de bloqueo	daN					
	Fuerza de tensado STF	N					
	LC dispositivo de amarre	daN					S
	Amarres Necesarios	–					
	Fuerza de fijación	N					
	Imagen Trincaje Elegido	–					
	Vista Previa	–					
	Guardar Como	–					
	Imprimir	–					
	Mensaje Error	–					
	Anterior	–					
	Siguiente	–					
	Ajustes	–					
	Ayuda	–					
	Fecha	–					
	Número de Protocolo	–					

Tabla 17. Variables

Variables para los cálculos:

VARIABLES DE TRINCAJE DE CARGAS

VARIABLES			FORMATO		
Símbolo	Nombre	Unidad	N/A/C/F/B	Dígitos	Decimales
B	Anchura total de la sección de carga	m	N	2	2
BC	Capacidad de bloqueo	N	N	5	–
F	Fuerza	N	N	5	–
FB	Fuerza de bloqueo	N	N	5	–
FR	Fuerza de sujeción de un dispositivo de amarre	N	N	5	–
FT	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre	N	N	5	–
Fx	Fuerza longitudinal realizada por la carga	N	N	5	
Fy	Fuerza transversal realizada por la carga	N	N	5	–
Fz	Fuerza vertical realizada por la carga	N	N	5	
FF	Fuerza de rozamiento	N	N	5	–
FFM	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical FZ	N	N	5	–
FFR	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza de sujeción FR	N	N	5	–
FFT	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza de tensado FT	N	N	5	–
FLP	Fuerza máxima de diseño de un punto de amarre	N	N	5	–
H	Altura total de la zona de carga	m	N	2	2
LC	Capacidad de amarre	daN	N	4	1
STF	Fuerza nominal de tensado	daN	N	4	1
a	Aceleración	m/s2	N	3	2
b	Brazo del momento estático	m	N	2	2
c	Coeficiente de aceleración	–	N	1	2
cx	Coeficiente de aceleración longitudinal	–	N	1	2
cy	Coeficiente de aceleración transversal	–	N	1	2
cz	Coeficiente de aceleración vertical	–	N	1	2
d	Brazo del momento de inclinación	m	N	2	2
fS	Factor de seguridad para el rozamiento del amarre	–	N	1	2
$f\mu$	Factor de conversión	–	N	1	2
g	Aceleración por gravedad	m/s2	N	2	2
h	Brazo del momento de amarre	m	N	2	2
i	Índice para las líneas de amarre		N		
ℓ	Longitud de la carga	m	N	2	1
m	Masa de la carga	kg	N	5	1
n	Número de dispositivos de amarre	–	N	2	1
N	Número de hileras	–	N	2	–
p	Distancia horizontal desde el borde saliente de la carga al punto donde el dispositivo de amarre actúa sobre la carga	m	N	2	2
q	Número de líneas de amarre	–	N	2	0
r	Distancia horizontal desde el borde saliente de la carga al punto de inclinación	m	N	2	2
s	Distancia vertical desde la plataforma al punto donde el dispositivo de amarre actúa sobre la carga	m	N	2	2
t	Distancia vertical desde la plataforma al punto de inclinación	m	N	2	2
w	Anchura de la carga	m	N	2	2
α	Ángulo vertical de amarre	º	N	3	
βx	Ángulo horizontal de amarre	º	N	3	–
βy	Ángulo transversal de amarre	º	N	3	–
φ	Angulo de ensayo	º	N	3	–
μ	Factor de rozamiento	–	N	1	2
μi	Factor de rozamiento interno	–	N	1	2

Tabla 18. Variables

VARIABLES		OBSERVACIONES
Símbolo	Nombre	
B	Anchura total de la sección de carga	
BC	Capacidad de bloqueo	Fuerza máxima que puede soportar un elemento de bloqueo según su diseño en una dirección determinada.
F	Fuerza	
FB	Fuerza de bloqueo	Fuerza que actúa sobre un dispositivo de amarre en una dirección determinada.
FR	Fuerza de sujeción de un dispositivo de amarre	Fuerza ejercida por un dispositivo de amarre para prevenir los movimientos de la carga con respecto al vehículo durante el transporte
FT	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre	Fuerza en el dispositivo de amarre, provocada por el tensado del dispositivo
Fx	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fuerza de inercia, que actúa sobre la carga debido a los movimientos del vehículo en su eje longitudinal (eje x) (Fx = m cx g).
Fy	Fuerza transversal realizada por la carga	Fuerza de inercia, que actúa sobre la carga debido a los movimientos del vehículo en su eje transversal (eje y) (Fy = m cy g).
Fz	Fuerza vertical realizada por la carga	Suma de las fuerzas inducidas por el peso de la carga y la fuerza de inercia que actúa sobre la carga (Fz = m cz g) a causa de los movimientos del vehículo durante el transporte en el eje vertical (eje z) del vehículo.
FF	Fuerza de rozamiento	Fuerza debida al rozamiento entre la carga y las superficies adyacentes en sentido opuesto al movimiento de la carga.
FFM	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical FZ	
FFR	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza de sujeción FR	
FFT	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza de tensado FT	
FLP	Fuerza máxima de diseño de un punto de amarre	
H	Altura total de la zona de carga	
LC	Capacidad de amarre	Fuerza máxima permitida que soporta un dispositivo de amarre en uso según su diseño
STF	Fuerza nominal de tensado	
a	Aceleración	Aceleración máxima de la carga durante un determinado tipo de transporte.
b	Brazo del momento estático	
c	Coeficiente de aceleración	Coeficiente que al multiplicarse por la aceleración de la gravedad g da la aceleración de la carga $a = c \times g$ en un tipo de transporte.
cx	Coeficiente de aceleración longitudinal	
cy	Coeficiente de aceleración transversal	
cz	Coeficiente de aceleración vertical	
d	Brazo del momento de inclinación	
fS	Factor de seguridad para el rozamiento del amarre	Factor para cubrir las incertidumbres de la distribución de las fuerzas de tensado y el rozamiento
fμ	Factor de conversión	Relación entre el factor de rozamiento dinámico y el factor de rozamiento conforme al anexo B.
g	Aceleración por gravedad	
h	Brazo del momento de amarre	
i	Índice para las líneas de amarre	
ℓ	Longitud de la carga	
m	Masa de la carga	Masa que tiene que amarrarse.
n	Número de dispositivos de amarre	Número de dispositivos de amarre o líneas de amarre.
N	Número de hileras	
p	Distancia horizontal desde el borde saliente de la carga al punto donde el dispositivo de amarre actúa sobre la carga	
q	Número de líneas de amarre	Este valor tiene que ser par
r	Distancia horizontal desde el borde saliente de la carga al punto de inclinación	
s	Distancia vertical desde la plataforma al punto donde el dispositivo de amarre actúa sobre la carga	
t	Distancia vertical desde la plataforma al punto de inclinación	
w	Anchura de la carga	
α	Ángulo vertical de amarre	Ángulo entre el dispositivo de amarre y el plano horizontal
βx	Ángulo horizontal de amarre	Ángulo entre el dispositivo de amarre y el eje longitudinal (eje x) de un vehículo en el plano de la superficie de carga.
βy	Ángulo transversal de amarre	Ángulo entre el dispositivo de amarre y el eje transversal (eje y) de un vehículo en el plano de la superficie de carga
φ	Angulo de ensayo	
μ	Factor de rozamiento	Coeficiente de rozamiento entre la carga y la superficie adyacente.
μi	Factor de rozamiento interno	Factor de rozamiento entre hileras de cargas inestables, que forman una carga unitaria

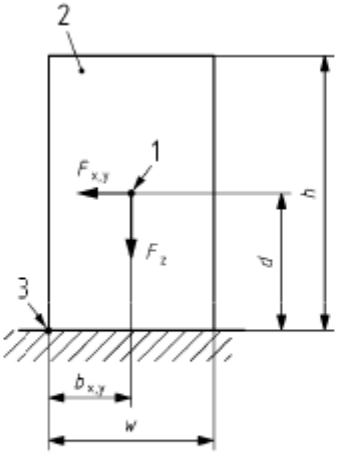
Tabla 19. Variables

1.2.2 CÁLCULOS TEÓRICOS DE LOS TIPOS DE TRINCAJE

Las variables se extraen de la norma UNE-EN 12195 por lo que el primer paso que se da para resolver el proyecto y poder realizar un programa completo es estudiar la norma UNE-EN 12195-1:2010 y extraer todas las formulas necesarias (y las variables asociadas) para la resolución de los casos de trincaje que se presenten.

A continuación se muestran las fórmulas que se deben cumplir según la norma europea para un correcto trincaje. En este caso hay tipos de trincaje más específicos que los mencionados en la memoria descriptiva.

a) <u>Estabilidad de una carga no sujeta</u>



Leyenda
1 Centro de gravedad
2 Carga
3 Borde de balanceo

Imagen 5. Estabilidad de una carga no sujeta [UNE-EN 12195-1:2010]

$$F_z \cdot b_{x,y} > F_{x,y} \cdot d$$

$$b_{x,y} > \frac{F_{x,y}}{F_z} \cdot d$$

$$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} \cdot d$$

b) <u>Bloqueo</u>

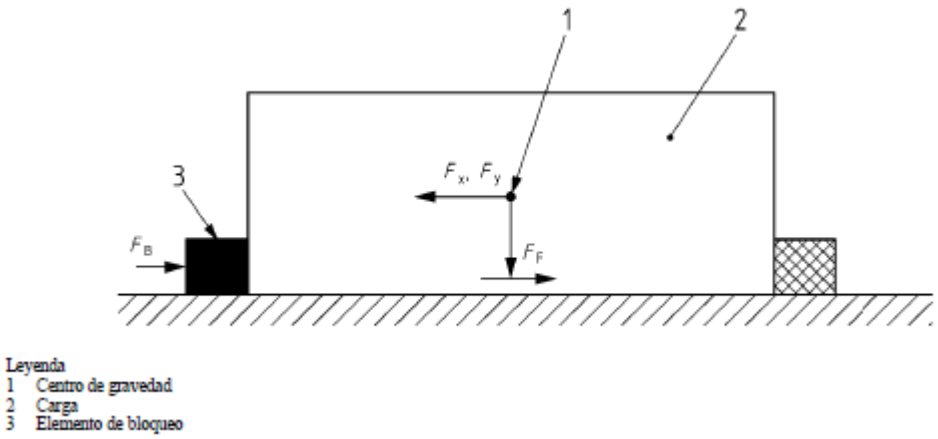


Imagen 6. Bloqueo [UNE-EN 12195-1:2010]

$$F_B + F_F = F_{x,y}$$

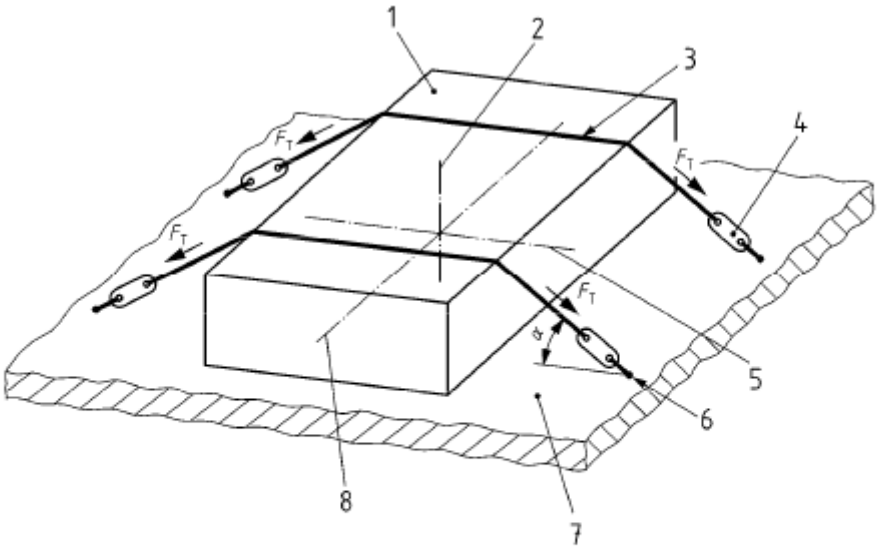
$$F_B + \mu \cdot m \cdot c_z \cdot g = m \cdot c_{x,y} \cdot g$$

$$F_B = \left(c_{x,y} - \mu \cdot c_z\right) \cdot m \cdot g$$

La capacidad de bloqueo que es el resultado que interesa para dar es:

$$BC \geq F_B$$

c) Amarre superior para evitar deslizamiento



Leyenda
1 Carga
2 Eje vertical
3 Dispositivo de amarre
4 Mecanismo de tensado
5 Eje transversal
6 Punto de amarre
7 Plano horizontal
8 Eje longitudinal

Imagen 7. Amarre superior antideslizamiento [UNE-EN 12195-1:2010]

La fuerza de tensado del dispositivo de amarre es la siguiente:

$$F_T \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{2n \cdot \mu \cdot sen\ \alpha} \cdot f_s$$

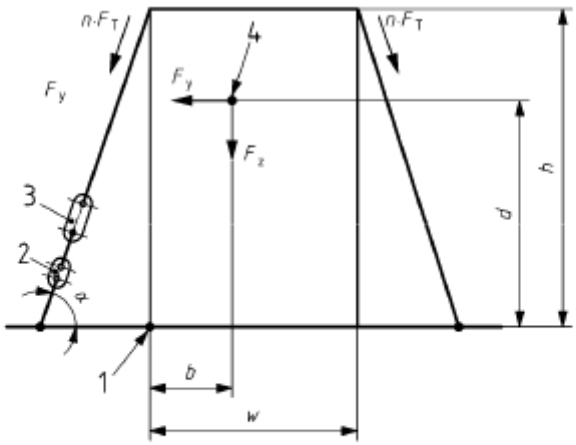
Para el cálculo de número de amarres necesarios, se utiliza la siguiente ecuación:

$$n \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{2\mu \cdot sen\ \alpha \cdot F_T} \cdot f_s$$

En caso de querer combinar este tipo de amarre con un bloqueo, se utiliza la siguiente ecuación:

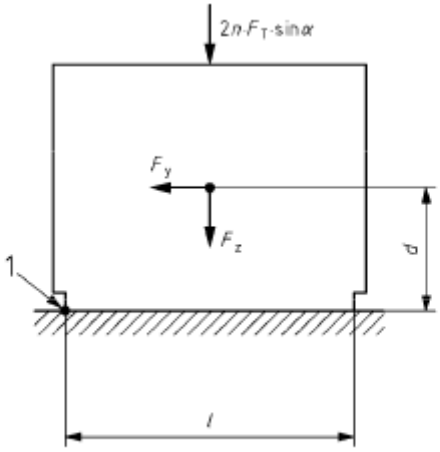
$$BC + 2n \cdot \mu \cdot sen\ \alpha \cdot \frac{F_T}{f_s} > (c_{x,y} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g$$

d) Amarre superior para evitar balanceo



Leyenda
1 Borde de balanceo
2 Indicador de la fuerza de tensado
3 Dispositivo tensor
4 Centro de gravedad

Imagen 8. Amarre superior anti balanceo transversal [UNE-EN 12195-1:2010]



Leyenda
1 Borde de balanceo

Imagen 9. Amarre superior anti balanceo longitudinal [UNE-EN 12195-1:2010]

Para la técnica de amarre superior transversal se utiliza la siguiente fórmula:

$$n \cdot F_T \geq \frac{m \cdot g \cdot \left(c_y \cdot d - c_z \cdot b\right)}{w \cdot sen\ \alpha} \cdot f_s$$

Al ser simétrico habitualmente el bloque se pueden sustituir ‘b’ y ‘d’ por lo siguiente:

$$b = \frac{w}{2} \qquad d = \frac{h}{2}$$

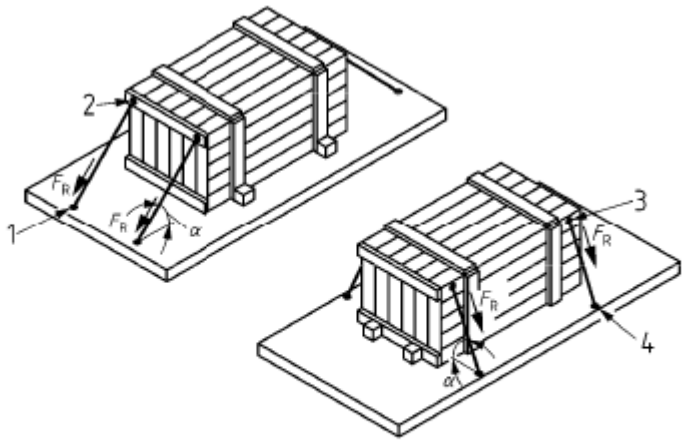
Y para la técnica de amarre superior longitudinal se utiliza la siguiente fórmula:

$$2n \cdot F_T \cdot sen\ \frac{1}{2}\alpha \geq m \cdot g \cdot (c_{x \cdot d} - c_z \cdot b) \cdot f_s$$

Al ser simétrico habitualmente el bloque se pueden sustituir ‘b’ y ‘d’ por lo siguiente:

$$b = \frac{w}{2} \qquad d = \frac{h}{2}$$

e) <u>Amarre directo (inclinado en dirección longitudinal o transversal)</u>



Leyenda
1 Punto de amarre
2 Punto de sujeción
3 Punto de sujeción
4 Punto de amarre

Imagen 10. Amarre directo [UNE-EN 12195-1:2010]

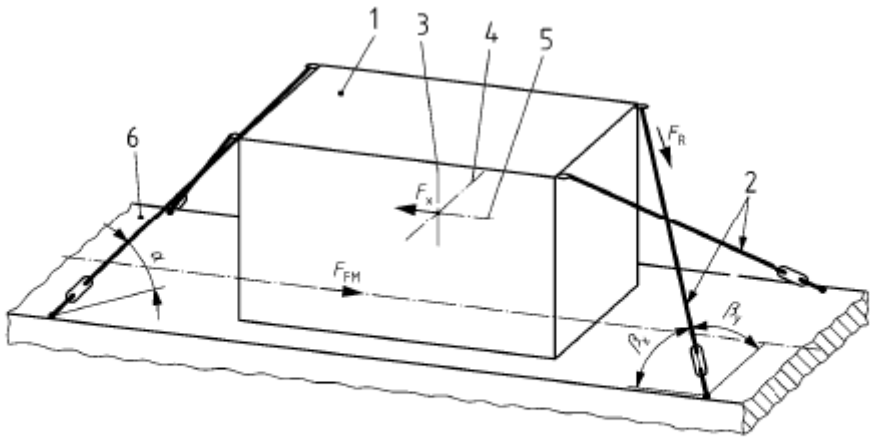
Como los pares de fuerzas son simétricos, el requisito para calcular el tamaño del amarre es que:

$$LC \geq F_R$$

Siendo la fuerza de fijación F_R:

$$F_R = m \cdot g \cdot \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot f_\mu . c_z)}{2(\cos\alpha + \mu \cdot f_\mu \cdot sen\ \alpha)}$$

f) <u>Amarre en diagonal</u>



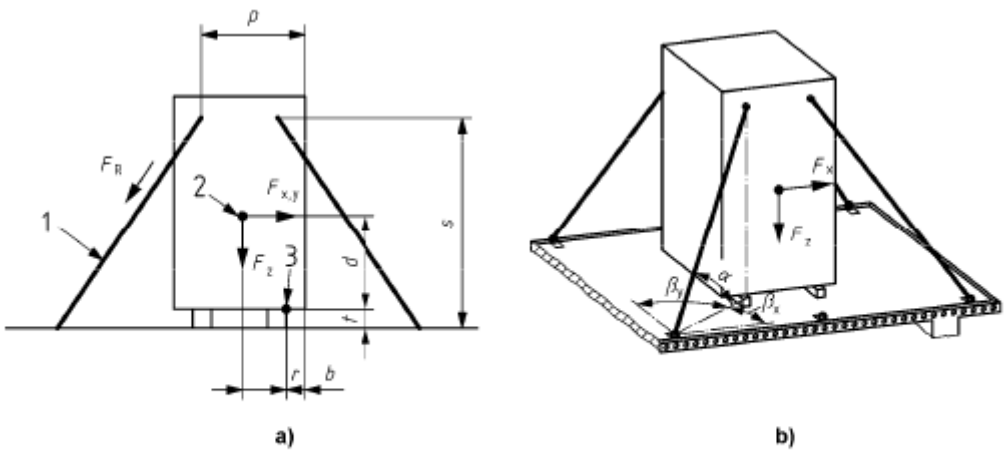
Leyenda
1 Carga
2 Dispositivo de amarre
3 Eje vertical
4 Eje transversal
5 Eje longitudinal
6 Plano de carga

Imagen 11. Amarre diagonal [UNE-EN 12195-1:2010]

La ecuación para calcular la fuerza de fijación F_R es la siguiente:

$$F_R = m \cdot g \cdot \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot f_\mu . c_z)}{2(\cos\alpha \cdot \cos\beta_{x,y} + \mu \cdot f_\mu \cdot sen\ \alpha)}$$

g) Amarre en diagonal para evitar inclinación



Leyenda
1 Líneas de amarre para prevenir la inclinación en la dirección requerida
2 Centro de gravedad
3 Borde de balanceo

Imagen 12. Amarre diagonal para evitar inclinación [UNE-EN 12195-1:2010]

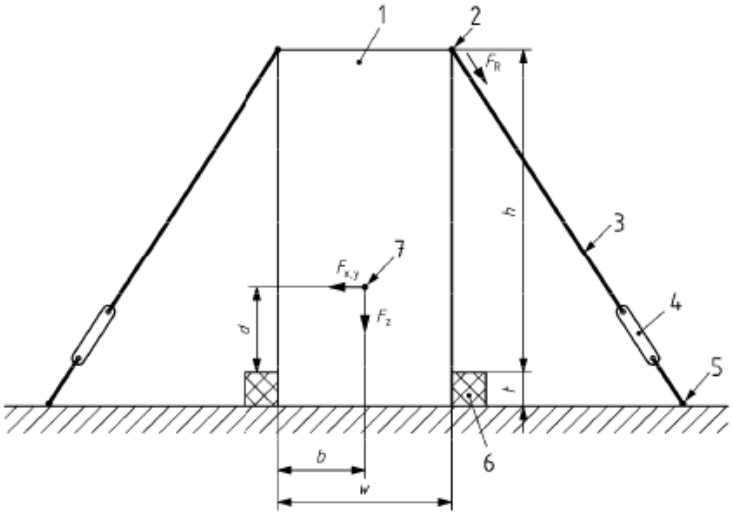
La ecuación para calcular la fuerza de fijación F_R es la siguiente:

$$F_R \geq \frac{m \cdot g \cdot (c_{x,y} \cdot d - c_z \cdot b)}{\sum_{i=1}^{n}[\cos\alpha_i \cdot \cos\beta_{x_i y_i} \cdot (s_i \cdot t_i)] + \sum_{i=1}^{n}[\sin\alpha_i \cdot (p_i - r_i)]}$$

Al introducir un par de amarres simétricos que es lo habitual, la fórmula se simplifica para quedar de la siguiente forma:

$$F_R \geq m \cdot g \cdot \frac{c_{x,y} \cdot d - c_z \cdot b}{2 \cdot [\cos\alpha \cdot \cos\beta_{x,y} \cdot (s - t) + \sin\alpha \cdot (p - r)]}$$

h) Amarre en diagonal para evitar inclinación + bloqueo



Leyenda
1 Carga
2 Punto de amarre
3 Dispositivo de amarre
4 Dispositivo tensor
5 Punto de amarre
6 Elemento de bloqueo
7 Centro de gravedad

Imagen 13. Amarre diagonal para evitar inclinación + bloqueo [UNE-EN 12195-1:2010]

Para un amarre en diagonal con bloqueo se utiliza la siguiente ecuación:

$$m \cdot g \cdot \left[c_{x,y} \cdot d - c_z \cdot \left(b + f_\mu \cdot \mu \cdot t\right)\right] \leq 2 \cdot F_R \cdot \left[h \cdot \cos\alpha \cdot cos\beta_{x,y} + \left(w + f_\mu \cdot \mu \cdot t\right) \cdot sen\ \alpha\right] + \frac{F_B \cdot t}{2}$$

i) Amarre en bucle

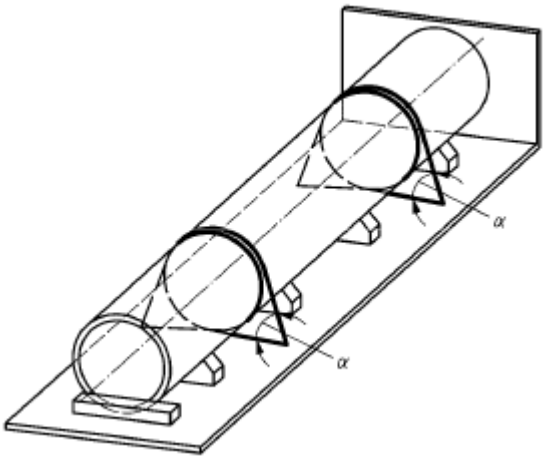


Imagen 14. Amarre en bucle [UNE-EN 12195-1:2010]

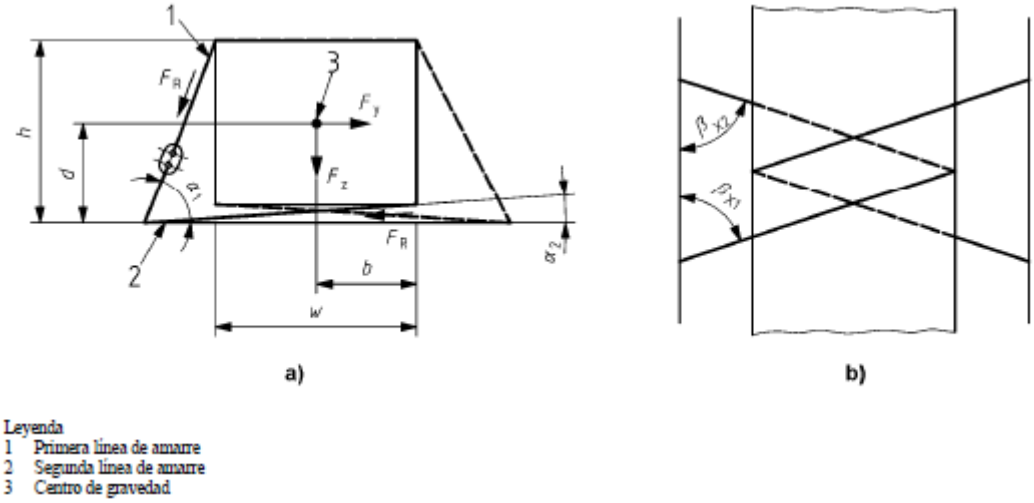


Imagen 15. Amarre en bucle - detalles [UNE-EN 12195-1:2010]

Para calcular el número de amarres necesarios para impedir el deslizamiento en un amarre por bucle, se tiene la siguiente fórmula:

$$n \geq \frac{m \cdot g \cdot (c_y - c_z \cdot f_\mu \cdot \mu)}{F_R \cdot (\cos\alpha_1 \cdot \sin\beta_{x_1} + \cos\alpha_2 \cdot \sin\beta_{x_2} + f_\mu \cdot \mu \cdot \sin\alpha_1 + f_\mu \cdot \mu \cdot \sin\alpha_2)}$$

Además, para calcular el número de amarres necesarios para impedir la inclinación en un amarre por bucle, se tiene la siguiente fórmula:

$$n \geq \frac{m \cdot g \cdot (c_y \cdot d - c_z \cdot b)}{F_R \cdot (\sin\alpha_1 \cdot w + \cos\alpha_1 \cdot \sin\beta_{x_1} \cdot h + 0{,}25 \cdot (N-1) \cdot w)}$$

j) Amarre con efecto muelle

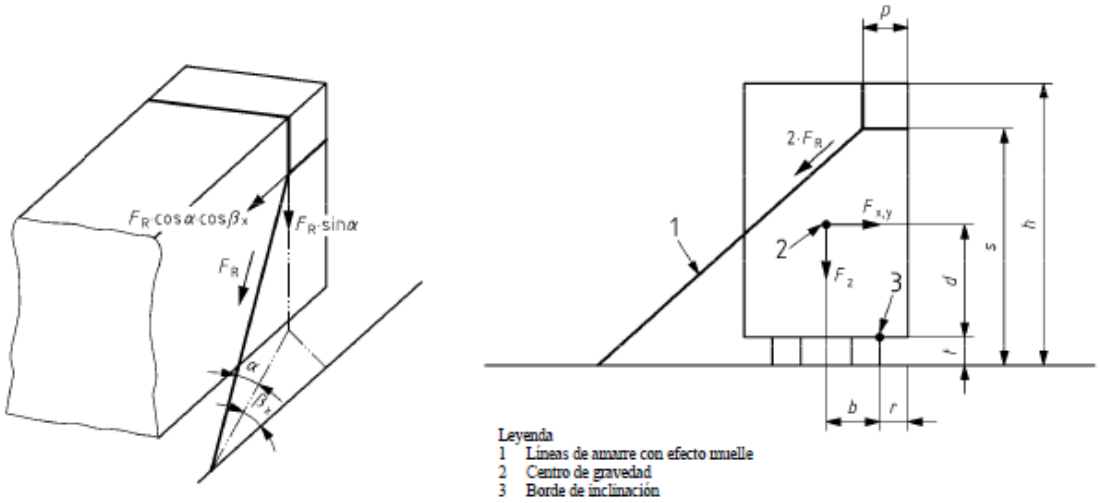


Imagen 16. Amarre efecto muelle [UNE-EN 12195-1:2010]

$$m \cdot g \cdot c_x - m \cdot g \cdot c_z \cdot f_\mu \cdot \mu - F_R \cdot \left(\sum_{i=1}^{q} f_\mu \cdot \mu \cdot \sin\alpha_i + \sum_{i=1}^{q} \cos\alpha_i \cdot \cos\beta_{x,y_i}\right)$$

A partir de la ecuación anterior se puede deducir la siguiente fórmula que recoge el resultado de la Fuerza de Fijación:

$$F_R = \frac{m \cdot g \cdot (c_x - c_z \cdot f_\mu \cdot \mu)}{q \cdot (f_\mu \cdot \mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta_{x,y})}$$

Esta fórmula ha sido deducida del apartado 5.5.5.2 de la UNE-EN 12195-1:2010.

1.2.3 ESPECIFICACIÓN DE TRINCARGA

En este punto se expone la especificación del programa de trincaje de cargas, que se ha denominado TrinCarga. En esta parte de la especificación, se envían a un programador todos los documentos necesarios que expliquen exactamente todo lo que debe ir haciendo paso a paso.

En primer lugar debe haber un documento que contenga las pantallas del programa. Las pantallas se realizan en un programa como puede ser el PowerPoint y deben ser un boceto de cómo se pretende que sean en la realidad.

Las pantallas mencionadas, deben ir acompañadas de un documento de texto que explique absolutamente todo lo que debe ocurrir en dichas pantallas. Cómo trabajar con cada variable y cómo deben quedar definidas las interrelaciones.

Posteriormente también han de enviarse los cálculos que debe hacer el programa si los contiene. En el caso de este proyecto, sí que son necesarios los cálculos.

Por lo tanto se realiza una hoja de cálculos, que puede ser una hoja Excel, en la que se introducen todas las fórmulas y variables que sean necesarias para que el programa funcione correctamente. Igual que en el caso de las pantallas, los cálculos también deben ir acompañados de un documento que explique cómo funcionan las hojas de cálculo.

Es por eso que en este apartado se muestran los siguientes apartados:

- Pantallas del programa en PowerPoint.

- Documento aclaratorio para las pantallas. Formulación de las pantallas.

- Hojas de cálculo correspondientes

- Documento aclaratorio para las hojas de cálculo. Formulación de las hojas de cálculo.

- Documento modelo de protocolo de carga.

PANTALLAS DEL PROGRAMA:

En este apartado se muestran las pantallas en formato PowerPoint que se envían a los programadores para la realización del proyecto. Además, en cada pantalla se explica la utilidad de cada apartado y el motivo por el que se ha introducido.

En esta primera pantalla se mostrará el nombre del programa y un logo desarrollado exclusivamente por el autor de este proyecto.

Simplemente sirve como entrada a un programa íntegramente desarrollado para el uso correcto de los trincajes en las cargas.

Imagen 17. Portada del programa

Imagen 18. Datos genéricos y elección de carga

Esta pantalla pide al usuario que especifique los datos generales necesarios para el transporte de la carga. Con el símbolo del '+' se pueden introducir varias cargas. Esto hace que el programa presente varias veces las siguientes pantallas (tantas como cantidad de cargas diferentes a transportar).

En primer lugar se piden el nombre de la empresa y del cargador para que en caso de problema o en caso de necesitar información, se sepa a quién o dónde habría que acudir.

Acto seguido se pide al usuario que especifique el tipo de carga que va a transportar, y la orientación con la que la quiere transportar.

De los apartados 'familia de carga' y 'tipo / material de carga' se saca la carga exacta a transportar. Las cargas primero están clasificadas por familias y posteriormente dentro de cada familia se encuentran las específicas.

Por último en este apartado se deja un espacio para que el usuario introduzca los comentarios sobre la carga que considere oportunos. Como se puede apreciar en la pantalla, es recomendable que el usuario indique si lleva una carga peligrosa, ya sea porque es inflamable, explosiva o por cualquier otro motivo. Con esta ayuda, el responsable de controlar las cargas (ej. Guardia Civil), sabe que el camión debe llevar las indicaciones necesarias para avisar de dicha condición.

A continuación el programa deberá pedir datos relevantes del camión a utilizar para el transporte de dicha carga.

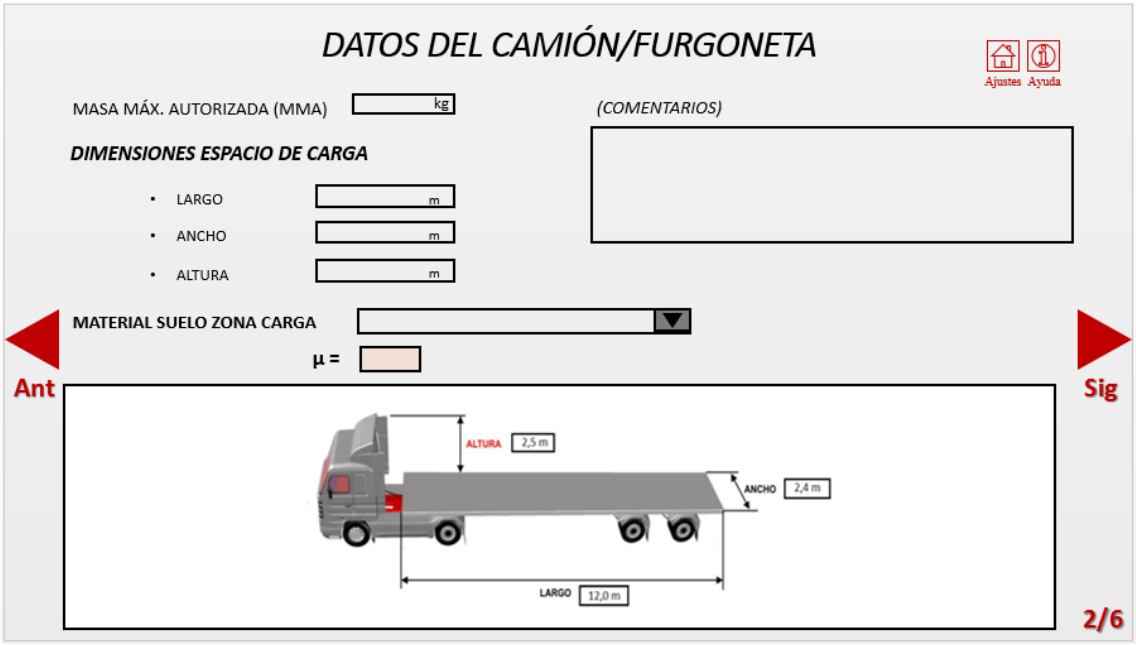


Imagen 19. Datos generales del camión

En esta pantalla primero se especifica la masa máxima autorizada que puede transportar el camión utilizado. A continuación se piden al usuario las dimensiones del espacio que tiene para realizar las operaciones de estiba y por último se pide que el usuario especifique un tipo de suelo en la zona de carga para calcular el factor de rozamiento (muy importante para los cálculos finales).

Igual que en la anterior pantalla, debe haber un apartado de comentarios en el que el usuario puede introducir las indicaciones que considere oportunas o relevantes a la hora de realizar la estiba para el transporte de la carga.

Finalmente en esta pantalla aparece una imagen del camión con unos recuadros que se rellenarán con las dimensiones introducidas anteriormente. De esta forma el encargado de estiba tiene una imagen visual del espacio del que va a disponer.

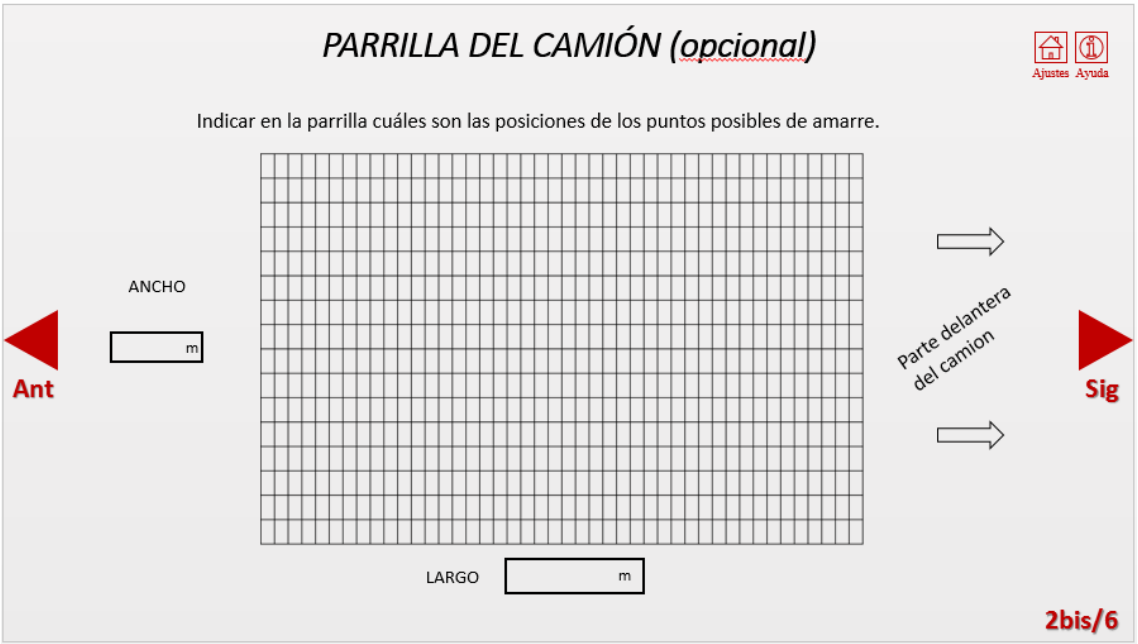


Imagen 20. Parrilla del camión

Esta pantalla del programa se ha convertido en idea para futuras versiones dadas las complicaciones que implicaba terminar el proyecto en un periodo corto de tiempo. Se muestra dado que se quiere implantar en futuros desarrollos del programa.

La parrilla consiste en una nube de puntos que representan el suelo de la zona de carga del camión. El usuario podrá elegir y marcar las casillas en las que disponga de puntos de amarre. Con estos datos y con las dimensiones de la carga que se pedirán en la siguiente pantalla, el programa puede calcular los ángulos de amarre directamente y de forma bastante precisa por trigonometría, sin que el usuario tenga que ponerse a medirlos a la hora de realizar el trincaje, ni rellenarlos manualmente en la pantalla 5.

La siguiente pantalla pide al usuario del programa que introduzca los datos necesarios de la carga para los futuros cálculos.

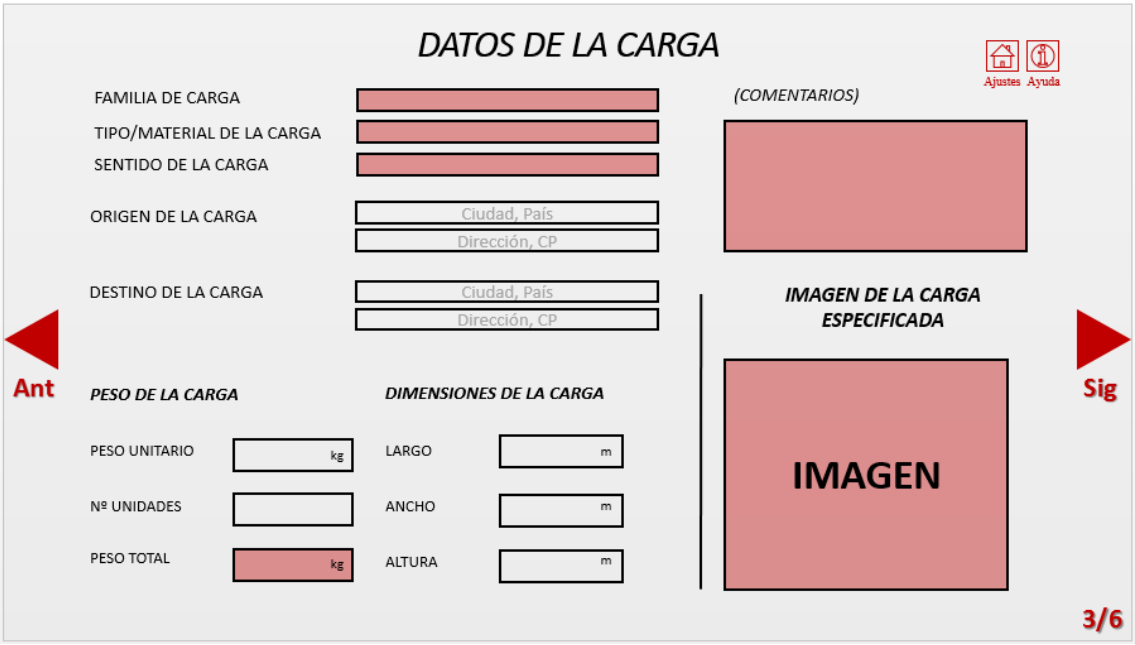


Imagen 21. Datos relevantes de la carga

En primer lugar aparecen los datos que indican exactamente la carga que se va a trincar en el camión.

Posteriormente se pide al usuario que introduzca el origen y el destino de la carga para que en caso de que surjan problemas o dudas, se sepa en todo momento de dónde partía la carga y hacia dónde iba dirigida.

En la parte inferior de la pantalla se piden al usuario los datos más específicos de la carga transportada. En primer lugar tiene que indicar el peso, que lo comparará con el que soporta el camión que ya se conoce. Y luego las dimensiones de la carga. Estas dimensiones se comparan con las del espacio de carga que ya se conocen también para saber si el camión dispone de espacio suficiente para realizar estas operaciones.

Por último en la esquina derecha debe mostrarse una imagen de la carga que se ha especificado hasta ahora, para añadir valor informativo y facilidad de detección por medio visual.

Para la siguiente pantalla el programa ya ha tenido que vincularse a tablas para futuros cálculos. En esta pantalla sólo se pide al usuario elegir el tipo de trincaje a utilizar.

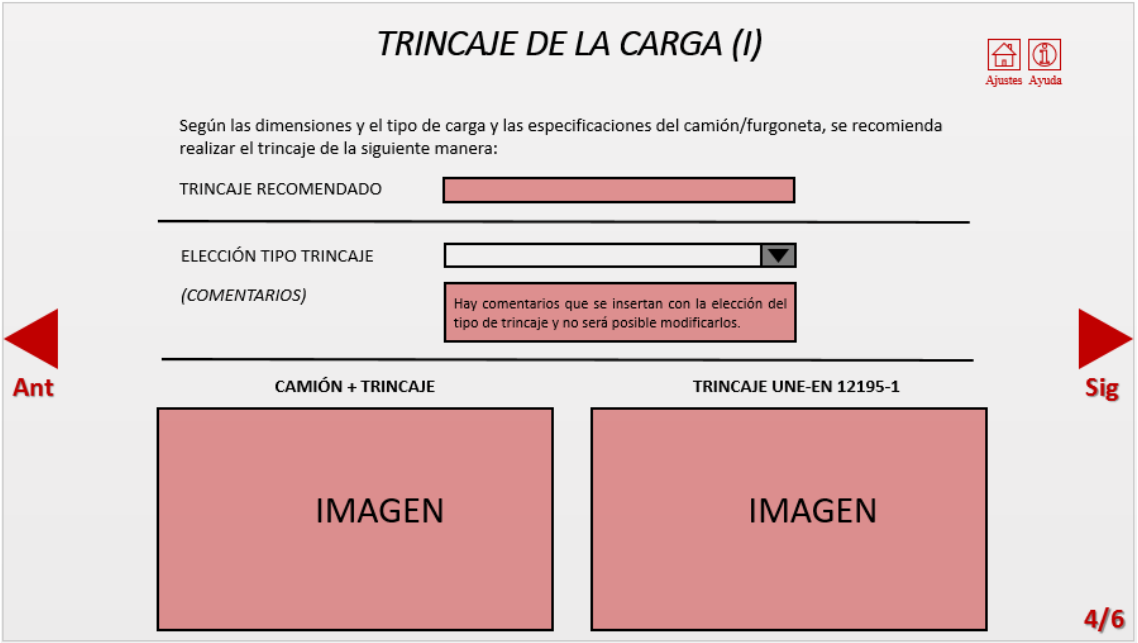


Imagen 22. Recomendaciones y trincaje

En esta pantalla se muestra en primer lugar al usuario el trincaje que se le recomienda para el tipo de carga específico. Estas recomendaciones se obtienen de la Guía Europea de buenas prácticas y de la IRU (International Road-Transport Union) además de un curso de estiba.

Posteriormente se permite al usuario cambiar el tipo de trincaje a utilizar, ya que el anterior apartado no es obligatorio sino una simple recomendación.

Además como es habitual en las anteriores pantallas, en esta pantalla también hay un apartado de comentarios, pero esta vez no es modificable por el usuario, ya que estos comentarios son unos comentarios de apoyo al tipo de trincaje que se introducen obligatoriamente.

Por último, en la parte inferior de la pantalla aparecen 2 imágenes que ayudan a visualizar el proceso mejor. En la primera imagen, debe aparecer la carga elegida con el trincaje especificado, y en la imagen de la derecha, aparecerá una imagen que muestra el tipo de trincaje como en la normativa UNE-EN 12195.

La siguiente pantalla es peculiar porque depende del tipo de carga que se utilice. Según el tipo de carga, esta pantalla es diferente, por lo que se han tenido que hacer varias versiones (Una para cada tipo de trincaje) como se puede apreciar a continuación.

La pantalla contiene los datos necesarios para poder realizar los cálculos necesarios del tipo de trincaje elegido en la anterior pantalla.

En ella se importan datos como el peso total de la carga o el factor de rozamiento, pero lo importante es todo lo nuevo que se pide al usuario. En la parte común de todas las pantallas se pide que el usuario especifique el factor de seguridad que desea utilizar y los diferentes coeficientes de rozamiento. Posteriormente y ya en la zona no común (parte inferior de la pantalla), se piden los datos relevantes u obligatorios del tipo de trincaje específico elegido.

A continuación se muestran todas las opciones de pantalla 5 que contiene el programa:

1. Bloqueo

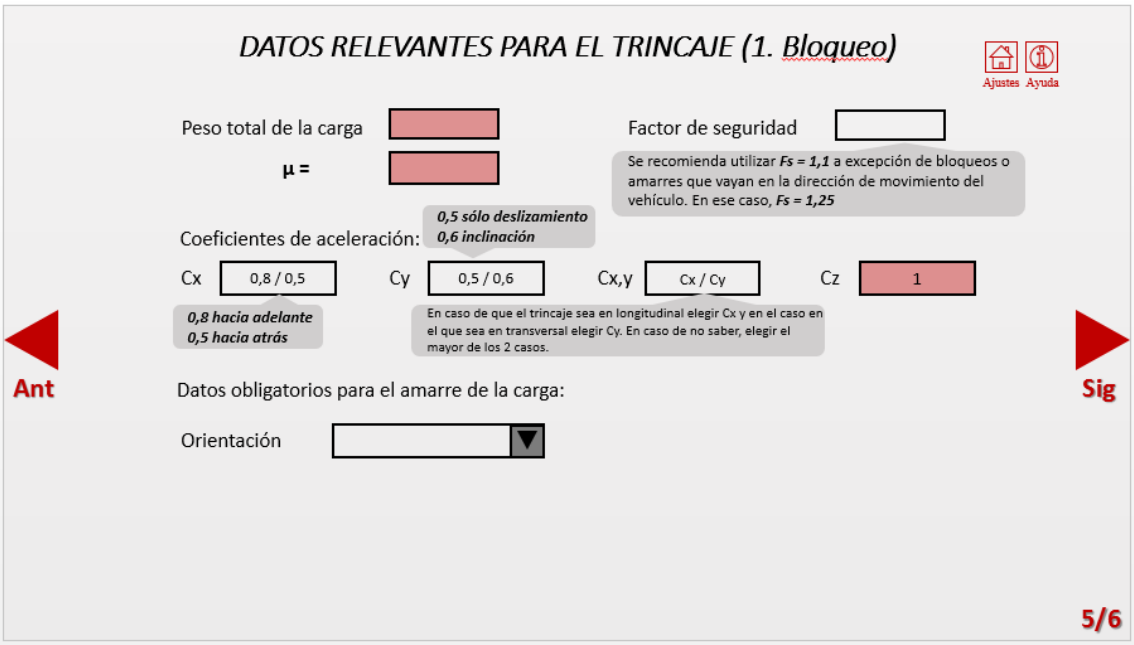


Imagen 23. Bloqueo

2.1 Amarre superior para evitar deslizamiento

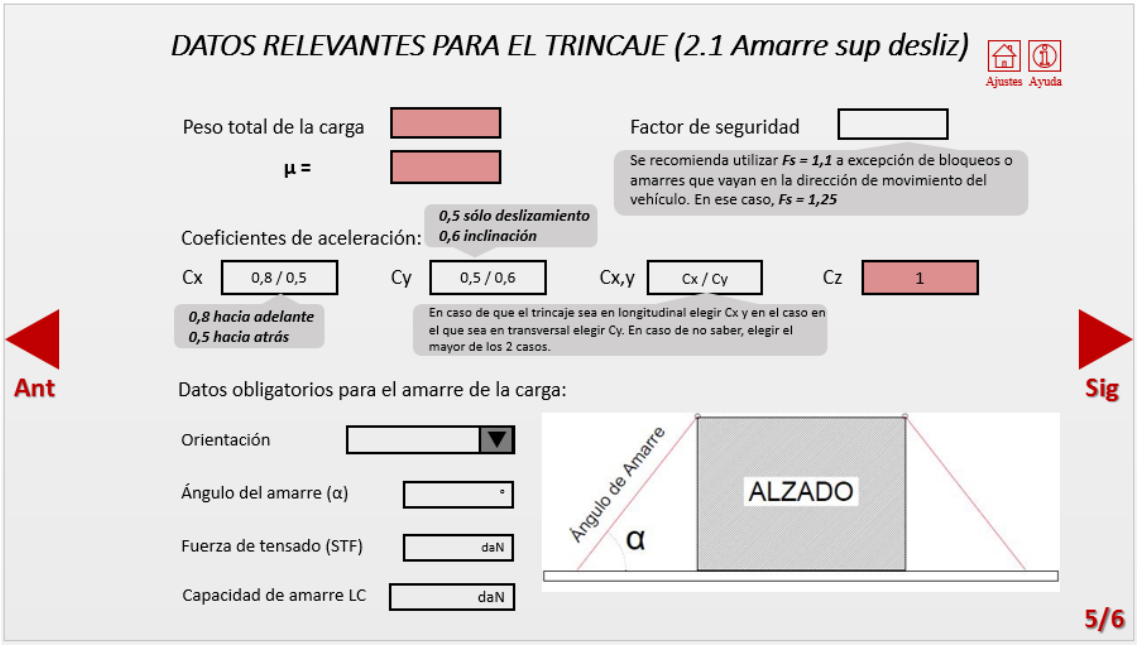


Imagen 24. Amarre superior para evitar deslizamiento

2.2 Amarre superior para evitar deslizamiento + Bloqueo

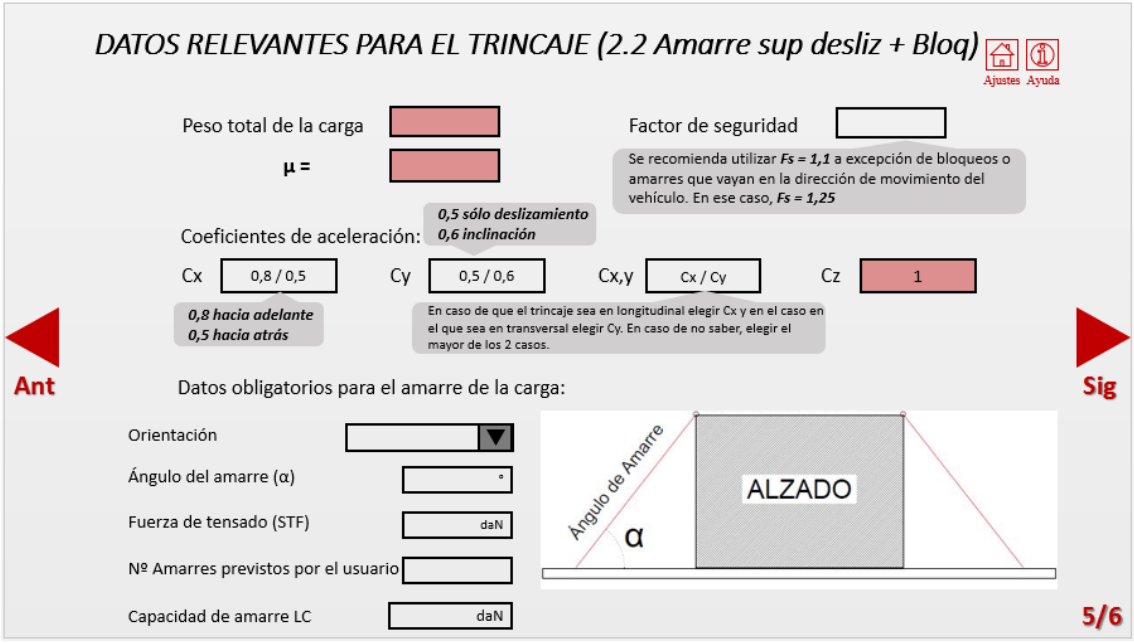


Imagen 25. Amarre superior para evitar deslizamiento con bloqueo

2.3 Amarre superior para evitar balanceo

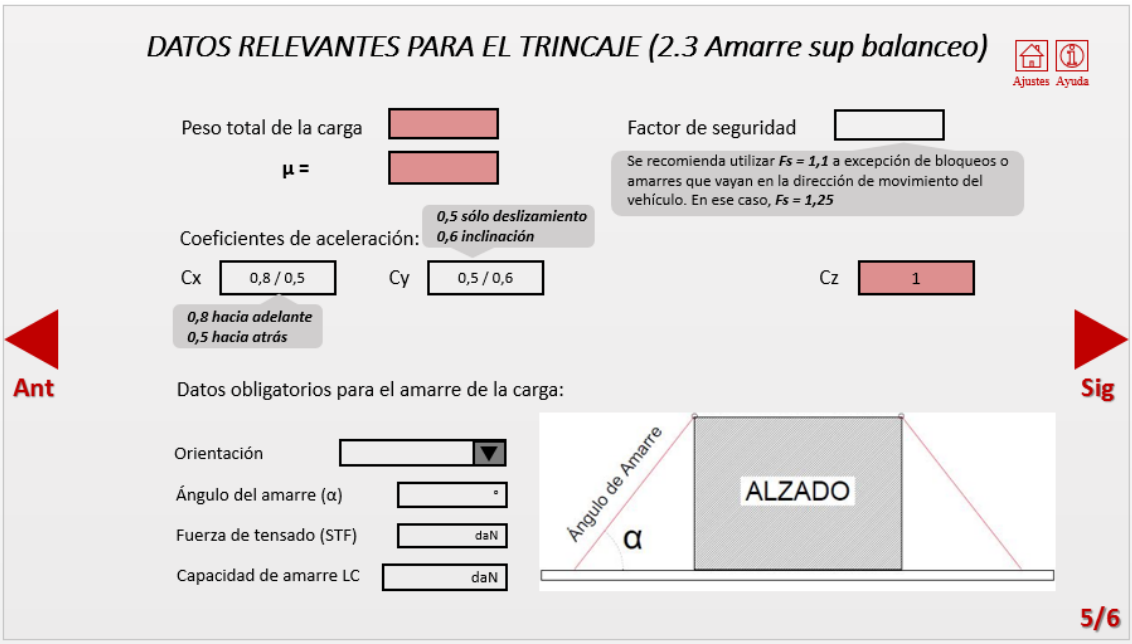


Imagen 26. Amarre superior para evitar balanceo

3.1 Amarre inclinado longitudinal o transversal

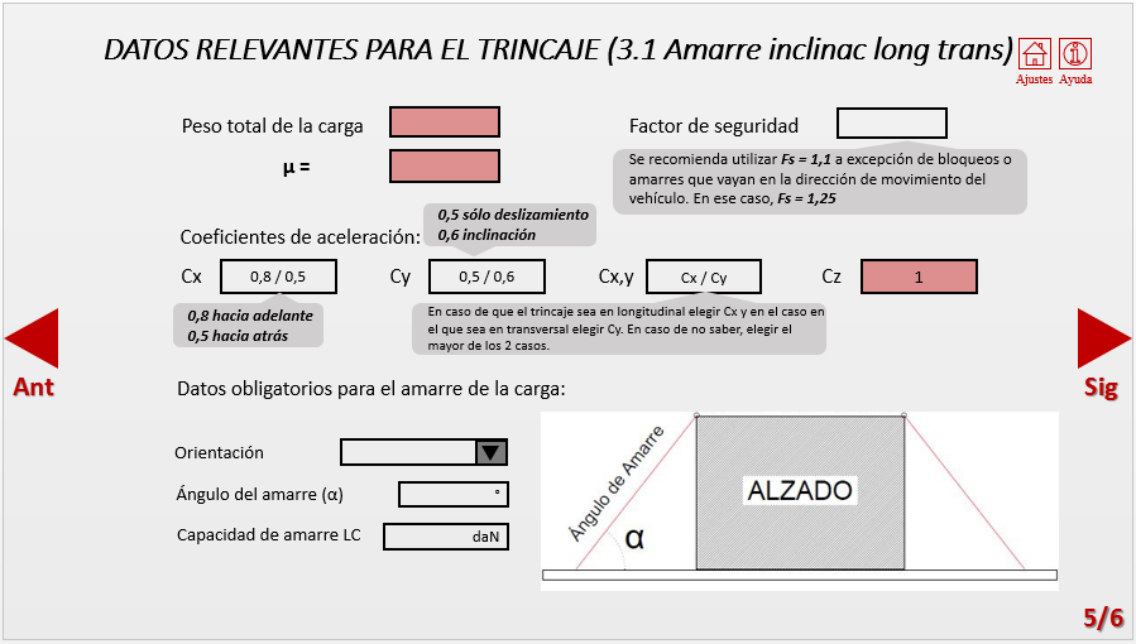


Imagen 27. Amarre inclinado en direcciones longitudinal o transversal

3.2 Amarre en diagonal

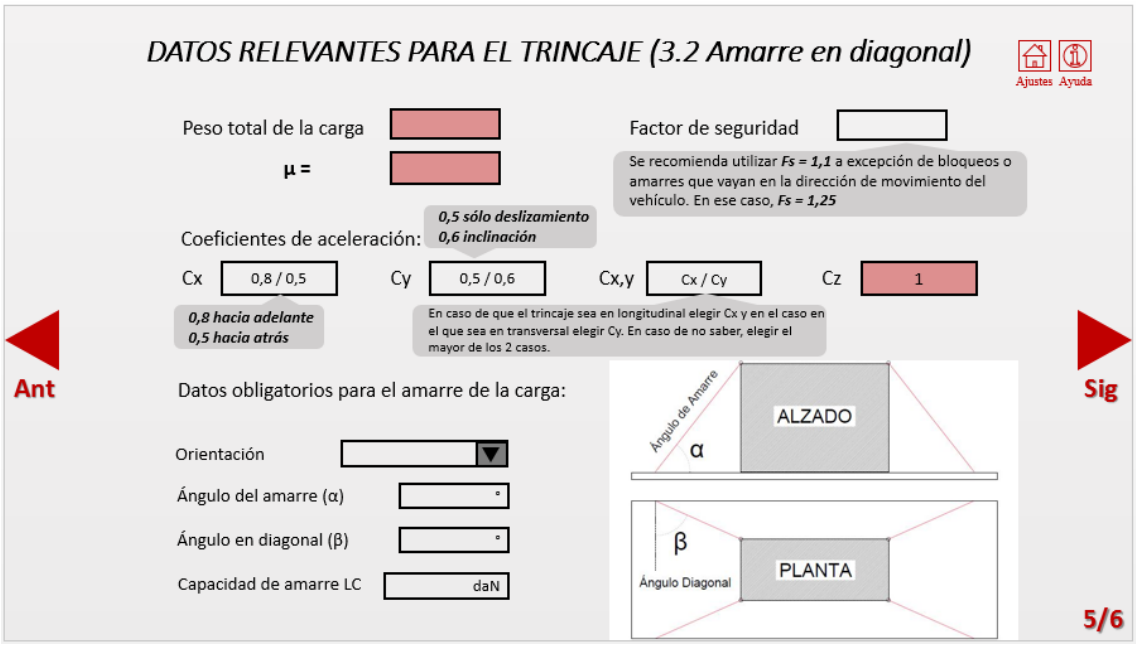


Imagen 28. Amarre en diagonal

3.3 Amarre directo contra inclinación + bloqueo

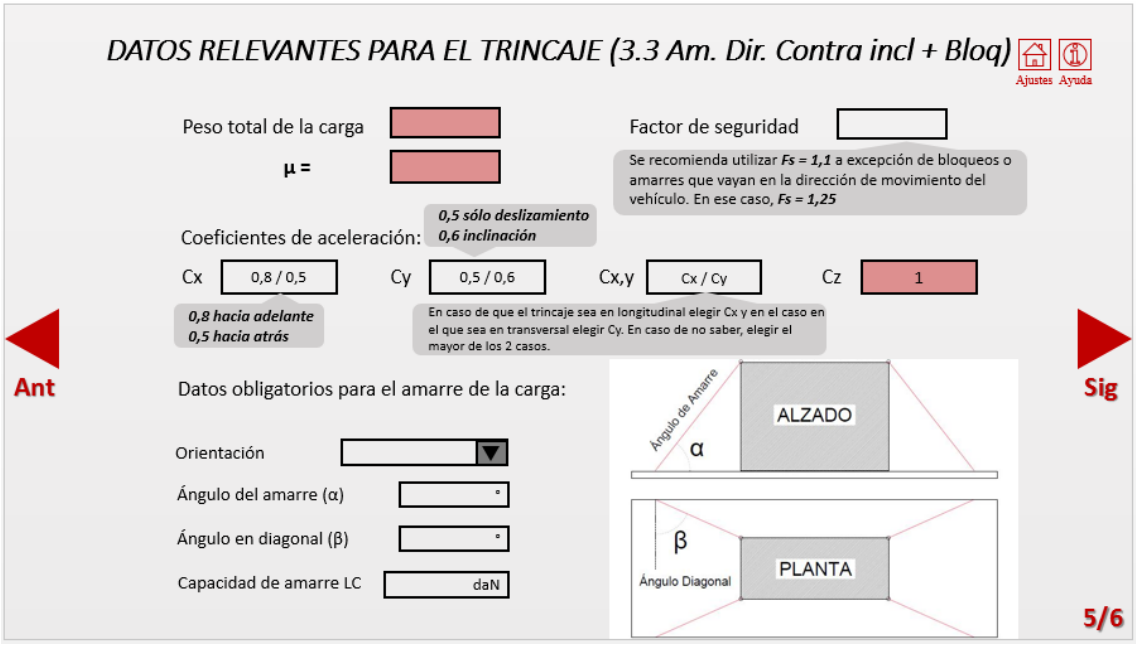


Imagen 29. Amarre directo para evitar inclinación con bloqueo

3.4 Amarre en bucle

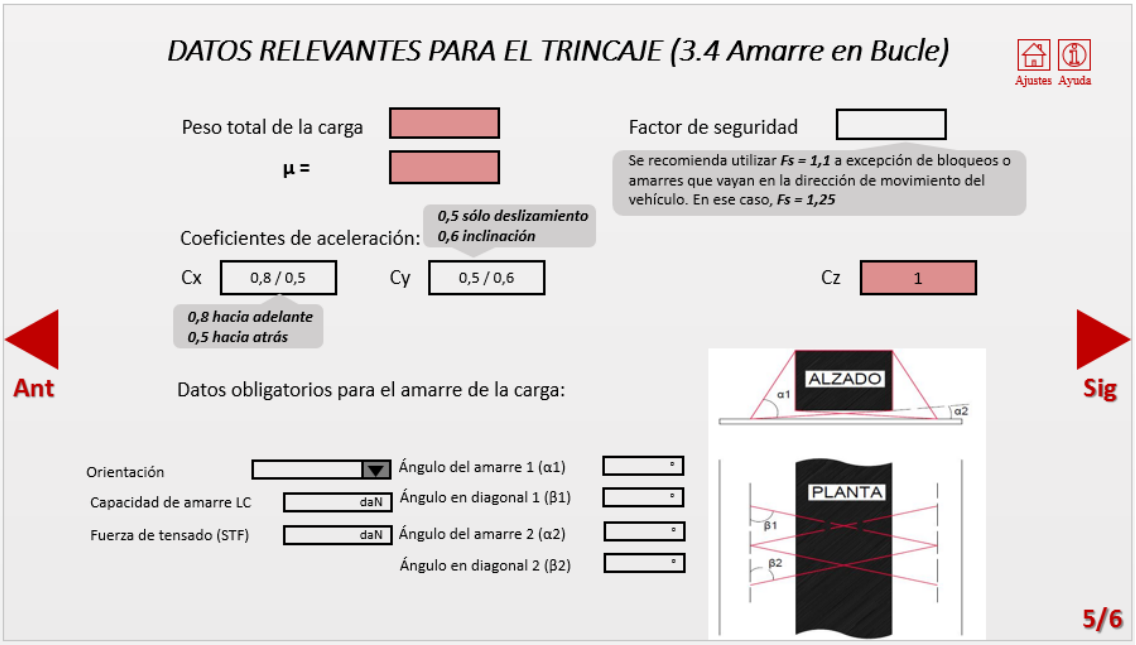


Imagen 30. Amarre en bucle

3.5 Amarre efecto muelle

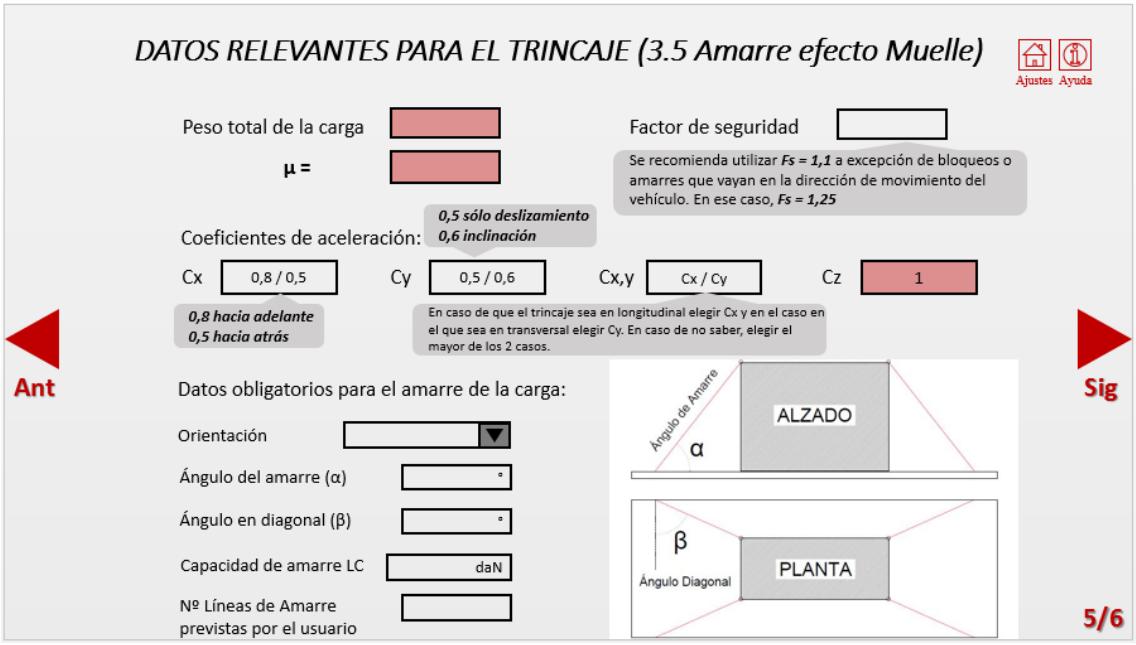


Imagen 31. Amarre con efecto muelle

Por último después de todas estas versiones de la pantalla 5/6, viene la última pantalla del programa en la que sale un resumen de los resultados que saldrán en el informe final.

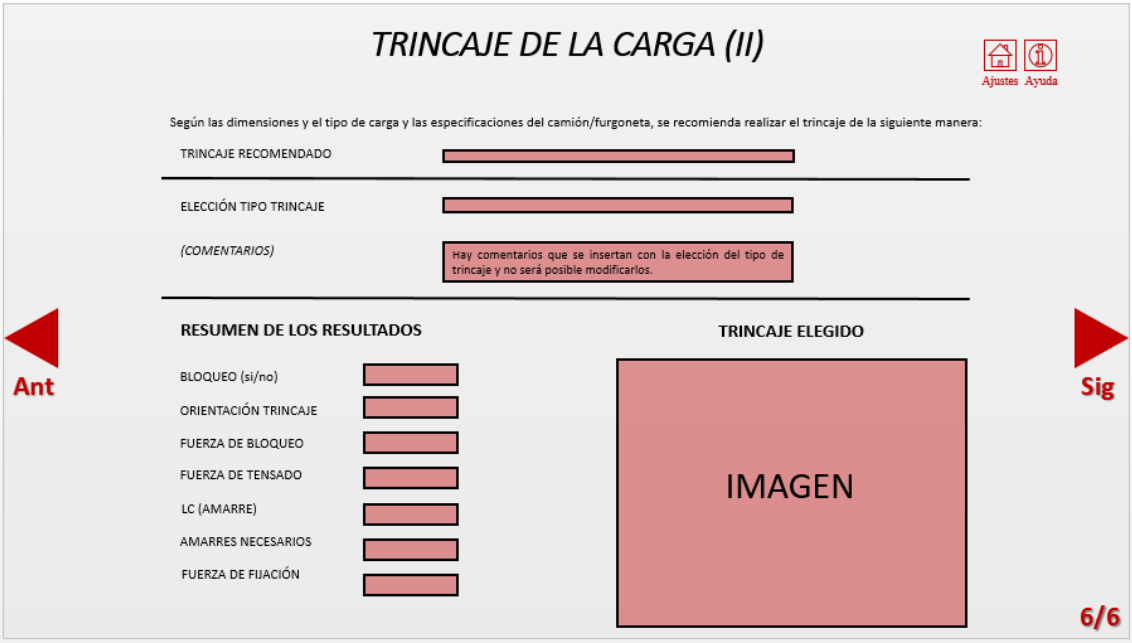


Imagen 32. Resumen de resultados

En esta última pantalla se muestra al usuario un resumen de los resultados del programa para que pueda hacerse una idea de la solución antes de tener que ver el protocolo de carga.

En la parte superior se muestran los trincajes recomendado y elegido, con sus respectivos comentarios, y en la parte inferior de la pantalla, se muestran los resultados importantes de cada tipo de trincaje (número de amarres, fuerzas de bloqueo, tensado y fijación…)

Por último se vuelve a mostrar la imagen de la carga sujeta con el trincaje elegido por el usuario.

Además de las pantallas anteriores, también se especifica una pantalla o ventana extra que se abre para los mensajes de error y es la siguiente:

Después de las pantallas anteriores, el programa debe dar la opción al usuario de imprimir o guardar el informe final o protocolo de carga.

Dicho protocolo se muestra en el apartado 'PROTOCOLO DE CARGAS'.

FORMULACIÓN DE LAS PANTALLAS

En este documento debe especificarse absolutamente todo lo relacionado con las pantallas del programa.

FORMULACIÓN ACLARATORIA DE PANTALLAS

Todas las variables de las pantallas están en el libro de Excel ***TABLAS.xlsx*** en las pestañas de ***Variables Pantallas*** y ***Tabla Variables Cálculos***.

Pantalla Inicio

El usuario deberá clicar en la flecha roja que aparece en pantalla para comenzar a utilizar el programa.

Pantalla 1/6. Datos del transporte de la carga

- ***Nombre de la empresa***: El usuario deberá introducir manualmente el nombre de la empresa encargada de transportar la carga y realizar el trincaje. No es obligatorio para el usuario rellenar este apartado para pasar de página, pero es recomendable, ya que si hay algún problema, se puede identificar fácilmente al responsable.

- ***Nombre del cargador***: El usuario deberá introducir manualmente el nombre del encargado de transportar la carga y realizar el trincaje. No es obligatorio para el usuario rellenar este apartado para pasar de página, pero es recomendable, ya que si hay algún problema, se puede identificar fácilmente al responsable.

- ***Familia de carga***: El usuario elegirá de un listado la familia de carga que más se parezca a la suya, para poder realizar los cálculos y recomendaciones en las siguientes pantallas del programa.
    - El listado se muestra en la hoja Excel → ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Familia de la Carga***.

- ***Tipo / Material de la carga***: El usuario elegirá de un desplegable el tipo de carga colocada en su vehículo de transporte. El listado se saca del Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo/Material de la Carga***; se mostrarán en el desplegable sólo las opciones que aparecen dentro de la familia elegida en el punto anterior.

- ***Sentido de la carga***: El usuario elegirá de un listado el sentido en el que irá la carga colocada. Después de haber elegido el tipo de carga anteriormente, se descartan algunas de las opciones como se puede apreciar en el Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo / Material de Carga***. Sólo se mostrarán en el desplegable las que aparezcan en la columna F para dicha carga. Cuando pone cualquiera en el Excel, significa que puede ir en longitudinal, transversal o vertical. Este apartado es meramente informativo y no influye a la hora de realizar los cálculos posteriores.

- ***(+)***: El símbolo de suma a la derecha de los recuadros es para introducir otro origen, destino y carga en caso de que el usuario lleve cargas diferentes al mismo tiempo. Por lo tanto al clicar el usuario sobre el símbolo, deberán aparecer otros recuadros idénticos para rellenar. Los siguientes recuadros son los que deben aparecer nuevos:

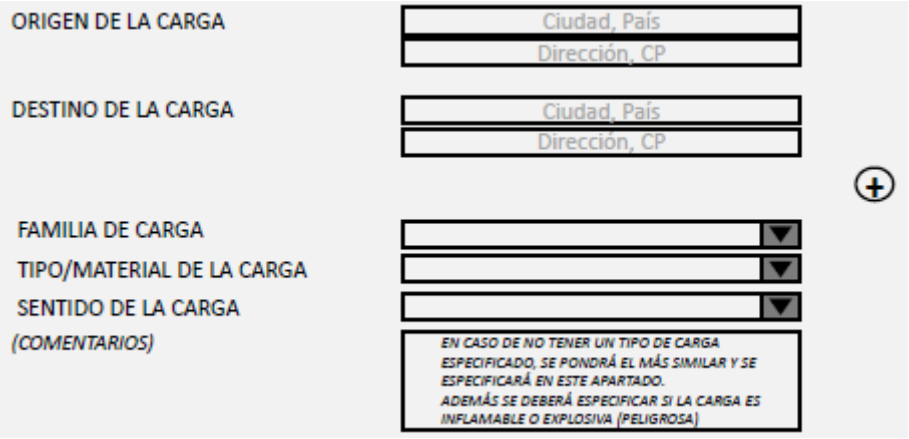


Imagen 33. Aclaración

- ***(Comentarios)***: El usuario deberá introducir manualmente los comentarios que considere oportunos sobre su carga. Además si no aparece en la lista anterior su carga, deberá especificarla en este apartado. También deberá indicar si la carga es peligrosa (ya sea inflamable o explosiva) para que a la hora de realizar informes se plasme y se tenga en cuenta. Este apartado no es obligatorio de rellenar.

- En las pantallas tiene que aparecer una flecha de siguiente pantalla y otra de anterior pantalla que el usuario podrá clicar. La de anterior en cualquier momento y la de siguiente sólo en caso de haber rellenado todos los recuadros obligatorios.

Pantalla 2/6. Datos del camión/furgoneta

- ***Masa máx. autorizada (MMA)***: El usuario deberá introducir manualmente el peso máximo que su vehículo admite (en kg). Debe aparecer el símbolo 'kg' en el recuadro siempre. Está bien utilizar las flechas para subir y bajar el valor introducido de todas las variables numéricas de esta página.

- ***Dimensiones del espacio de carga***: En este apartado se especificarán las dimensiones totales del espacio de carga en el vehículo.

    - ***Largo***: El usuario deberá introducir manualmente la longitud total del espacio disponible para la carga en metros. Debe aparecer siempre el símbolo de metros (m) en el recuadro.
    - ***Ancho***: El usuario deberá introducir manualmente la anchura total del espacio disponible para la carga en metros. Debe aparecer siempre el símbolo de metros (m) en el recuadro.
    - ***Altura***: El usuario deberá introducir manualmente la altura total del espacio disponible para la carga en metros. Debe aparecer siempre el símbolo de metros (m) en el recuadro.

- ***Material suelo zona de carga***: En este apartado se desplegará una lista de posibles materiales y el usuario deberá elegir el material sobre el que pondrá la carga. El listado se sacará del libro Excel ***TABLAS.xlsx*** en la pestaña ***Factores de rozamiento*** columna B. Debería haber al final de la lista un factor de rozamiento que ponga 'Manual' en el que el usuario pueda introducir manualmente el factor de rozamiento que considere oportuno.

- ***μ***: Según el material elegido, saldrá un factor de rozamiento u otro. Se sacan estos valores del libro Excel ***TABLAS.xlsx*** en la pestaña ***Factores de rozamiento*** columna C. Este valor se podrá modificar por el usuario sólo en caso de elegir 'Manual' en la lista de 'Material suelo zona de carga'.

- ***(Comentarios)***: El usuario deberá introducir manualmente los comentarios que considere oportunos sobre su material. Este apartado no es obligatorio de rellenar.

- El recuadro de la derecha de la pantalla que pregunta por la parrilla sirve para abrir la pantalla 2bis. En caso de estar marcado el SI, al dar a siguiente, se abrirá la pantalla 2bis antes que la 3. (Para futuras versiones) ESTE RECUADRO SE HA ELIMINADO DE ESTA VERSIÓN DADO QUE NO SE VA A INCLUIR.

- Imagen lateral del camión. (correcta la que está ya)

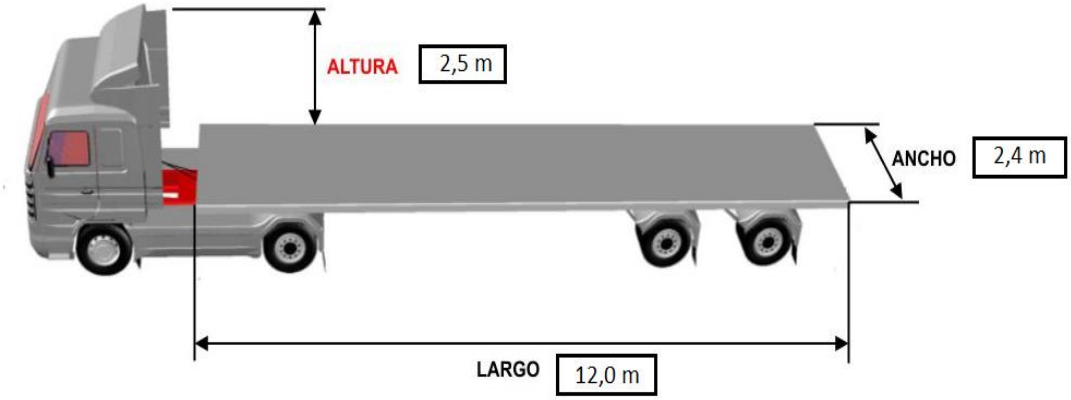


Imagen 34. Visual de las dimensiones

- En las pantallas tiene que aparecer una flecha de siguiente pantalla y otra de anterior pantalla que el usuario podrá clicar. La de anterior en cualquier momento y la de siguiente sólo en caso de haber rellenado todos los recuadros obligatorios.

Pantalla 2bis/6. Parrilla del camión (FUTURAS VERSIONES)

Esta pantalla es opcional y no se va a implementar en esta primera versión del programa.

- ***Ancho***: Dato importado de la pantalla 2. Debe aparecer el símbolo 'm' de metros en el recuadro siempre. El usuario no podrá modificar este apartado.

- ***Largo***: Dato importado de la pantalla 2. Debe aparecer el símbolo 'm' de metros en el recuadro siempre. El usuario no podrá modificar este apartado.

- La parrilla representada en la cuadrícula deberá tener un cuadro de ancho por cada 0,25 metros indicados en 'ancho'. Además tendrá un cuadro de largo por cada 0,25 metros indicados en 'largo.

Ejemplo: Ancho 2,5m; Largo 13m → La parrilla tendrá 2,5/0,25=10 cuadros de ancho y 13/0,25=52 cuadros de largo.

Pantalla 3/6. Datos de la carga

- ***Familia de carga***: No se podrá modificar por el usuario. En el recuadro se tiene que importar la familia de carga elegida en el mismo apartado de la pantalla anterior (2).

- ***Tipo/Material de la carga***: No se podrá modificar por el usuario. En el recuadro se tiene que importar el tipo de carga elegido en el mismo apartado de la pantalla anterior (2).

- ***Sentido de la carga***: No se podrá modificar por el usuario. En el recuadro se tiene que importar el sentido de la carga elegido en el mismo apartado de la pantalla anterior.

- ***(Comentarios)***: No se podrá modificar por el usuario. En el recuadro se tiene que importar la descripción y los detalles escritos en el mismo apartado de la pantalla anterior.

- ***Origen de la carga***: El usuario en el primer recuadro deberá introducir manualmente la ciudad y el país del origen del trayecto del transporte de la carga. Además en el segundo recuadro el usuario deberá introducir manualmente una dirección más específica del origen y su código postal.

  Este apartado no es de obligatorio relleno, pero es recomendable para tener controlado el trayecto que va a realizar la carga.

- ***Destino de la carga***: El usuario en el primer recuadro deberá introducir manualmente la ciudad y el país del destino del trayecto del transporte de la carga. Además en el segundo recuadro el usuario deberá introducir manualmente una dirección más específica del destino y su código postal.
  Este apartado no es de obligatorio relleno, pero es recomendable para tener controlado el trayecto que va a realizar la carga.

- ***Peso de la carga***: En este apartado se especificarán el peso unitario de la carga y el número de unidades del mismo.

  - ***Peso unitario***: El usuario deberá introducir manualmente la masa en kg de una unidad de su carga. Debe aparecer el símbolo ‘kg’ en el recuadro

siempre. En caso de conocer únicamente la masa total de la carga, se introducirá dicha masa en peso unitario y en Nº de unidades se pone un 1.

- ***Nº***: El usuario deberá introducir manualmente el número de unidades de carga que va a trincar y transportar. Igual que el punto anterior, en caso de conocer únicamente la masa total de la carga, se introducirá dicha masa en peso unitario y en Nº de unidades se pone un 1.

- ***Peso total***: El usuario no podrá modificar este apartado. En el recuadro se importará el resultado de la siguiente fórmula. Debe aparecer el símbolo 'kg' en el recuadro siempre.

$$Peso\ total = Peso\ unitario \cdot N^{\circ}Unidades$$

- ***Dimensiones de la carga***: En este apartado se especificarán las dimensiones totales de la carga. Si cualquier dimensión de la carga supera la misma dimensión en el espacio de carga, el programa debe avisar con un mensaje de error. En caso de tener varias cargas, sí que debe ser además por áreas. La suma de las áreas no debe superar el área total de espacio de carga del camión.

  - ***Largo***: El usuario deberá introducir manualmente la longitud total de la carga en metros sin sobrepasar la dimensión del espacio de carga del camión. Debe aparecer siempre el símbolo de metros (m) en el recuadro.
  - ***Ancho***: El usuario deberá introducir manualmente la anchura total de la carga en metros sin sobrepasar la dimensión del espacio de carga del camión. Debe aparecer siempre el símbolo de metros (m) en el recuadro.
  - ***Altura***: El usuario deberá introducir manualmente la altura total de la carga en metros sin sobrepasar la dimensión del espacio de carga del camión. Debe aparecer siempre el símbolo de metros (m) en el recuadro.

- ***Imagen de la carga especificada***: Una vez conocidos todos los detalles de la carga, se muestra en una imagen en el recuadro. Los archivos con las imágenes se especifican también en el Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo / Material de Carga*** en la columna ***Imagen***. Es el primer archivo de los 2 mencionados en los recuadros. El segundo archivo corresponde a la carga ya trincada.

- En las pantallas tiene que aparecer una flecha de siguiente pantalla y otra de anterior pantalla que el usuario podrá clicar. La de anterior en cualquier momento y la de siguiente sólo en caso de haber rellenado todos los recuadros obligatorios.

Pantalla 4/6. Trincaje de la carga

- ***Trincaje recomendado***: Este apartado no lo puede modificar el usuario. Se importa la solución según un listado que se proporcionará en el libro Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo / Material de Carga*** en la columna ***Recomendación de Trincaje.***

- ***Elección tipo trincaje***: El usuario elegirá el tipo de trincaje de un listado de opciones que se mostrarán en el Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo / Material de Carga*** en la columna ***Listado de Trincaje de Carga.***

Este punto ha sido controvertido pero es imprescindible porque en ciertas ocasiones el usuario tiene posibilidades (incluso legales) de cambiar el tipo de trincaje. Así por ejemplo, puede que de las cargas se recomiende el amarre superior (2.1), pero el usuario puede utilizar el amarre superior + bloqueo (2.2) lo que le hace disminuir el número de amarres.

Otro supuesto sería el del amarre superior para evitar balanceo (2.3) frente al amarre superior (2.1).

De hecho, los valores que se plantean en la tabla Excel ***Listado de Cargas.xlsx,*** son valores recomendados (y por tanto no obligatorios).

- ***(Comentarios)***: Este apartado no se puede modificar. Se importan los comentarios del Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo / Material de Carga*** en la columna ***Recomendaciones o Comentarios.***

- ***Imagen Camión + Trincaje***: Según el trincaje que se escoge anteriormente, el programa deberá importar la imagen correspondiente a ese tipo de trincaje. Esta imagen sale del Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo / Material de Carga*** en la columna ***Imagen)***. En este caso se importará el segundo archivo del recuadro.
  Si el cargador elige otro tipo de trincaje que no es el recomendado, en el lugar de la imagen aparecerá un mensaje de “Imagen NO disponible”.

- ***Trincaje UNE-EN 12195-1***: En este apartado debe aparecer una imagen de la UNE con el trincaje elegido. Esta imagen se obtiene del Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Imagen UNE*** en la columna ***Imagen UNE***.

Pantalla 5/6. Datos relevantes para el trincaje

(pantallas diferentes según tipo de trincaje. Ver en *Pantalla_5_tipos.ppt*)

- ***Peso total de la carga***: El valor se importa del mismo apartado de la pantalla 3/6. Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. Este apartado es común a todas las pantallas 5 sin importar el tipo de trincaje que sea.

- ***μ (coeficiente de rozamiento)***: El valor se importa del mismo apartado de la pantalla 2/6. Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. Este apartado es común a todas las pantallas 5 sin importar el tipo de trincaje que sea.

- ***Fs (factor de seguridad)***: El valor se introduce manualmente por el usuario siempre siguiendo los consejos de seguridad de la norma UNE. Este apartado es común a todas las pantallas 5 sin importar el tipo de trincaje que sea.

- ***Cx (coeficiente de aceleración longitudinal)***: El usuario deberá elegir entre los dos valores de Cx que se muestran en la siguiente tabla. Se suele elegir o recomendar el mayor de los dos valores. Este apartado es común a todas las pantallas 5 sin importar el tipo de trincaje que sea.

Fijaciones en	**Coeficientes de aceleración**				
	c_x longitudinalmente		**c_y transversalmente**		**c_z verticalmente hacia abajo**
	hacia adelante	**hacia atrás**	**sólo deslizamiento**	**inclinación**	
dirección longitudinal	0,8	0,5	–	–	1
dirección transversal	–	–	0,5	0,5/0,6	1

- ***Cy (coeficiente de aceleración transversal)***: El usuario deberá elegir entre los dos valores de Cy que se muestran en la siguiente tabla. Se suele recomendar el mayor de los dos valores posibles. Este apartado es común a todas las pantallas 5 sin importar el tipo de trincaje que sea.

Fijaciones en	**Coeficientes de aceleración**				
	c_x longitudinalmente		**c_y transversalmente**		**c_z verticalmente hacia abajo**
	hacia adelante	**hacia atrás**	**sólo deslizamiento**	**inclinación**	
dirección longitudinal	0,8	0,5	–	–	1
dirección transversal	–	–	0,5	0,5/0,6	1

- ***Cz (coeficiente de aceleración vertical)***: El usuario no podrá modificar este apartado, porque como se puede observar en la tabla, tiene valor único. Este apartado es común a todas las pantallas 5 sin importar el tipo de trincaje que sea.

Fijaciones en	**Coeficientes de aceleración**				
	c_x longitudinalmente		**c_y transversalmente**		**c_z verticalmente hacia abajo**
	hacia adelante	**hacia atrás**	**sólo deslizamiento**	**inclinación**	
dirección longitudinal	0,8	0,5	–	–	1
dirección transversal	–	–	0,5	0,5/0,6	1

- ***Cx,y (coeficiente de aceleración longitudinal)***: El usuario deberá elegir entre usar Cx o Cy en los cálculos según la dirección en la que se realice el trincaje. En caso de realizar el trincaje longitudinal debería elegir Cx y en el caso de hacer el trincaje transversal debería elegir Cy. En caso de no saber cuál escoger, utilizar siempre el mayor de los 2 porque será más seguro. Este apartado es común a todas las pantallas 5 sin importar el tipo de trincaje que sea a excepción de las pantallas 5 de:
  - 2.3 Amarre Sup Balanceo
  - ***3***.4 Amarre en Bucle

- ***Orientación trincaje***: El usuario deberá elegir la orientación del trincaje. En un desplegable se mostrarán las 3 opciones que tiene:
  - Longitudinal
  - Transversal
  - En ambas direcciones

- ***Capacidad de amarre (LC)***: El usuario deberá introducir manualmente la capacidad de amarre que tenga en sus dispositivos de amarre habituales. Debe aparecer siempre el símbolo de daN (deca-newtons). Este apartado sólo debe aparecer en los casos en los que se especifica en la presentación de PowerPoint.

- ***Fuerza de tensado (STF)***: El usuario deberá introducir manualmente el valor de fuerza de tensado de las cintas de las que dispone para realizar los amarres. Siempre debe aparecer la unidad del deca-Newton (daN) en el recuadro. Este apartado sólo debe aparecer en los casos en los que se especifica en la presentación de PowerPoint.

- ***Ángulo de amarre (α)***: El usuario deberá introducir manualmente un valor del ángulo de amarre lo más exacto posible para el caso de utilizar dispositivos de amarre. Se mostrará siempre la unidad (º). Saldrá por defecto un ángulo calculado en caso de haber rellenado la pantalla 2bis, en caso contrario, se rellenará manualmente. Este apartado sólo debe aparecer en los casos en los que se especifica en la presentación de PowerPoint.

- ***Ángulo en diagonal (β)***: El usuario deberá introducir manualmente un valor del ángulo de amarre en diagonal lo más exacto posible para el caso de utilizar dispositivos de amarre en diagonal. Se mostrará siempre la unidad (º). Saldrá por defecto un ángulo calculado en caso de haber rellenado la pantalla 2bis, en caso contrario, se rellenará manualmente. Este apartado sólo debe aparecer en los casos en los que se especifica en la presentación de PowerPoint.

- ***Nº Amarres disponibles***: En caso de utilizar el apartado 2.2 (Amarre superior desliz. + Bloqueo) se pedirá al usuario que introduzca el número de amarres que desea utilizar para combinarlo con el bloqueo. Este apartado sólo debe aparecer en los casos en los que se especifica en la presentación de PowerPoint.

- En caso de querer utilizar amarre en bucle, se deberán introducir manualmente los siguientes 4 apartados. En caso de que no sea amarre en bucle, no deberán aparecer. Se mostrará siempre la unidad (º)
    - Ángulo de amarre en bucle 1 (α1)
    - Ángulo de amarre en bucle 2 (α2)
    - Ángulo en diagonal en bucle 1 (β1)
    - Ángulo en diagonal en bucle 2 (β2)

- Imagen aclaratoria para los casos siguientes:

  - ***2***.1 Amarre Sup Desliz
  - ***2***.2 Amarre Sup Desliz + Bloq
  - ***2***.3 Amarre Sup Balanceo
  - ***3***.1 Amarre inclinac long trans

Imagen 35. Aclaración ángulos

- Imagen aclaratoria de los términos para para los siguientes casos:

  - 3.2 Amarre en diagonal
  - 3.3 Am. Dir. Contra incl. + Bloq
  - 3.5 Amarre efecto muelle

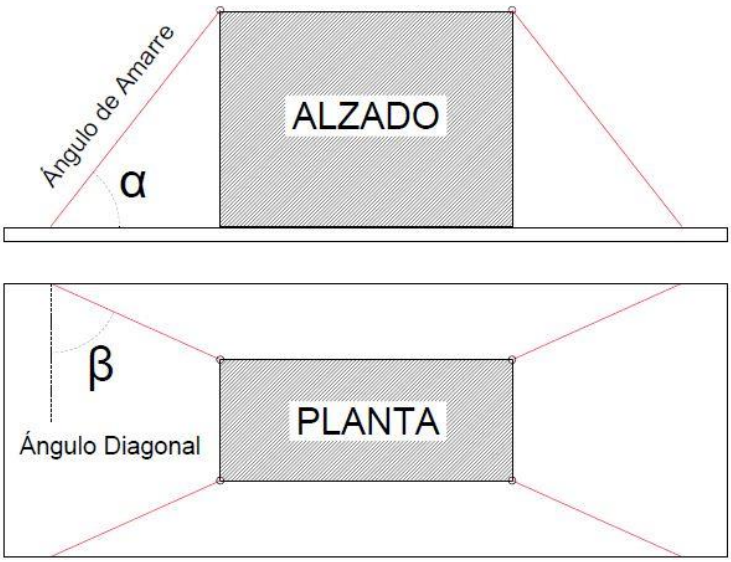


Imagen 36. Aclaración ángulos

- Imagen aclaratoria de los términos para amarres en bucle:

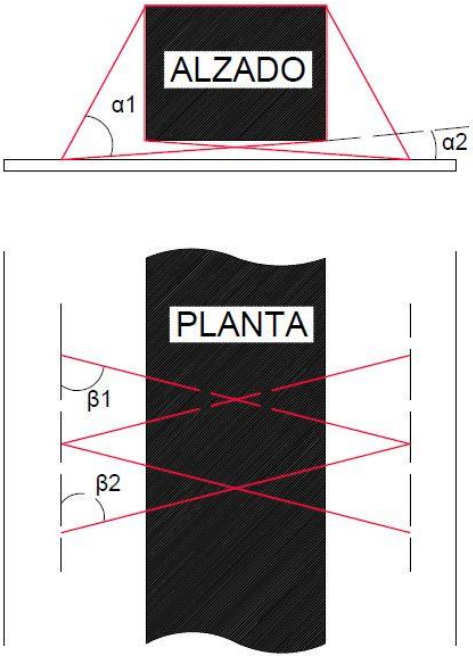


Imagen 37. Aclaración ángulos bucle

Pantalla 6/6. Trincaje de la carga

Esta pantalla es igual para todos los casos excepto el que más adelante se contempla (Lo único que cambiaría se especifica en el punto "Amarres Necesarios" del resumen de resultados.

- ***Trincaje recomendado***: Este apartado no lo puede modificar el usuario. El resultado será importado de la pantalla 4/6.

- ***Elección tipo trincaje***: Este apartado no lo puede modificar el usuario. El resultado será importado de la pantalla 4/6.

- ***(Comentarios)***: Este apartado no se puede modificar. El resultado será importado de la pantalla 4/6.

- ***Resumen de los resultados***

    - ***Bloqueo (si/no)***: Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. El programa deberá importar si el usuario eligió o no "bloqueo" (1), "Amarre Sup. Desliz + Bloq" (2.2) o "Am Dir. Contra incl + Bloq" (3.3) en la pantalla 4/6. Siempre que el método de trincaje contenga bloqueo, debe aparecer un tick en el recuadro.

    - ***Orientación trincaje***: Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. El programa deberá importar la orientación del trincaje.

    - ***Fuerza de bloqueo***: Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. El programa deberá importar los resultados de los cálculos realizados en la hoja Excel ***Cálculos Trincaje.xlsx*** en caso de haber bloqueo. Debe aparecer el resultado en Newton (N). Si no hay bloqueo, se debe introducir una línea horizontal que cruce todo el recuadro y simule que no hay fuerza de bloqueo. [La fuerza de bloqueo tiene que mostrarse con un símbolo de mayor que. Ejemplo: BC > 5000 N] Aunque en las variables y en las hojas de cálculo se calcule la fuerza de bloqueo como Fb, y luego se utilice otra fuerza que es la correcta de bloqueo BC, la fuerza que debe aparecer en este apartado es la segunda. (BC > 10000 N)

    - ***Fuerza de tensado***: Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. El programa deberá importar el resultado de los cálculos en las pestañas del Excel en las que se utilice. Estos resultados se sacan del Excel ***Cálculos Trincaje.xlsx*** en las diferentes pestañas de tipos de amarre. Debe aparecer el resultado en Newton (N). Si no hay Fuerza de tensado, se debe introducir una línea horizontal que cruce todo el recuadro y simule que no hay fuerza de tensado. Se recuerda al programador que esta fuerza es un dato que el usuario introduce, pero se quiere que aparezca también como resultado.

    - ***LC (capacidad de amarre)***: Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. El programa deberá importar la LC introducida por el usuario anteriormente de sus dispositivos de amarre. Sólo se importa en los casos en los que se requiere en el Excel ***Cálculos Trincaje.xlsx*** en las diferentes pestañas. Si no hay LC (capacidad de amarre), se debe introducir una línea horizontal que cruce todo el recuadro y simule que no hay LC (capacidad de amarre). Se recuerda al programador que esta fuerza es un dato que el usuario introduce, pero se quiere que aparezca también como resultado.

En caso de que la fuerza de tensado sea mayor a la capacidad de amarre, se debe avisar al usuario que los amarres que utiliza, no son suficientemente resistentes.

- ***Amarres necesarios***: Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. El programa deberá importar el resultado de los cálculos de números de amarres según las especificaciones y según el trincaje elegido. Estos resultados se sacan del Excel ***Cálculos Trincaje.xlsx*** en las diferentes pestañas de tipos de amarre. (Estos amarres son la 'n' de las diferentes pestañas de la hoja Excel ***Cálculos Trincaje.xlsx***). Si no hay amarres (o en su caso líneas de amarre como se expone en el párrafo siguiente), se debe introducir una línea horizontal que cruce todo el recuadro y simule que no hay amarres.

Cuando se trate del caso de Amarre efecto Muelle (3.5) el término "número de amarres" ('n'), hay que sustituirlo por "líneas de amarre" ('q').

- ***Fuerza de fijación***: Este apartado no podrá ser modificado por el usuario. El programa deberá importar la fuerza de fijación en los casos en los que se calcula en el Excel ***Cálculos Trincaje.xlsx*** en las diferentes pestañas. Debe aparecer el resultado en Newton (N). Si no hay Fuerza de fijación, se debe introducir una línea horizontal que cruce todo el recuadro y simule que no hay fuerza de fijación.

- ***Imagen Trincaje elegido***: Según el trincaje que se escoge anteriormente, el programa deberá importar la imagen correspondiente a ese tipo de trincaje. Esta imagen sale del Excel ***Listado de Cargas.xlsx*** en la pestaña ***Tipo / Material de Carga*** en la columna ***Imagen)***. En este caso se importará el segundo archivo del recuadro.
  Si el cargador elige otro tipo de trincaje que no es el recomendado, en el lugar de la imagen aparecerá un mensaje de "Imagen NO disponible".

- En las pantallas tiene que aparecer una flecha de siguiente pantalla y otra de anterior pantalla que el usuario podrá clicar. La de anterior en cualquier momento y la de siguiente sólo en caso de haber rellenado todos los recuadros obligatorios.

Pantalla Protocolo de carga e informes

- En esta pantalla debe de aparecer el protocolo de carga o informe final: Se llama "PROTOCOLO_CARGAS_PRG.xls". Debido a su definición se han añadido 2 variables que pueden verse al final del archivo TABLAS.xlsx en la pestaña de Variables Pantallas. En el apartado de resultados, deben aparecer los valores que se usen y sean necesarios. Los demás pueden omitirse.

- ***Fecha del estudio de carga***: Tiene que aparecer la fecha actual de cuando se saca el informe o protocolo.
- ***Número de protocolo***: Debe llevar una cuenta secuencial empezando en el 000001, para poder tener una referencia del trincaje.

- Los demás datos los deberá ir importando el programa según se vayan rellenando, a excepción de 'Firma y sello de la empresa' que sale al final del protocolo. Eso se firmará y se sellará después de impreso.

Mensaje de advertencia

El usuario no podrá modificar nada en este apartado.

Saldrá un mensaje de advertencia cada vez que un usuario intente meter un dato que esté fuera del rango obligatorio para esa variable.

Resolución a considerar:

1600x900

Arquitectura a considerar:

Aunque no se tiene claro el vocabulario a emplear, sería de agrado que el programa tuviera una base de datos independiente con los datos de partida adecuados, de modo que si se cambian los datos de partida, no haya que modificar el programa.

Igualmente, sería deseable una base de datos con los resultados, de modo que se forme un triángulo virtual entre el programa y las dos bases de datos descritas.

Por otro lado, de cara al futuro, habría que saber si se está capacitado para hacer desarrollos Cliente-Servidor, con API Servidor + API Cliente y consumo multidispositivo y responsive (desde aplicación desktop, app móvil (Android e iOS) y web) con persistencia de datos en servidor de base de datos externo (ie. mysql o MariaDB) y persistencia en local para trabajos sin conexión y posterior sincronización (app móvil y desktop). Debe soportar multiusuario y multiempresa. Esto lo podrá decir el equipo de programadores sin problemas. La arquitectura ideal sería algo muy similar (igual prácticamente) a desarrollos como TodoIst, Evernote, etc.

HOJAS DE CÁLCULO PARA EL PROGRAMA

Las hojas de cálculo del programa están divididas en pantallas. Hay una pantalla para cada tipo de amarre disponible para el programa.

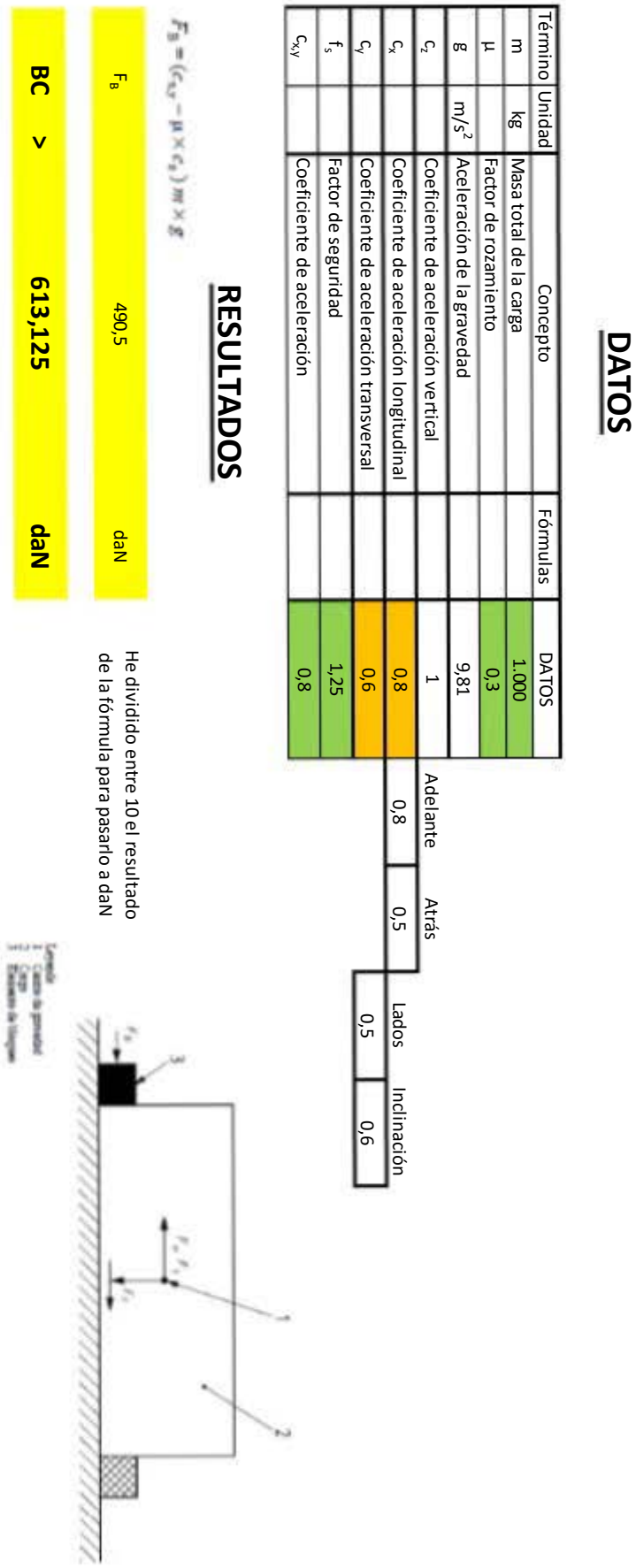
Todas estas pantallas contienen datos relevantes y obligatorios para poder efectuar los cálculos y posteriormente las fórmulas y los resultados que debe proporcionar el programa.'

Toda la programación correspondiente a esta parte del proyecto (hojas de cálculo), debe estar basada en la relación de estos cálculos con las pantallas del programa.

Las hojas de cálculo tienen las siguientes pestañas:

- 1. Bloqueo
- 2.1 Amarre Sup desliz
- 2.2 Amarre Sup Desliz + Bloqueo
- 2.3 Amarre Sup balanceo
- 3.1 Amarre inclinac long trans
- 3.2 Amarre en diagonal
- 3.3 Am. Dir. contra incl + Bloq
- 3.4 Amarre en bucle
- 3.5 Amarre efecto muelle

- 1. **Bloqueo**



DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		1.000
μ		Factor de rozamiento		0,3
g	m/s²	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,6
f_s		Factor de seguridad		1,25
$c_{x,y}$		Coeficiente de aceleración		0,8

Adelante	Atrás
0,8	0,5

Lados	Inclinación
0,5	0,6

RESULTADOS

$$F_B = (c_{x,y} - \mu \times c_z)\, m \times g$$

F_B	490,5	daN
BC	**>**	**613,125**	**daN**

He dividido entre 10 el resultado de la fórmula para pasarlo a daN

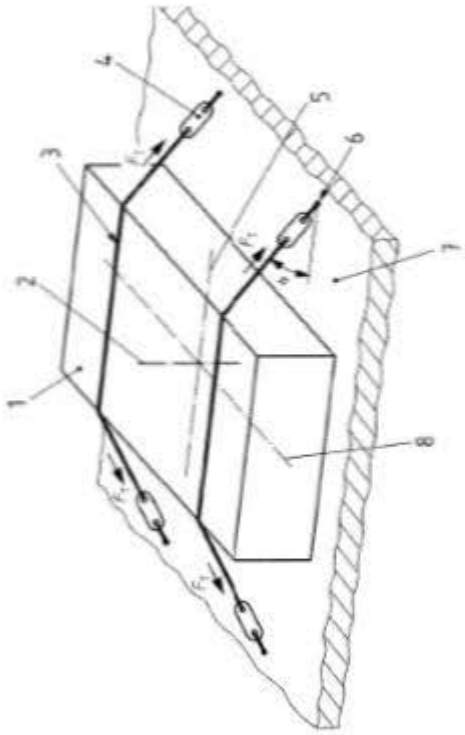
- **2.1 Amarre Sup desliz**

DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		10.000
μ		Factor de rozamiento		0,6
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,6
f_s		Factor de seguridad		1,25
α	º	Ángulo de amarre		70
F_T	N	Fuerza de tensado		7.500
$c_{x,y}$		Coeficiente de aceleración		0,8

Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
0,8	0,5	0,5	0,6

sin α	cos α
0,94	0,34



RESULTADOS

$$n \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \times c_z)\, m \times g}{2\mu \times \operatorname{sen}\alpha \times F_T} f_s$$

n	**>**	**2,90**	**amarres**
n(a usar)	**>**	**3**	**amarres**

- 2.2 Amarre Sup Desliz + Bloqueo

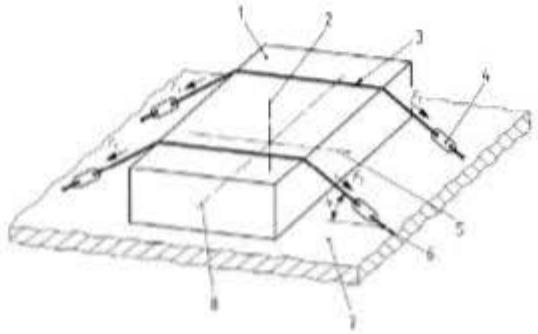
DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		10.000
μ		Factor de rozamiento		0,6
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,6
f_s		Factor de seguridad		1,25
α	º	Ángulo de amarre		80
F_T	N	Fuerza de tensado		5.000
N		Amarres previstos por el usuario		2
$c_{x,y}$		Coeficiente de aceleración		0,8

Adelante	Atrás
0,8	0,5

Lados	Inclinación
0,5	0,6

sin α	cos α
0,98	0,17



RESULTADOS

Amarres necesarios sin bloqueo

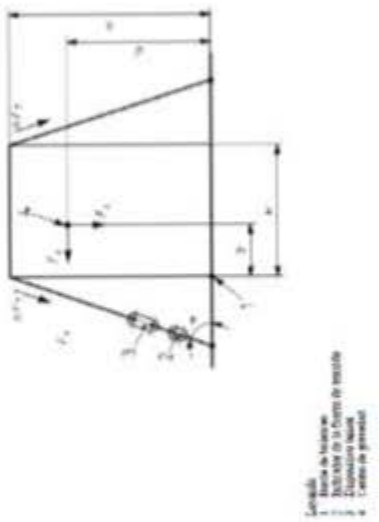
$$n \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \times c_z) m \times g}{2\mu \times \operatorname{sen}\alpha \times F_T} f_s$$

n	>	4,15	amarres sin bloqueo
n(a usar)	>	5	amarres sin bloqueo

$$BC + 2n \times \mu \times \operatorname{sen}\alpha \times F_T / f_s > (c_{x,y} - \mu \times c_z) m \times g$$

n	=	2	amarres con bloqueo
BC	>	1016,6	daN

- **2.3 Amarre Sup balanceo**



DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		10.000
μ		Factor de rozamiento		0,6
g	m/s²	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,5
f_s		Factor de seguridad		1,25
α	º	Angulo de amarre		70
F_T	N	Fuerza de tensado		7.500
h	m	Altura de la carga		2,8
w	m	Ancho de la carga		1,2
α/2	º	Angulo de amarre/2		35

	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
	0,8	0,5	0,5	0,6

sin α	cos α	sin α/2	cos α/2
0,94	0,34	0,57	0,82

RESULTADOS

$$n \geq \frac{m \times g}{2 \times F_T \times \operatorname{sen}\alpha}\left(c_y \frac{h}{w} - c_z\right) \times f_s$$

$$n \geq \frac{m \cdot g}{\operatorname{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot F_T \cdot 4} \cdot (c_x \cdot h - c_z \cdot w) \cdot f_s$$

n (trans)	>	1,45	amarres	n (long)	>	7,41 amarres
n(a usar)	>	2	amarres	n(a usar)	>	8 amarres

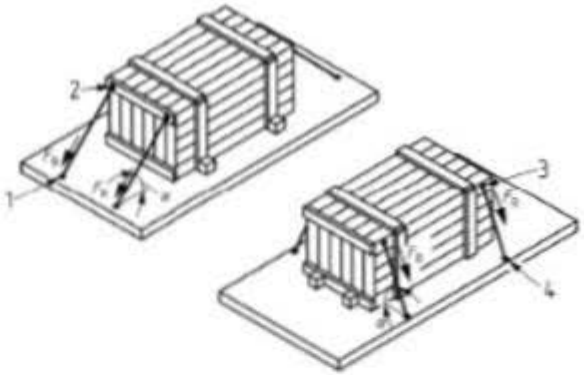
- **3.1 Amarre inclinac long trans**

DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		5.000
μ		Factor de rozamiento		0,4
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,5
f_s		Factor de seguridad		1,25
α	º	Ángulo de amarre		50
f_μ		Factor de conversión		0,75
$c_{x,y}$		Coeficiente de aceleración		0,8

Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
0,8	0,5	0,5	0,6

sin α	cos α
0,77	0,64



Leyenda
1 Punto de anclaje
2 Punto de sujeción
3 Punto de sujeción
4 Punto de anclaje

RESULTADOS

$$F_R = m \times g \frac{(c_{xy} - \mu \times f_\mu \times c_z)}{2(\cos\alpha + \mu \times f_\mu \times \operatorname{sen}\alpha)}$$

F_R	**=**	**14053**	**N/amarre**
LC	**>**	**1405**	**daN**
n	**=**	**4**	**Amarres Longitudinales**

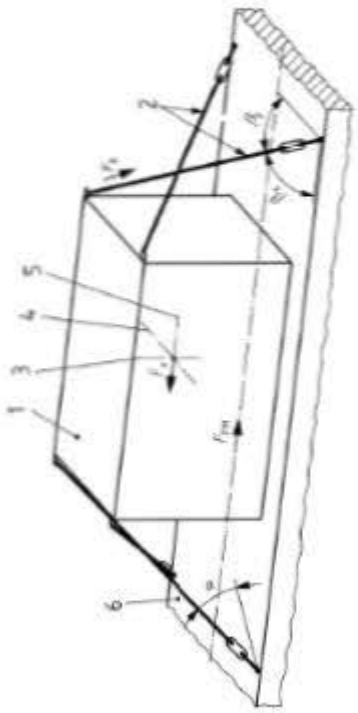
- **3.2 Amarre en diagonal**

DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		2.000
μ		Factor de rozamiento		0,4
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,5
f_s		Factor de seguridad		1,25
α	º	Ángulo de amarre		70
β	º	Ángulo diagonal		20
f_μ		Factor de conversión		0,75
$c_{x,y}$		Coeficiente de aceleración		0,8

	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
	0,8	0,5	0,5	0,6

	sin	cos
α	0,94	0,34
β	0,34	0,94



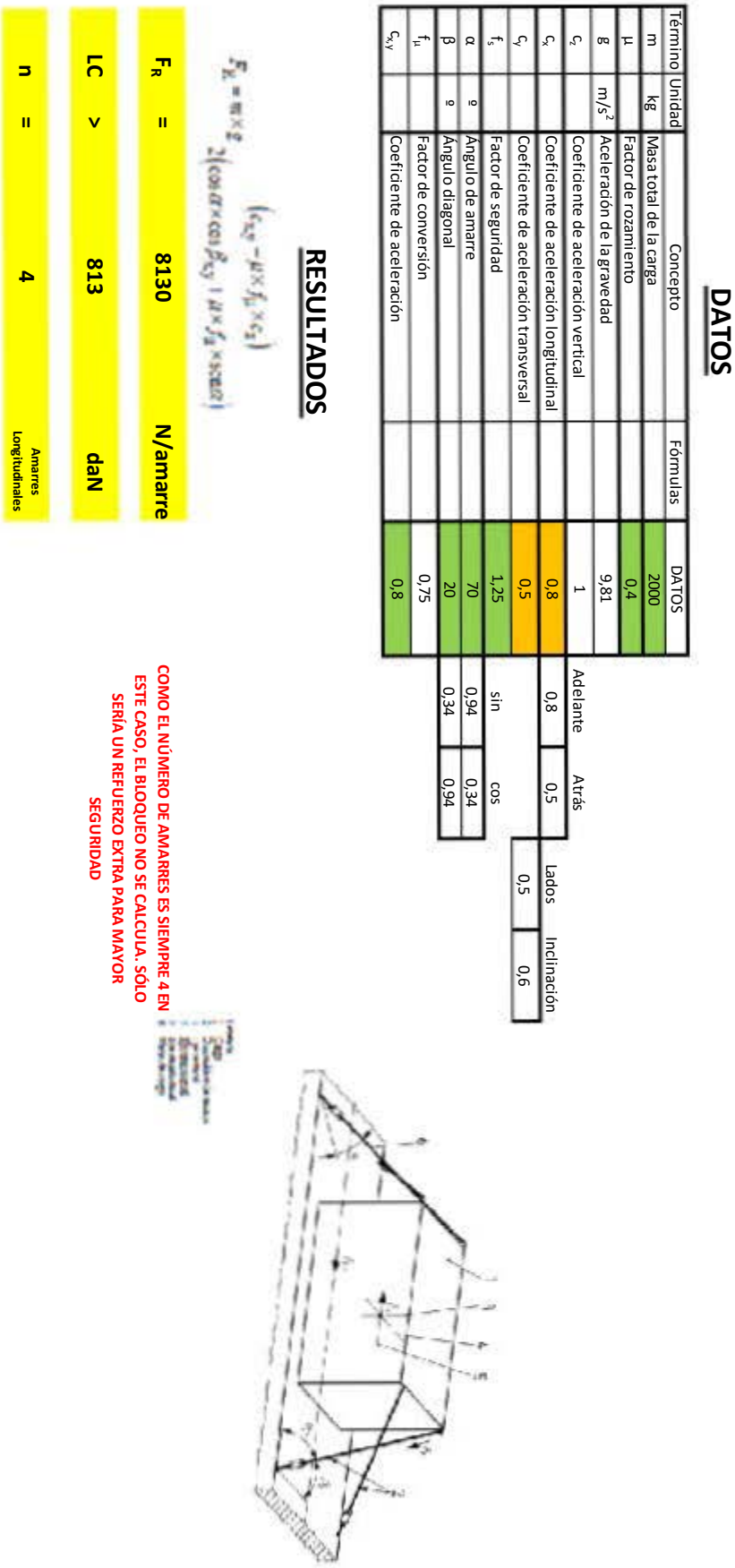
Leyenda
1 Carga
2 Dispositivo de sujeción
3 Eje vertical
4 Eje transversal
5 Eje longitudinal
6 Plano de carga

RESULTADOS

$$F_R = m \times g \frac{\left(c_{x,y} - \mu \times f_\mu \times c_z\right)}{2\left(\cos\alpha \times \cos\beta_{x,y} + \mu \times f_\mu \times \operatorname{sen}\alpha\right)}$$

F_R	=	8130	N/amarre
LC	>	813	daN
n	=	4	Amarres Longitudinales

- **3.3 Am. Dir. contra incl + Bloq**



DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		2000
μ		Factor de rozamiento		0,4
g	m/s²	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,5
f_s		Factor de seguridad		1,25
α	º	Ángulo de amarre		70
β	º	Ángulo diagonal		20
f_μ		Factor de conversión		0,75
$c_{x,y}$		Coeficiente de aceleración		0,8

Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
0,8	0,5	0,5	0,6

sin	cos
0,94	0,34
0,34	0,94

RESULTADOS

$$F_{R_x} = m \times g \qquad \left(c_{x,y} - \mu \times f_\mu \times c_z\right)$$
$$2\left(\cos\alpha \times \cos\beta_{x,y} + \mu \times f_\mu \times \sin\alpha\right)$$

F_R	=	8130	N/amarre
LC	>	813	daN
n	=	4	Amarres Longitudinales

COMO EL NÚMERO DE AMARRES ES SIEMPRE 4 EN ESTE CASO, EL BLOQUEO NO SE CALCULA. SÓLO SERÍA UN REFUERZO EXTRA PARA MAYOR SEGURIDAD

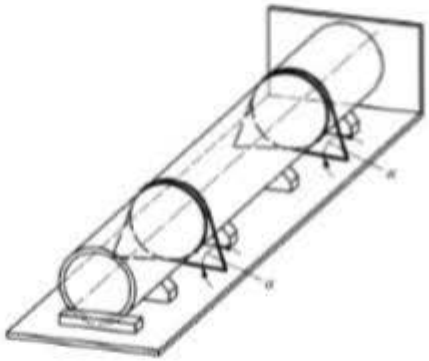
- 3.4 Amarre en bucle

DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		10.000
μ		Factor de rozamiento		0,2
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,5
f_s		Factor de seguridad		1,25
α_1	º	Ángulo de amarre 1		70
β_1	º	Ángulo diagonal 1		20
α_2	º	Ángulo de amarre 2		70
β_2	º	Ángulo diagonal 2		25
F_T	N	Fuerza de tensado		5000
f_μ		Factor de conversión		0,75

	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
	0,8	0,5	0,5	0,6

	sin	cos
α_1	0,94	0,34
β_1	0,34	0,94
α_2	0,94	0,34
β_2	0,42	0,91

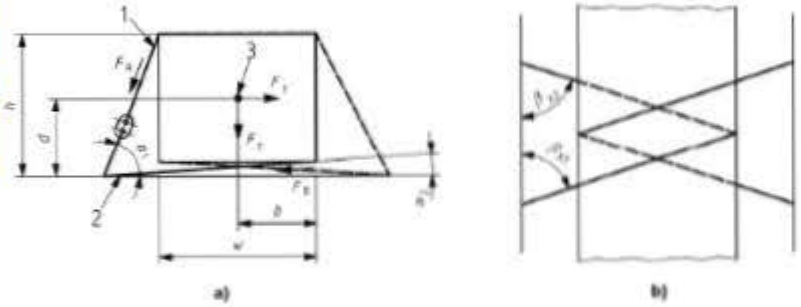


RESULTADOS

$$n \geq \frac{m \times g \times \left(c_y - c_z \times f_\mu \times \mu\right)}{F_R \times \left(\cos\alpha_1 \times \operatorname{sen}\beta_{x_1} + \cos\alpha_2 \times \operatorname{sen}\beta_{x_2} + f_\mu \times \mu \times \operatorname{sen}\alpha_1 + f_\mu \times \mu \times \operatorname{sen}\alpha_2\right)}$$

En este caso, F_R es igual a F_T

n	**>**	**12,64**	**pares de amarres**
n(a usar)	**>**	**13**	**pares de amarres**



Leyenda
1 Primeras líneas de amarre
2 Segundas líneas de amarre
3 Centro de gravedad

- **3.5 Amarre efecto muelle**

DATOS

Término	Unidad	Concepto	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa total de la carga		2000
μ		Factor de rozamiento		0,4
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad		9,81
c_z		Coeficiente de aceleración vertical		1
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		0,8
c_y		Coeficiente de aceleración transversal		0,5
f_s		Factor de seguridad		1,25
α	º	Ángulo de amarre		70
β	º	Ángulo diagonal		20
f_μ		Factor de conversión		0,75
$c_{x,y}$		Coeficiente de aceleración		0,8
q		Líneas de amarres previstas por el usuario		4

Adelante	Atrás
0,8	0,5

Lados	Inclinación
0,5	0,6

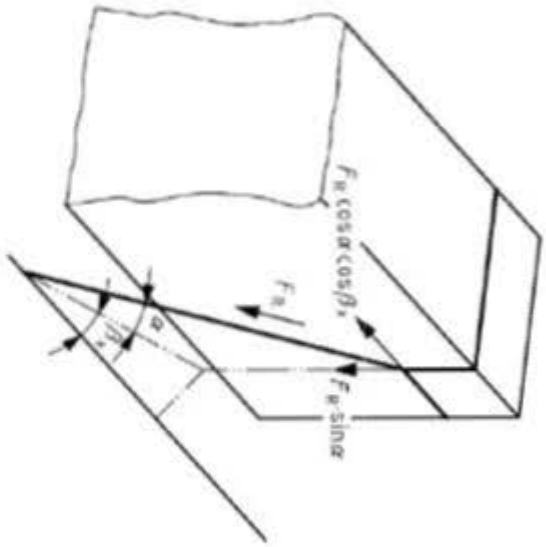
sin	cos
0,94	0,34
0,34	0,94

No se permiten valores impares

RESULTADOS

$$F_R = \frac{m \cdot g \cdot (c_z - c_x \cdot f_\mu \cdot \mu)}{q \cdot (f_\mu \cdot \mu \cdot \operatorname{sen} \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta)}$$

F_R	=	4065	N/amarre
LC	>	407	daN
q	=	4	líneas de amarre



FORMULACIÓN DE LAS HOJAS DE CÁLCULO

DETALLES DE LAS HOJAS DE FÓRMULAS DEL PROGRAMA

En primer lugar hay que saber que las celdas que están en **verde** en las hojas de cálculo, son las que contienen datos que se pueden modificar por el usuario. Los valores que aparecen actualmente se derivan de pruebas realizadas, y nada tienen que ver con los valores por defecto de la tabla de variables.

Los datos en **naranja** son datos que pueden cambiar pero entre dos valores fijos y no cualquier valor que quiera elegir el usuario.

Todos estos datos se pedirán al usuario en el programa.

- Masa de la carga: En todas las pestañas
- Factor de rozamiento: En todas las pestañas
- Ángulos de amarre: Sólo en caso de utilizar dispositivos de amarre
- Fuerza de tensión de amarre: Sólo en caso de utilizar dispositivos de amarre
- Coeficiente de aceleración $C_{X,\,Y}$ según la dirección del bloqueo.
- Factor de seguridad Fs

1. BLOQUEO

Si el bloqueo es longitudinal, $C_{X,Y}$ será igual a C_X. Al haber dos C_X (adelante y atrás), se recomienda escoger el mayor de ambos que sería adelante $C_X = 0{,}8$

Si el bloqueo es trasversal, $C_{X,Y}$ será igual a C_Y. Al haber dos C_Y (lados e inclinación), se recomienda escoger el mayor de ambos que sería inclinación $C_Y = 0{,}6$

Si el bloqueo es en ambas direcciones, se recomienda escoger el mayor de los 4 valores para $C_{X,Y}$

C_Z siempre será 1

Fijaciones en	Coeficientes de aceleración				
	c_x longitudinalmente		c_y transversalmente		c_z verticalmente hacia abajo
	hacia adelante	hacia atrás	sólo deslizamiento	inclinación	
dirección longitudinal	0,8	0,5	–	–	1
dirección transversal	–	–	0,5	0,5/0,6a	1

Por lo tanto en $C_{X,Y}$ habría que dar al usuario la opción de elegir cuál de los 4 valores de la tabla anterior va a elegir.

En la pestaña de bloqueo, hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E4***, el factor de fricción en la ***celda E5***, el coeficiente de aceleración elegido en la ***celda E11*** y el factor de seguridad de la ***celda E10***.

$$F_B = \left(c_{x,y} - \mu \cdot c_z\right) \cdot m \cdot g$$

La capacidad de bloqueo que es el resultado que interesa para dar es:

$$BC \geq F_B \cdot f_s$$

El cálculo de la fuerza necesaria de bloqueo se realiza en la ***celda C16***, pero posteriormente se ha de cumplir un factor de seguridad, por lo que el resultado final está en la ***celda C19***.

2. AMARRE SUPERIOR

2.1 (PARA EVITAR DESLIZAMIENTO)

En la pestaña 2.1 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E4***, el factor de fricción en la ***celda E5***, la fuerza de tensado del dispositivo de amarre en la ***celda E12***, el coeficiente de aceleración elegido en la ***celda E13*** y el ángulo de amarre en la ***celda E11***. Además el factor de seguridad se introduce en la ***celda E10.***

El cálculo del número de amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C20***.

Para el cálculo de número de amarres necesarios, se utiliza la siguiente ecuación:

$$n \geq \frac{\left(c_{x,y} - \mu \cdot c_z\right) \cdot m \cdot g}{2\mu \cdot sen\ \alpha \cdot F_T} \cdot f_s$$

En la ***celda C22***, se introduce el número de amarres reales a utilizar. Este número sería el número entero siguiente al valor introducido en la celda C20.

El coeficiente de aceleración se escoge como en el bloqueo.

Fijaciones en	**Coeficientes de aceleración**				
	c_x longitudinalmente		**c_y transversalmente**		**c_z verticalmente hacia abajo**
	hacia adelante	**hacia atrás**	**sólo deslizamiento**	**inclinación**	
dirección longitudinal	0,8	0,5	–	–	1
dirección transversal	–	–	0,5	0,5/0,6a	1

Por lo tanto en $C_{X,\,Y}$ habría que dar al usuario la opción de elegir cuál de los 4 valores de la tabla anterior va a elegir.

2.2 (PARA EVITAR DESLIZAMIENTO) + BLOQUEO

En la pestaña 2.2 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E3***, el factor de fricción en la ***celda E4***, la fuerza de tensado del dispositivo de amarre en la ***celda E11***, el coeficiente de aceleración elegido en la ***celda E13*** y el ángulo de amarre en la ***celda E10***. Además el factor de seguridad se introduce en la ***celda E9.***

El cálculo del número de los amarres que serían necesarios sin tener en cuenta un bloqueo se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C18***. (Misma fórmula que en 2.1)

Por otro lado, al introducir un número de amarres disponible en la **celda E12**, se puede calcular el bloqueo necesario en la **celda H19**.

En caso de querer combinar este tipo de amarre con un bloqueo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$BC > \left(c_{x,y} - \mu \cdot c_z\right) \cdot m \cdot g - (2n \cdot \mu \cdot sen\ \alpha \cdot \frac{F_T}{f_s})$$

En la ***celda C21***, se introduce el número de amarres reales a utilizar. Este número sería el número entero siguiente al valor introducido en la celda C19.

El coeficiente de aceleración se escoge como en el bloqueo, es decir:

Fijaciones en	**Coeficientes de aceleración**				
	c_x longitudinalmente		**c_y transversalmente**		**c_z verticalmente hacia abajo**
	hacia adelante	**hacia atrás**	**sólo deslizamiento**	**inclinación**	
dirección longitudinal	0,8	0,5	–	–	1
dirección transversal	–	–	0,5	0,5/0,6a	1

Por lo tanto en $C_{X,\ Y}$ habría que dar al usuario la opción de elegir cuál de los 4 valores de la tabla anterior va a elegir.

2.3 (PARA EVITAR BALANCEO)

En la pestaña 2.3 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E3***, el factor de fricción en la ***celda E4***, la fuerza de tensado del dispositivo de amarre en la ***celda E11***, el coeficiente de aceleración transversal en la ***celda E8*** y el ángulo de amarre en la ***celda E10***. Además el factor de seguridad se introduce en la ***celda E9.***

Además para este apartado es necesario especificar la altura y el ancho de la carga que se pedirán al usuario en el programa. La altura se introduce en la ***celda E12*** y el ancho en la ***celda E13***. Además habría que introducir una variable nueva que es la siguiente:

Seno (α/2) en la ***celda G14***. Esta variable no la he introducido en la tabla de variables por no considerarlo necesario.

El cálculo del número de amarres transversales se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C19***.

$$n \geq \frac{m \times g}{2 \times F_T \times \operatorname{sen}\alpha}\left(c_y \frac{h}{w} - c_z\right) \times f_s$$

El cálculo del número de amarres longitudinales se realiza con la fórmula introducida en la ***celda I19***.

$$n \geq \frac{m \cdot g}{sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot F_T \cdot 4} \cdot (c_x \cdot h - c_z \cdot w) \cdot f_s$$

Esta fórmula se ha deducido de lo expresado en el apartado 5.4.3.1 de la Norma UNE-EN 12195-1:2010

3. AMARRE DIRECTO

3.1 EN INCLINACIÓN TRASVERSAL O LONGITUDINAL

En la pestaña 3.1 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E3***, el factor de fricción en la ***celda E4***, el coeficiente de aceleración elegido en la ***celda E12*** y el ángulo de amarre en la ***celda E10***. Todos estos datos se piden a lo largo del programa.

Además para este apartado es necesario el factor de conversión $f_\mu = 0{,}75$ que se especifica en la ***celda E11***. Siempre se ponen cuatro amarres simétricos como se ve en las figuras del Excel.

Como los pares de fuerzas son simétricos, el requisito para calcular el tamaño del amarre es que:

$$LC \geq F_R \qquad [daN]$$

Siendo la fuerza de fijación F_R:

$$F_R = m \cdot g \cdot \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot f_\mu . c_z)}{2(\cos\alpha + \mu \cdot f_\mu \cdot sen\ \alpha)} \qquad [N]$$

El cálculo de la fuerza de fijación F_R se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C18*** y la capacidad de amarre LC necesaria de los amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C21***. (Es simplemente dividir entre 10 para pasar de N a daN)

Además en la ***celda C24*** se especifica que siempre se utilizan 4 amarres. En la ***celda D24*** se especifica la dirección de dichos amarres según el coeficiente de aceleración elegido.

Si Cx,y = Cx entonces es amarres longitudinales

Si Cx,y = Cy entonces es amarres transversales

3.2 EN DIAGONAL

En la pestaña 3.2 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E3***, el factor de fricción en la ***celda E4***, el coeficiente de aceleración elegido en la ***celda E13***, el ángulo de amarre en la ***celda E10*** y el ángulo diagonal en la ***celda E11***. Todos estos datos se piden a lo largo del programa.

Además para este apartado es necesario el factor de conversión $f_\mu = 0{,}75$ que se especifica en la ***celda E12***. Siempre se ponen cuatro amarres simétricos como se ve en las figuras del Excel.

La ecuación para calcular la fuerza de fijación F_R es la siguiente:

$$F_R = m \cdot g \cdot \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot f_\mu . c_z)}{2(\cos\alpha \cdot \cos\beta_{x,y} + \mu \cdot f_\mu \cdot sen\ \alpha)}$$

El cálculo de la fuerza de fijación necesaria de los amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C19*** y la capacidad de amarre LC necesaria de los amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C22***. (Es simplemente dividir entre 10 para pasar de N a daN)

Como los pares de fuerzas son simétricos, el requisito para calcular el tamaño del amarre es que:

$$LC \geq F_R \qquad [daN]$$

Además en la ***celda C25*** se especifica que siempre se utilizan 4 amarres. En la ***celda D25*** se especifica la dirección de dichos amarres según el coeficiente de aceleración elegido.

Si Cx,y = Cx entonces es amarres longitudinales

Si Cx,y = Cy entonces es amarres transversales

3.3 EN DIAGONAL + BLOQUEO

En la pestaña 3.3 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E3***, el factor de fricción en la ***celda E4***, el coeficiente de aceleración elegido en la ***celda E13***, el ángulo de amarre en la ***celda E10*** y el ángulo diagonal en la ***celda E11***. Todos estos datos se piden a lo largo del programa.

Además para este apartado es necesario el factor de conversión $f_\mu = 0{,}75$ que se especifica en la ***celda E12***. Siempre se ponen cuatro amarres simétricos como se ve en las figuras del Excel.

La ecuación para calcular la fuerza de fijación F_R es la siguiente:

$$F_R = m \cdot g \cdot \frac{(c_{x,y} - \mu \cdot f_\mu . c_z)}{2(\cos\alpha \cdot \cos\beta_{x,y} + \mu \cdot f_\mu \cdot sen\ \alpha)}$$

El cálculo de la fuerza de fijación necesaria de los amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C19*** y la capacidad de amarre LC necesaria de los amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C22***. (Es simplemente dividir entre 10 para pasar de N a daN)

Como los pares de fuerzas son simétricos, el requisito para calcular el tamaño del amarre es que:

$$LC \geq F_R \qquad [daN]$$

Además en la ***celda C25*** se especifica que siempre se utilizan 4 amarres. En la ***celda D25*** se especifica la dirección de dichos amarres según el coeficiente de aceleración elegido.

Si Cx,y = Cx entonces es amarres longitudinales

Si Cx,y = Cy entonces es amarres transversales

En definitiva, es igual que el apartado 3.2 solo que además para aumentar la seguridad, se puede poner un bloqueo extra. Pero no conlleva cálculos

3.4 EN BUCLE

En la pestaña 3.4 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E3***, el factor de fricción en la ***celda E4***, los coeficientes de aceleración, la fuerza de tensado F_T en la ***celda E14***, el ángulo de amarre 1 en la ***celda E10*** y el ángulo diagonal 1 en la ***celda E11***. Además para este apartado es necesario el ángulo de amarre 2 en la ***celda E12*** y el ángulo diagonal 2 en la ***celda*** E13. Todos estos datos se piden a lo largo del programa.

Además para este apartado es necesario el factor de conversión $f_\mu = 0{,}75$ que se especifica en la ***celda E15***. Siempre se ponen amarres simétricos como se ve en las figuras del Excel.

El cálculo de la cantidad de parejas de amarres necesarios se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C21*** que es la siguiente:

$$n \geq \frac{m \times g \times \left(c_y - c_z \times f_\mu \times \mu\right)}{F_R \times \left(\cos\alpha_1 \times \operatorname{sen}\beta_{x_1} + \cos\alpha_2 \times \operatorname{sen}\beta_{x_2} + f_\mu \times \mu \times \operatorname{sen}\alpha_1 + f_\mu \times \mu \times \operatorname{sen}\alpha_2\right)}$$

Siendo F_R igual que F_T. Por lo tanto en la fórmula se introduce la fuerza de tensado introducida por el usuario.

En la ***celda C24***, se introduce el número de amarres reales a utilizar. Este número sería el número entero siguiente al valor introducido en la celda C21.

3.5 AMARRE EFECTO MUELLE

En la pestaña 3.5 hace falta introducir la masa de la carga en la ***celda E3***, el factor de fricción en la ***celda E4***, el coeficiente de aceleración elegido en la ***celda E13***, el ángulo de amarre en la ***celda E10*** y el ángulo diagonal en la ***celda E11***. Todos estos datos se piden a lo largo del programa.

Además para este apartado es necesario el factor de conversión $f_\mu = 0{,}75$ que se especifica en la ***celda E12***. Además se debe especificar el número de líneas de amarre a utilizar en la ***celda E14***.

La ecuación para calcular la fuerza de fijación F_R es la siguiente:

$$F_R = \frac{m \cdot g \cdot (c_x - c_z \cdot f_\mu \cdot \mu)}{q \cdot (f_\mu \cdot \mu \cdot sen\ \alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta)}$$

Esta fórmula ha sido deducida del apartado 5.5.5.2 de la UNE-EN 12195-1:2010.

El cálculo de la fuerza de fijación necesaria de los amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C19*** y la capacidad de amarre LC necesaria de los amarres se realiza con la fórmula introducida en la ***celda C22***. (Es simplemente dividir entre 10 para pasar de N a daN)

Como los pares de fuerzas son simétricos, el requisito para calcular el tamaño del amarre es que:

$$LC \geq F_R \qquad [daN]$$

4. OTROS TIPOS DE AMARRES

AMARRE POR ARNÉS, HARNESS LASHING:

Concepto relativamente nuevo que se suele usar para sujetar cargas dentro de paredes de contenedores o camiones cerrados.

AMARRE ADHESIVO:

Técnica que emplea diversos productos adhesivos homologados para sujetar cargas. Reducido coste y tiempo de sujeción.

AMARRE POR RED:

Técnica que no aparece en la norma. Se usa en la sujeción de bultos sueltos. Se ajusta la carga a la capacidad de las redes.

AMARRE CON LONA:

Técnica que no aparece en la norma. Se usa en la sujeción de bultos sueltos. Se ajusta la carga a la capacidad de las lonas.

CONTENCIÓN:

Es realizada por la estructura del vehículo o embalaje. EN12642. Las paredes laterales deben soportar el 40% del peso de la carga, la delantera el 50% y la trasera el 30%.

La información se encuentra en la ficha técnica, en la placa, en la pegatina de tara/MMA o en la documentación del vehículo.

PROTOCOLO DE CARGA

El protocolo de carga es un informe que el programa debe ir rellenando mientras el usuario va rellenando y pasando pantallas.

Como se puede observar en la siguiente imagen, en un primer lugar hay un primer hueco que contiene apartados generales que el usuario rellena al principio del programa.

Además se introduce una fecha y un número de protocolo para poder identificar con facilidad un protocolo a la hora de buscarlo. Después de esta primera parte, se irán rellenando los distintos huecos con todo lo pedido durante el programa. Primero características de la carga transportada, luego características del camión, y finalmente el tipo de trincaje que se recomienda y el que se escoge.

Después de mostrar todos los datos rellenos, el programa importa los resultados calculados para introducirlos en el apartado de resultados. Este apartado es el más importante porque es el que se va a mirar (por la policía o cualquier agente de la ley) a la hora de comprobar si la carga va bien trincada o no.

Por último hay un hueco en la parte inferior del protocolo que permite al usuario firmar y sellar el protocolo para que en caso de haber algún problema, se pueda localizar al responsable.

PROTOCOLO DE CARGA SOBRE CAMIÓN

Fecha del estudio de carga: *31/12/9999*
Número de Protocolo: ……

Nombre de la empresa origen: ……
Nombre del cargador: ……
(transportista)
Origen de la Carga: ……
Destino de la Carga: ……..

TrinCarga

Características de la Carga transportada

Largo de Carga: …….. *m*
Ancho de Carga: …… m
Altura de Carga: …….. *m*
Comentarios de la Carga:
……
……
……

Familia de la Carga: ……
……
Tipo de Carga: ……
……
Sentido de la Carga: ……
Peso Total Carga: …… *kg*

Características del Camión

Largo de Camión: …….. *m*
Ancho de Camión: …… *m*
Altura de Camión: …….. *m*

Masa Máxima Autorizada: ……..…. *kg*
Rozamiento considerado → μ: …….

Comentarios del camión:
……
…
……

Trincaje de la Carga

Trincaje Recomendado: ……..
……..

Trincaje Elegido: ……
……

Comentarios trincaje:
……
……
……
……

Resultados

Fuerza de tensado → S_{TF}: ……. *daN*
Nº Amarres necesarios: ……. *uds*
Bloqueo: ☐ SI ☐ NO → …….. *N*
Fuerza de bloqueo: …… *N*
Orientación bloqueo: ……..……
Fuerza de fijación: ……..…….. *daN*
LC (capacidad de amarre): …….. *daN*

Ángulo de amarre → α: ……..…..º
Ángulo en diagonal → β: ……...º

En caso de amarre en Bucle
α1: ……..º
α2: ……..º
β1: ……..º
β2: ……..º

Este Protocolo de Carga se ha realizado con el programa **Trincarga** y conforme a la Norma **UNE EN 12195-1-2011**.

Firma y sello de la empresa:

……..

1.3 BIBLIOGRAFÍA, REFERENCIAS

[1] Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones. Disponible en Internet [15/04/2016]

http://www.anfac.es/noticias.action?idDoc=12816&accion=noticias_anfac

[2] Dirección general de Tráfico. Disponible en Internet [15/02/2016]

http://www.dgt.es/Galerias/prensa/2016/02/NP-campana-vigilancia-DGT-camiones-y-furgonetas-febrero16.pdf

[3] Norma Española. Trincaje de Cargas para transporte por carretera

UNE-EN 12195-1:2010 Normativa Europea

[4] International Road-Transport Union.

IRU; Código de buenas prácticas para la estiba segura en transporte por carretera

[5] Guía Europea. Disponible en la página web de la Comisión Europea.

Guía Europea de mejores prácticas sobre sujeción de cargas

[6] Curso de Estiba grupo ISIT

2. ANEXOS

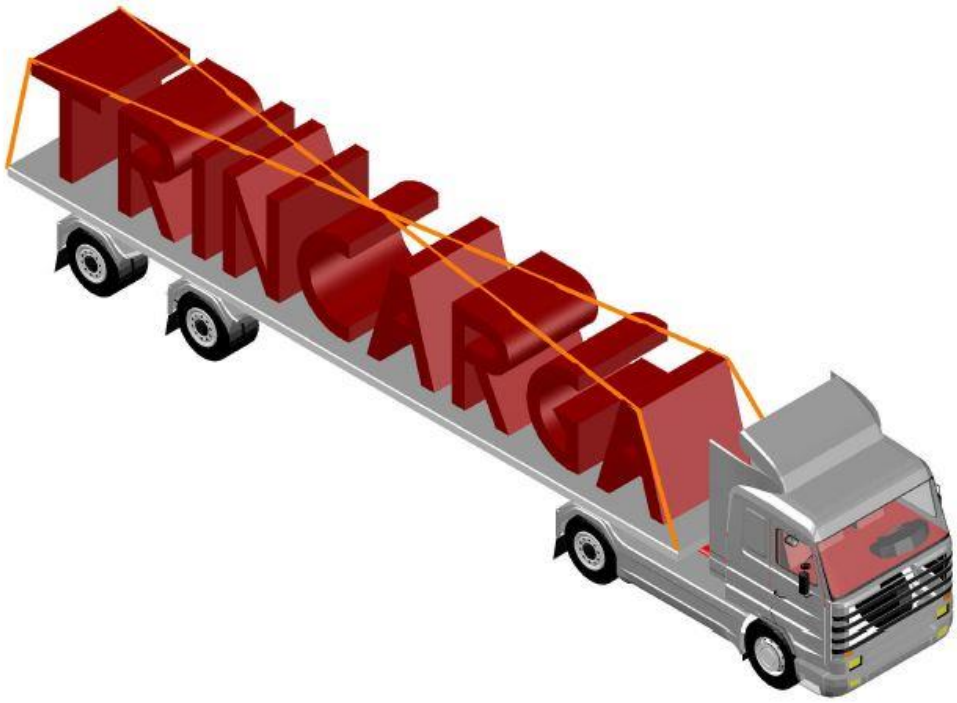
2.1 IMÁGENES REALIZADAS EN AUTOCAD 3D

Para el programa hacían falta una serie de imágenes que aclararían la carga y el tipo de trincaje elegidos, para hacerlo más visual y fácil al cargador a la hora de realizar el trincaje.

Todas y cada una de las imágenes de este anexo han sido realizadas en AutoCAD 3D y pasadas a .jpg para poder introducirlas en el programa.

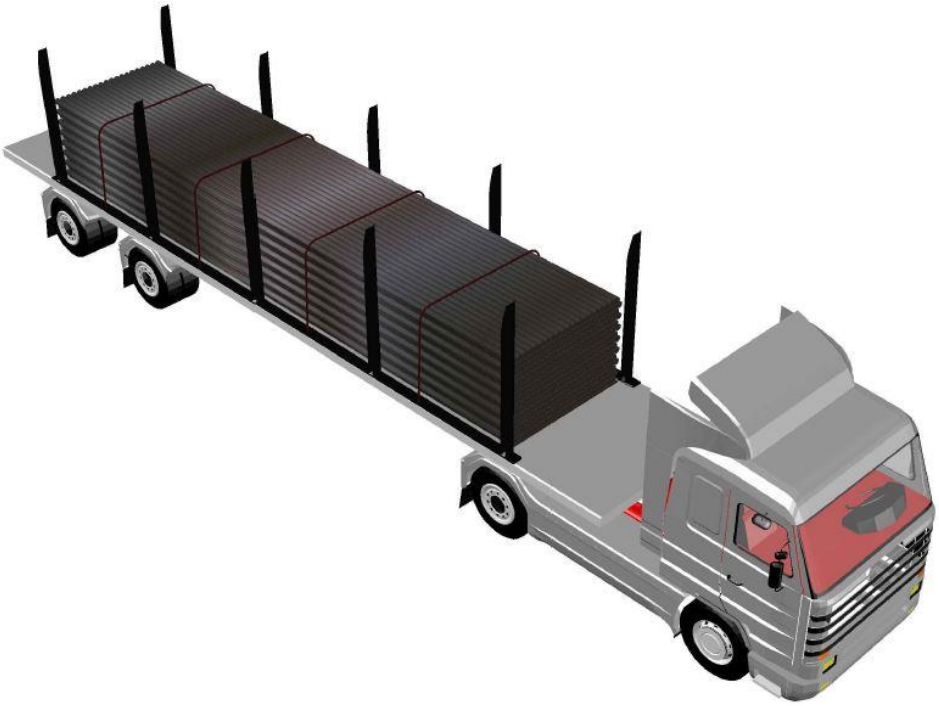
Esta primera es el logo que se pondrá al programa. Las imágenes que son iguales la carga y la carga trincada son porque se utilizará la misma imagen en el programa.

En cada una de las siguientes páginas se encuentran 2 imágenes. La primera es la carga elegida y la segunda es el trincaje que se le aplica a la carga. Si hay alguna imagen repetida para distintas cargas es porque se utiliza para más de una carga.



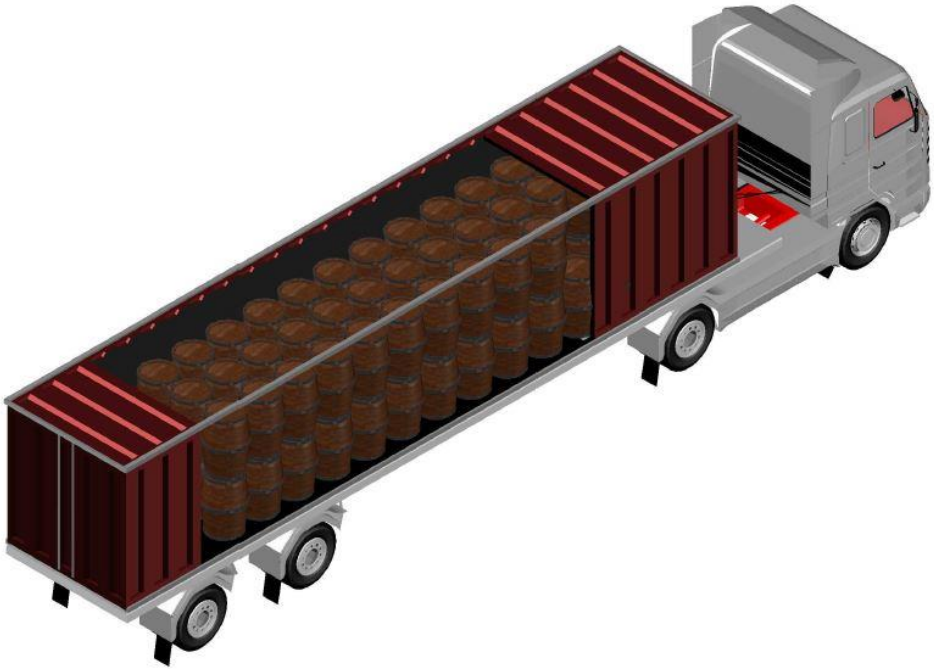
AutoCAD 1. Logo del programa

AutoCAD 2. Barras y varillas

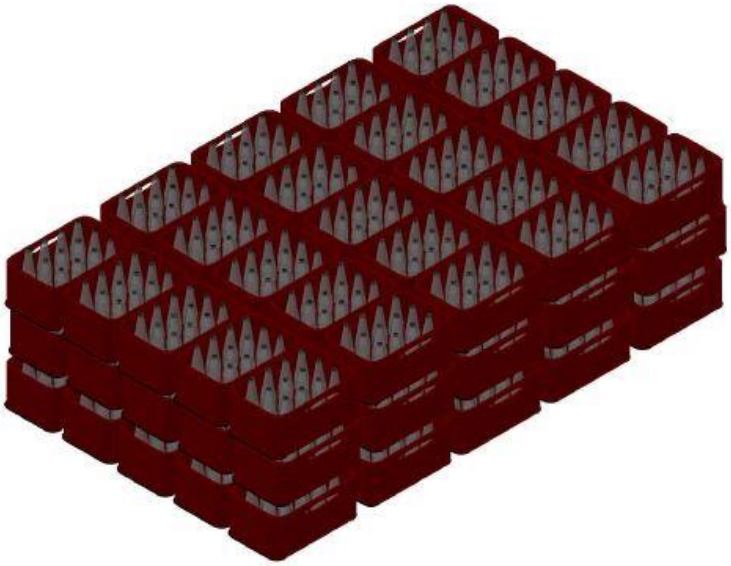


AutoCAD 3. Barras y varillas trincadas

AutoCAD 4. Barriles y bidones

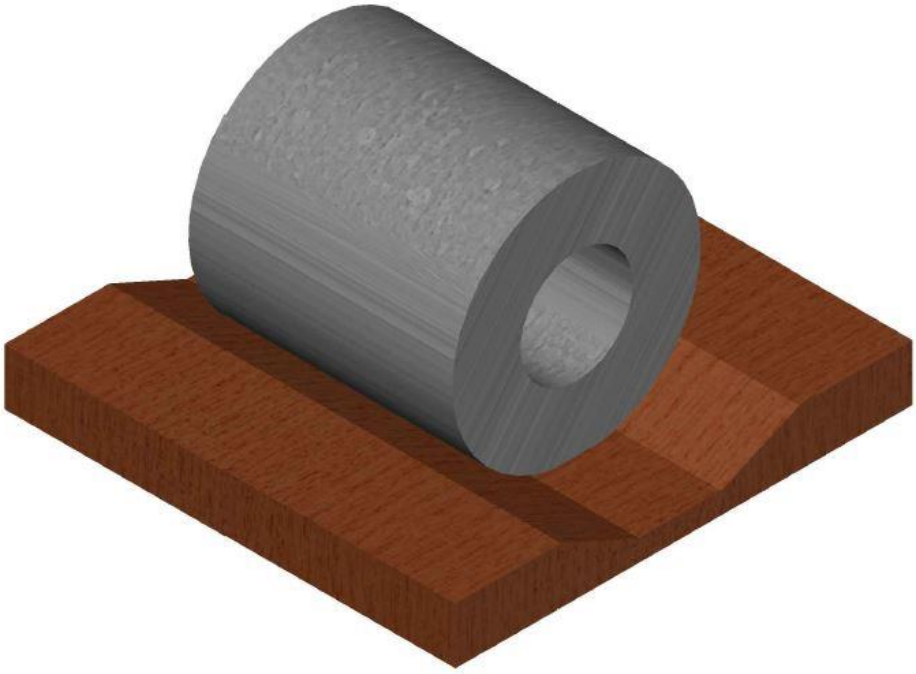


AutoCAD 5. Barriles y bidones trincados

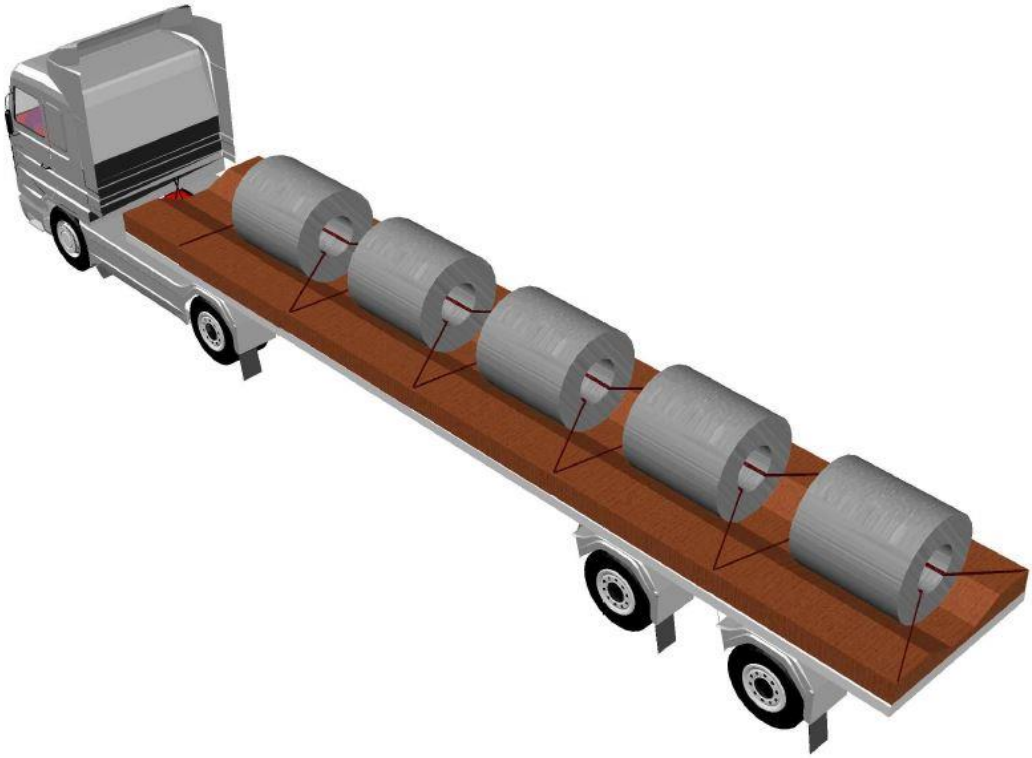


AutoCAD 6. Bebidas

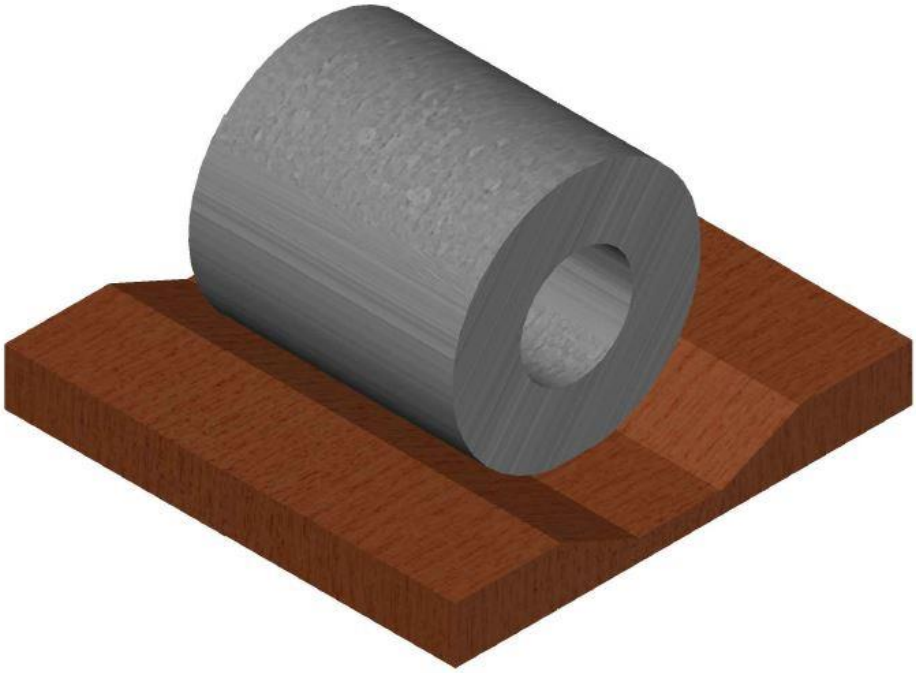
AutoCAD 7. Bebidas trincadas



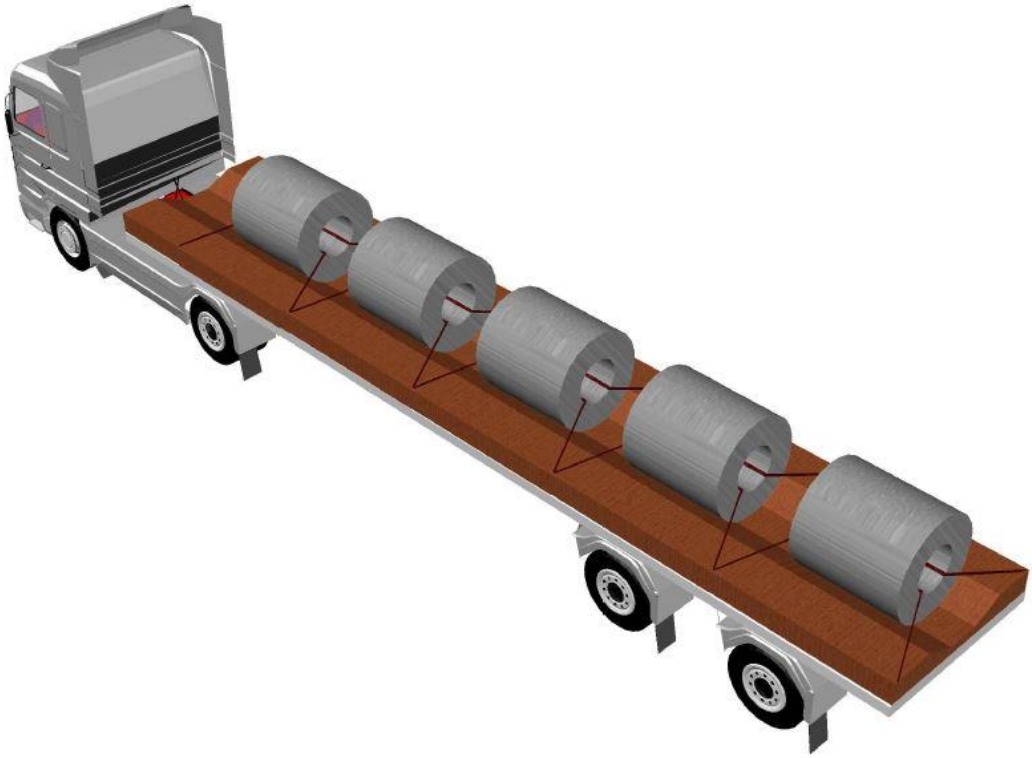
AutoCAD 8. Bobinas < 10.000 kg



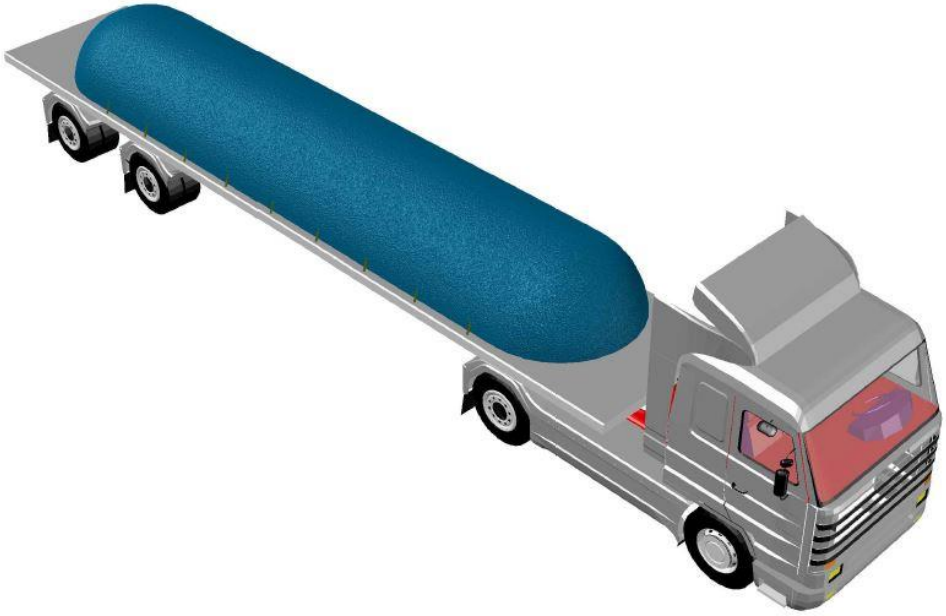
AutoCAD 9. Bobinas < 10.000 kg trincadas



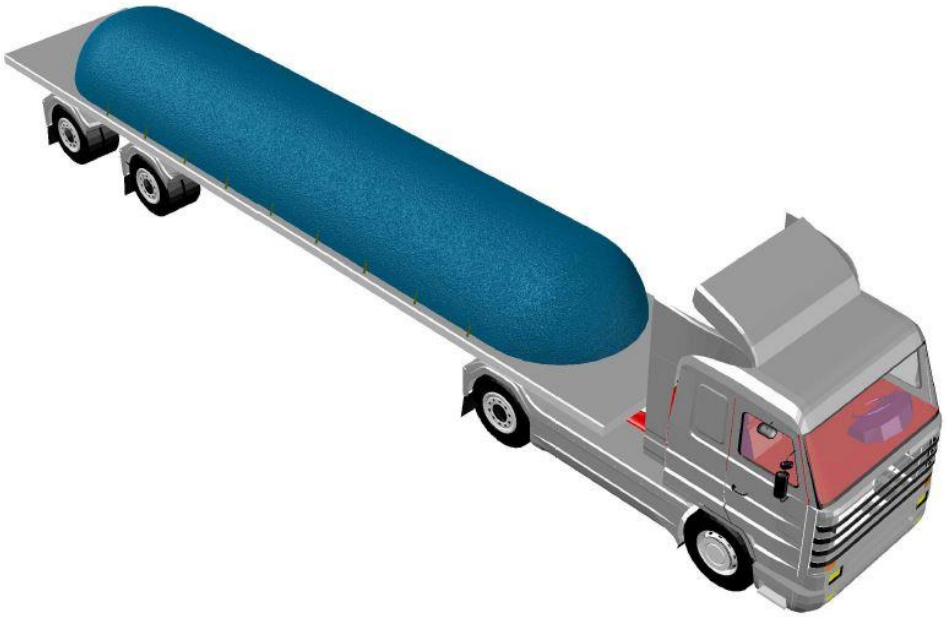
AutoCAD 10. Bobinas > 10.000 kg



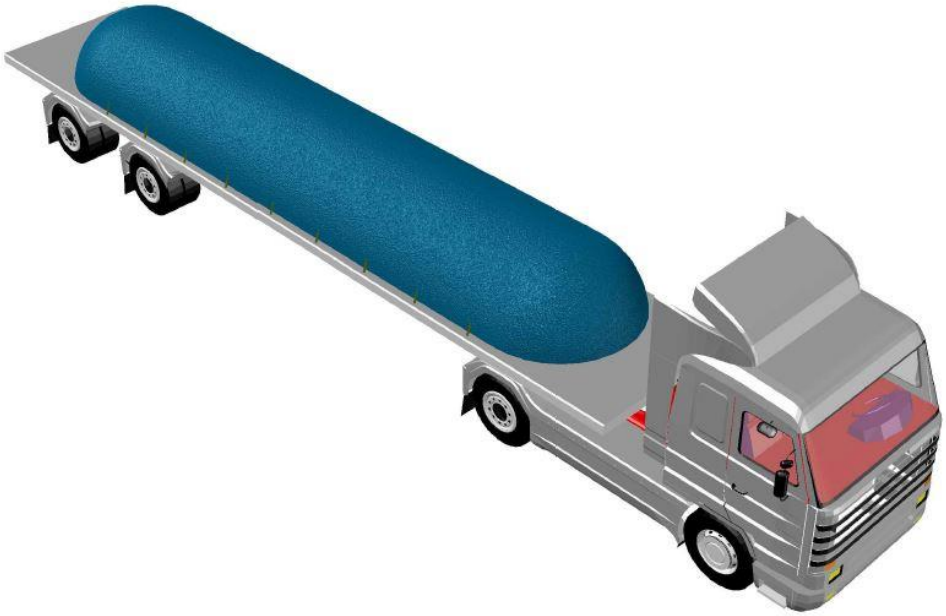
AutoCAD 11. Bobinas > 10.000 kg trincados



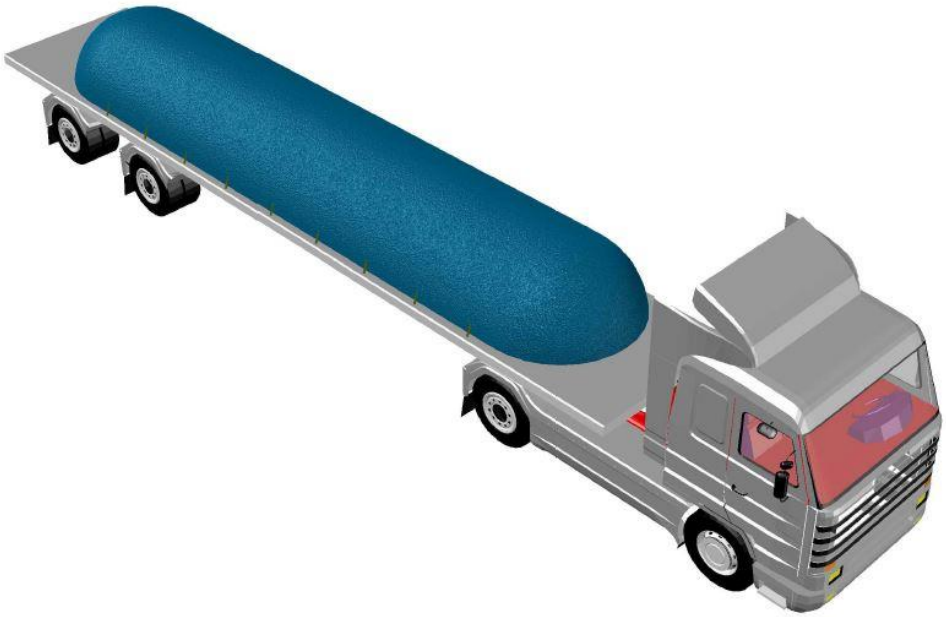
AutoCAD 12. Alimentos



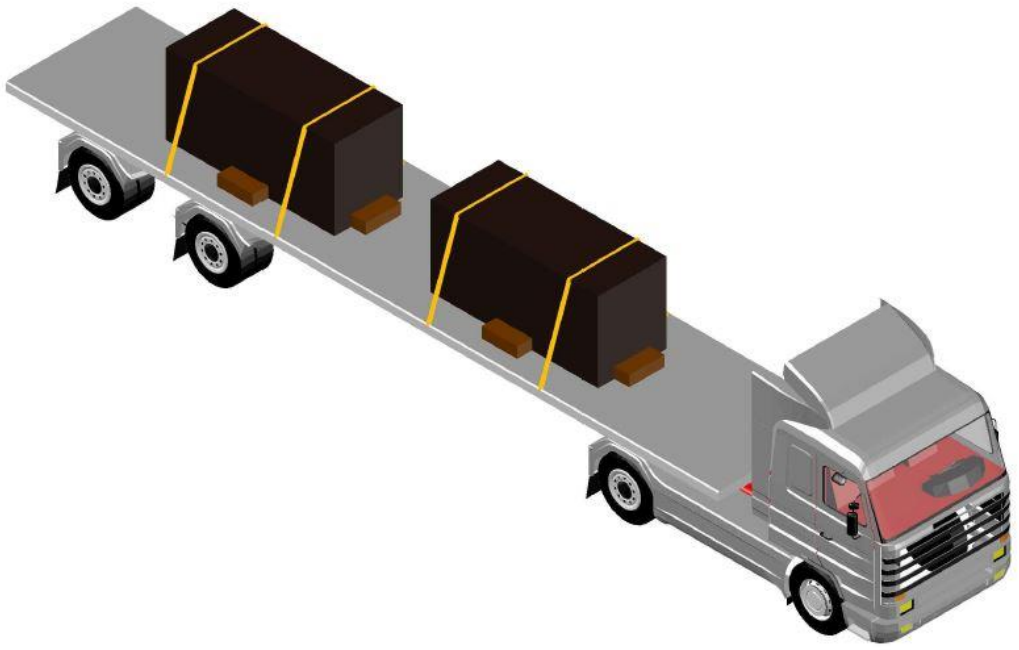
AutoCAD 13. Alimentos trincados



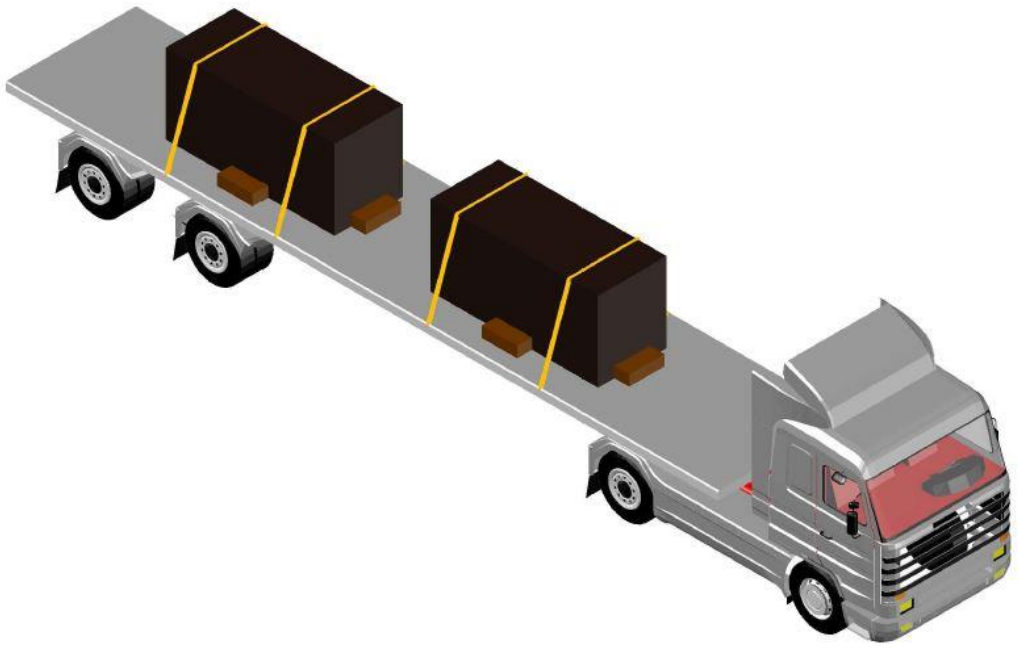
AutoCAD 14. Bultos sueltos



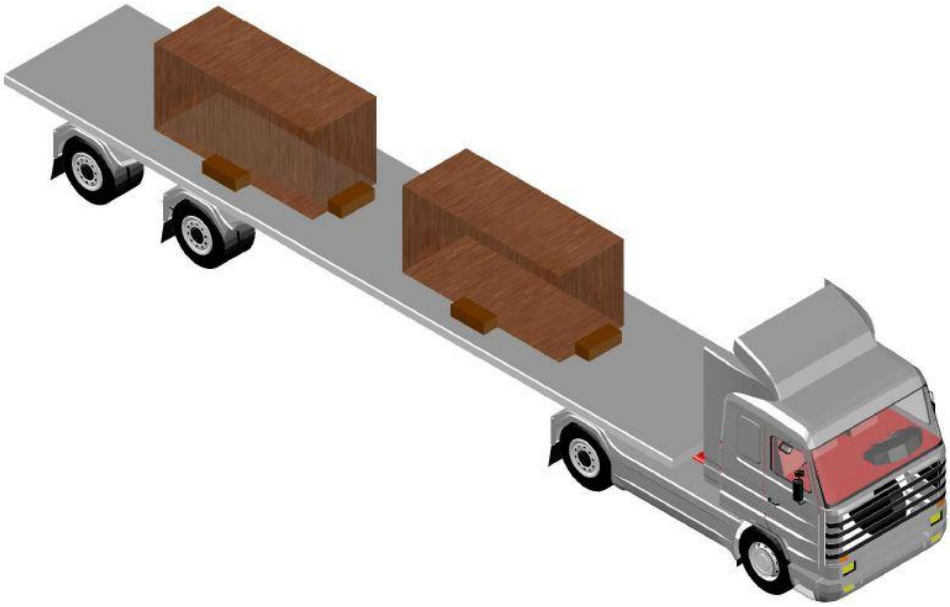
AutoCAD 15. Bultos sueltos trincados



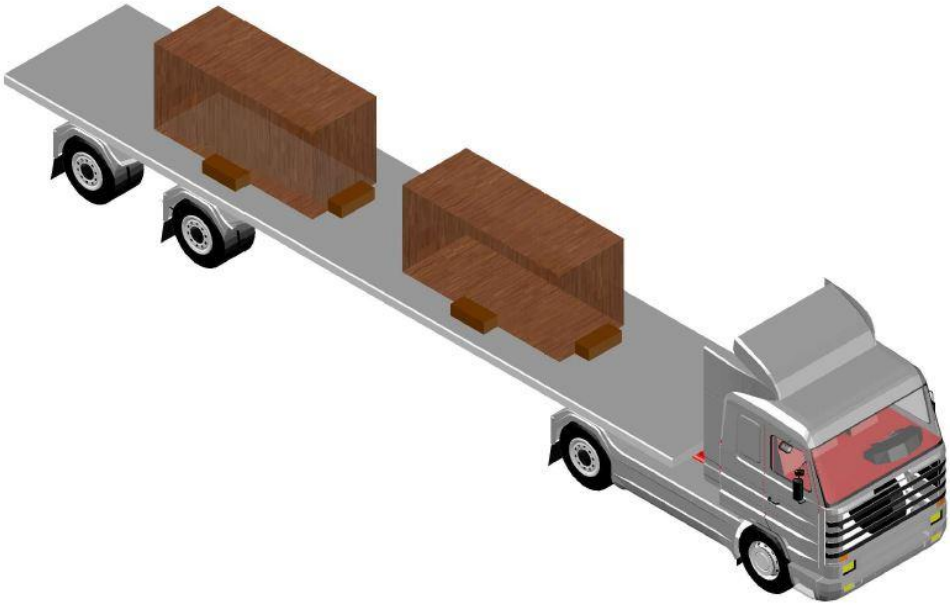
AutoCAD 16. Cajas y cajones con centro de gravedad alto



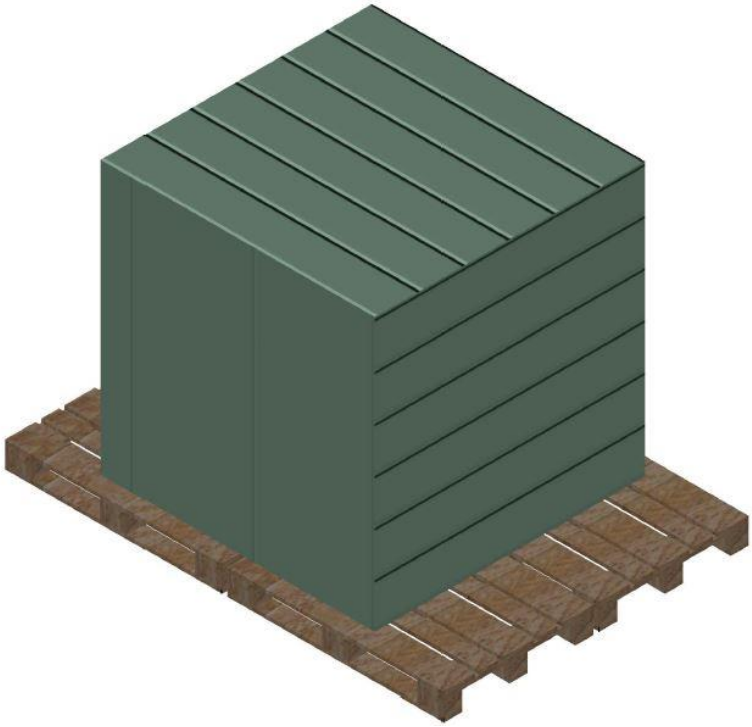
AutoCAD 17. Cajas y cajones con centro de gravedad alto trincados



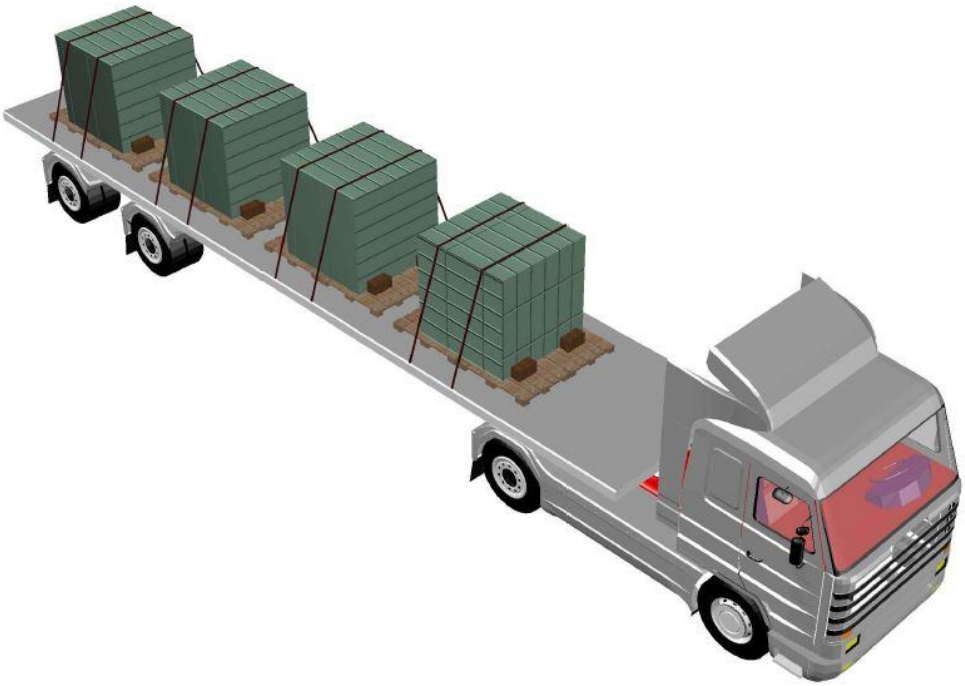
AutoCAD 18. Cajas y cajones con centro de gravedad bajo



AutoCAD 19. Cajas y cajones con centro de gravedad bajo trincados

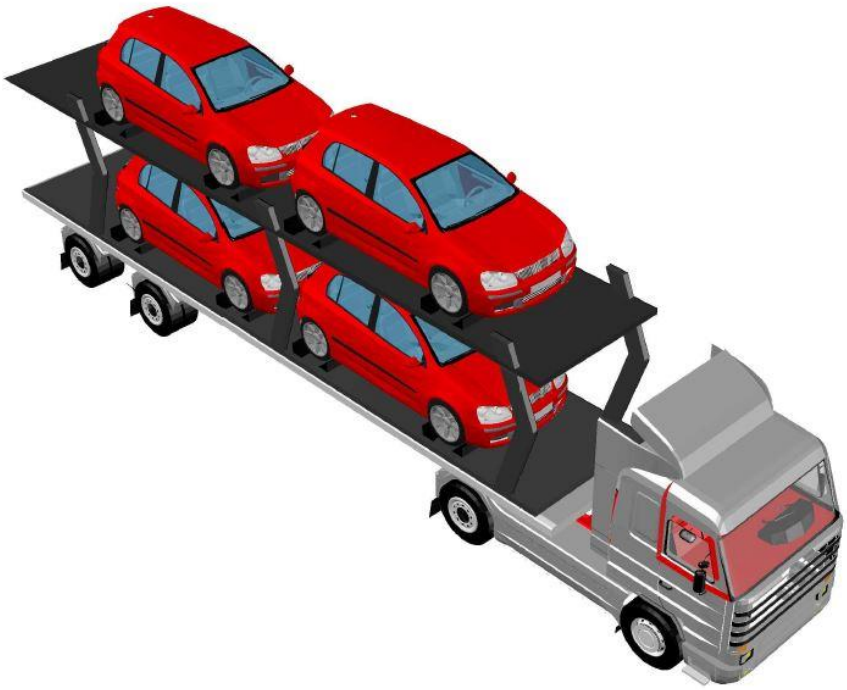


AutoCAD 20. Carga paletizada



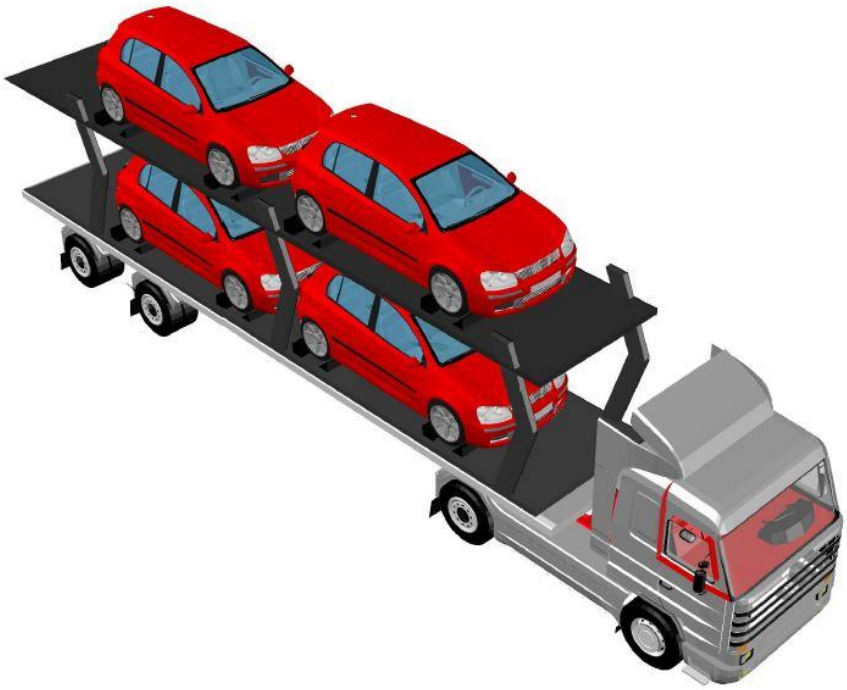
AutoCAD 21. Carga paletizada trincada

AutoCAD 22. Automóviles



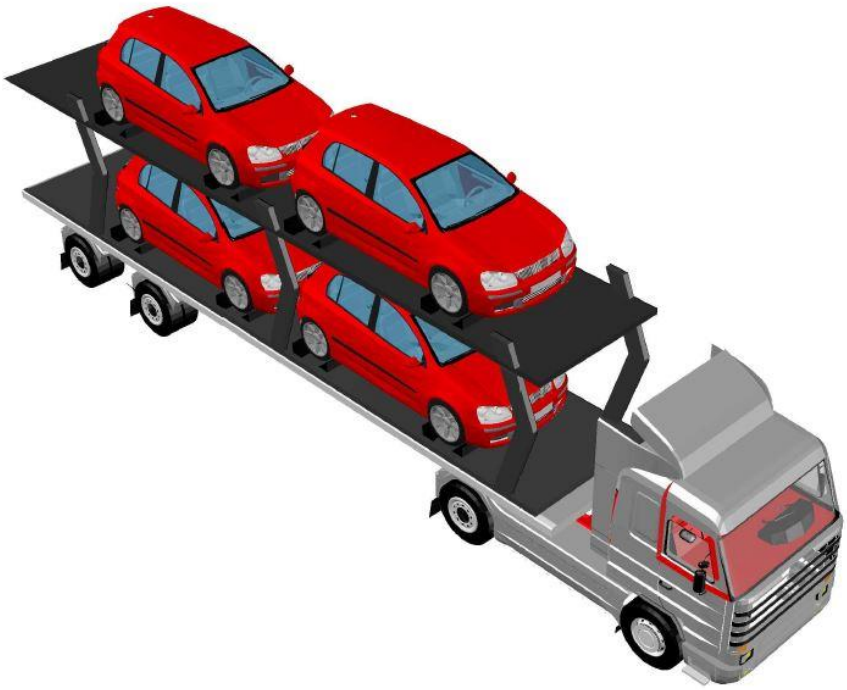
AutoCAD 23. Automóviles trincados

AutoCAD 24. Furgonetas

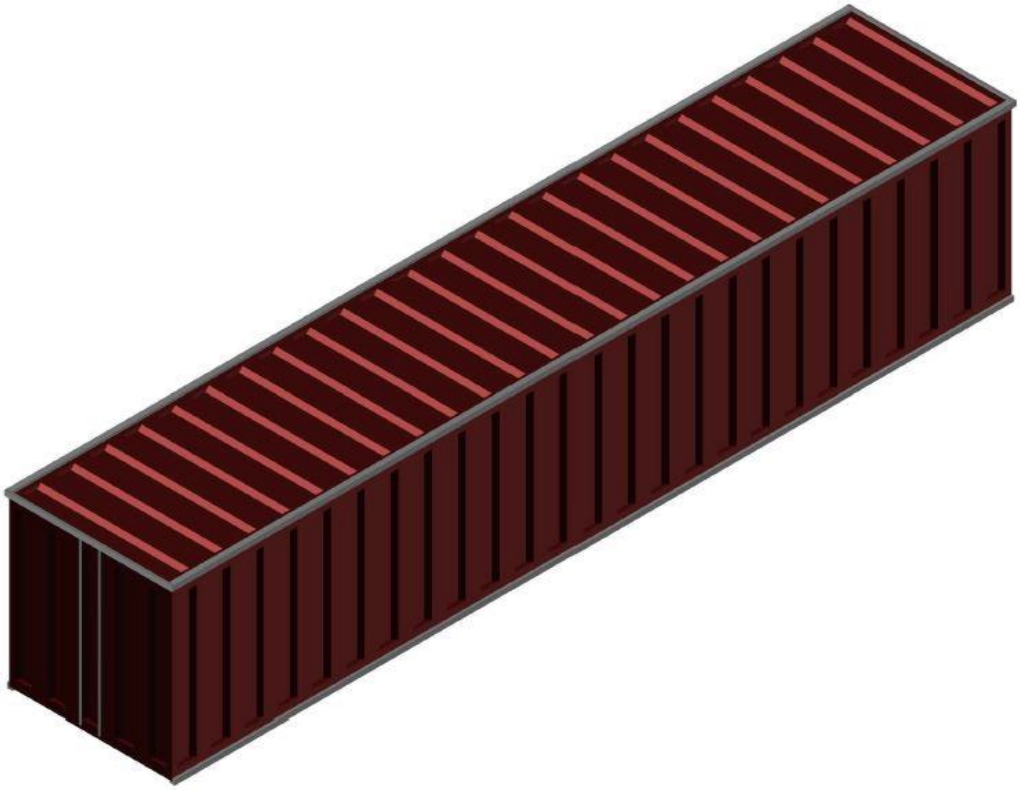


AutoCAD 25. Furgonetas trincadas

AutoCAD 26. Remolques pequeños

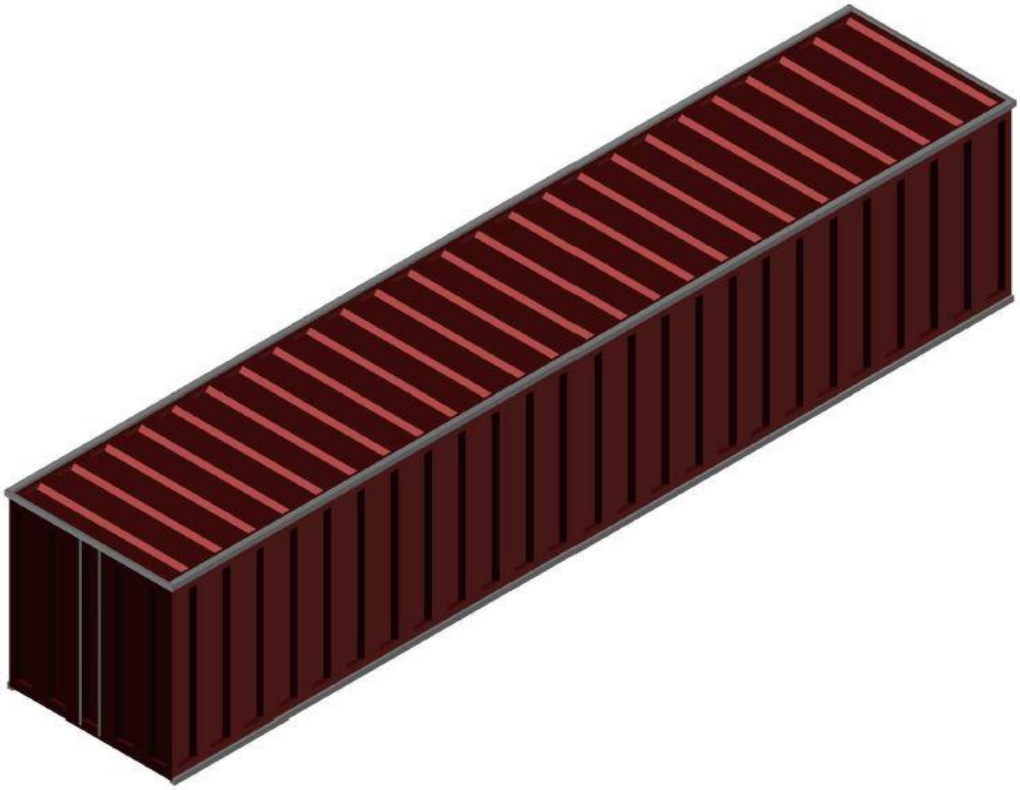


AutoCAD 27. Remolques pequeños trincados



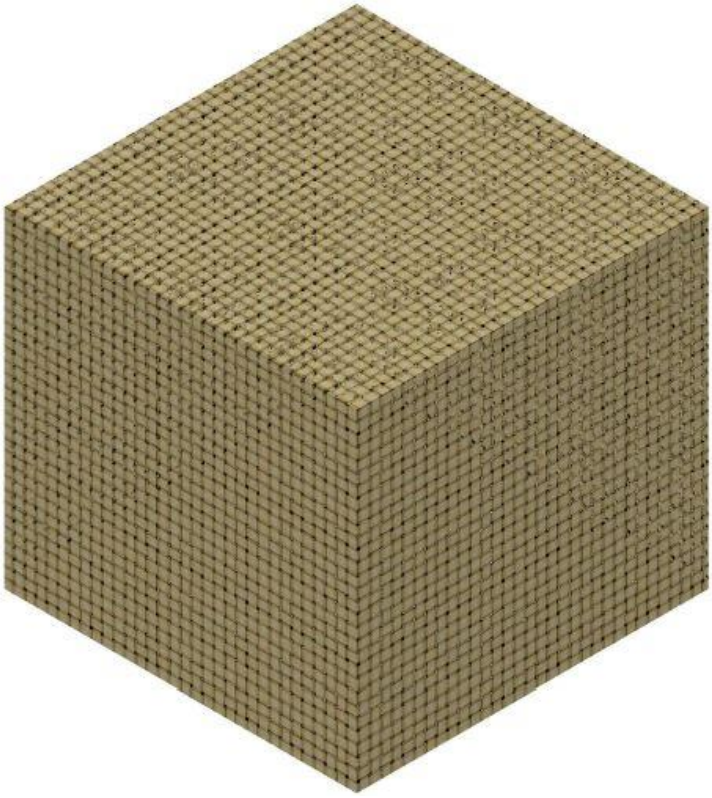
AutoCAD 28. Contenedor de gran tamaño

AutoCAD 29. Contenedor de gran tamaño trincado



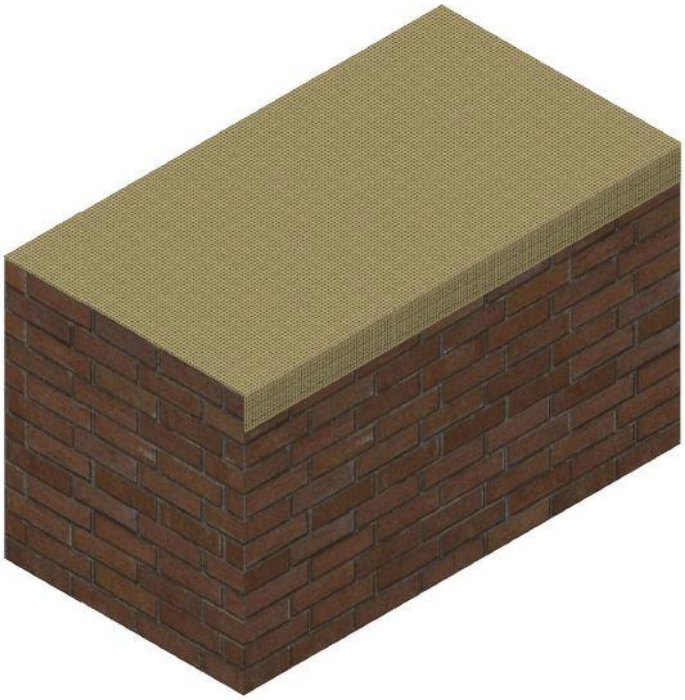
AutoCAD 30. Caja móvil

AutoCAD 31. Caja móvil trincada

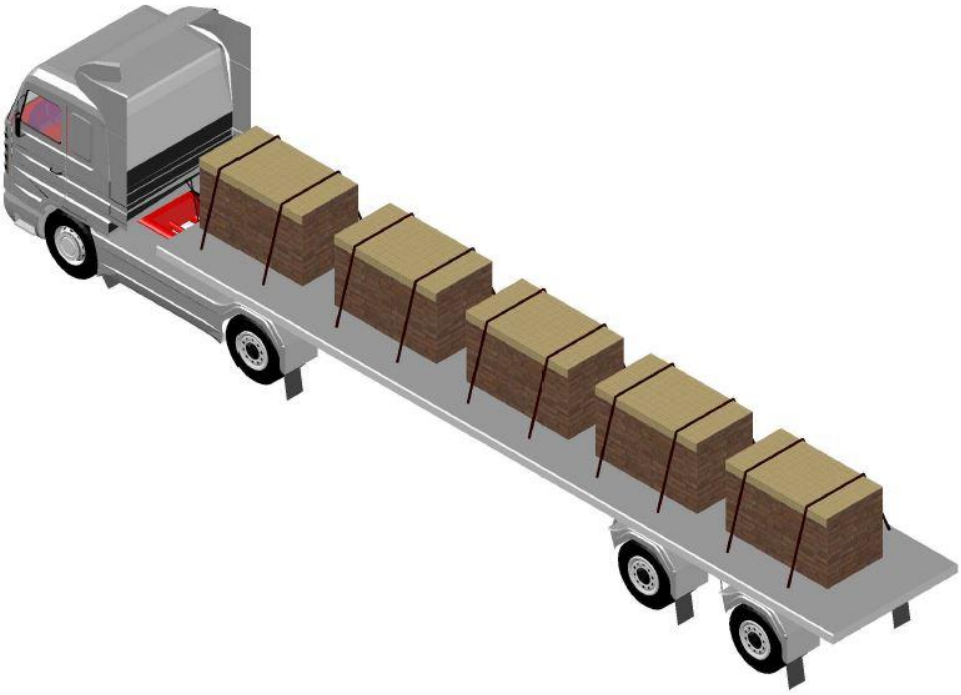


AutoCAD 32. Fardos

AutoCAD 33. Fardos trincados

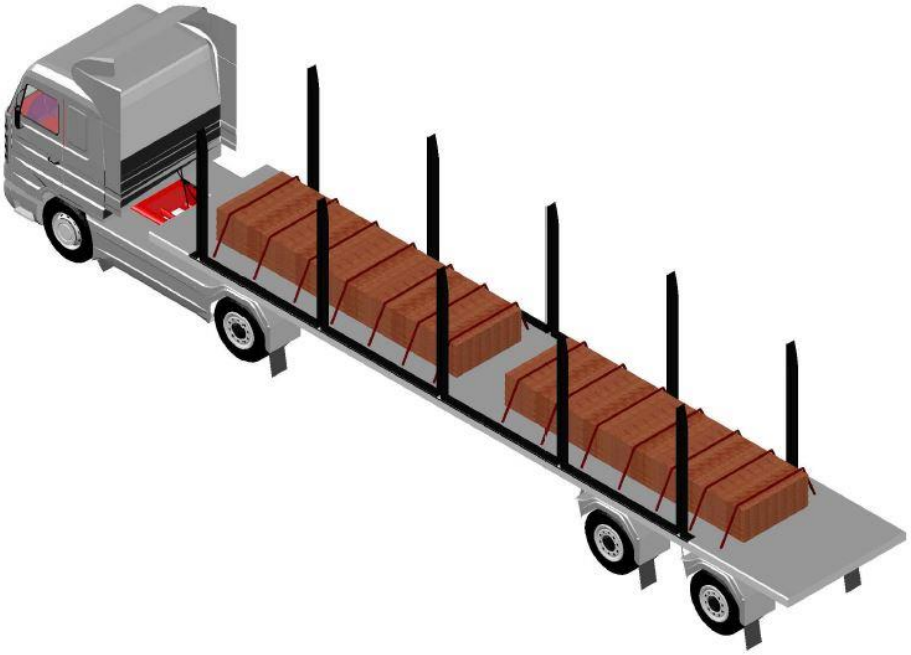


AutoCAD 34. Ladrillos



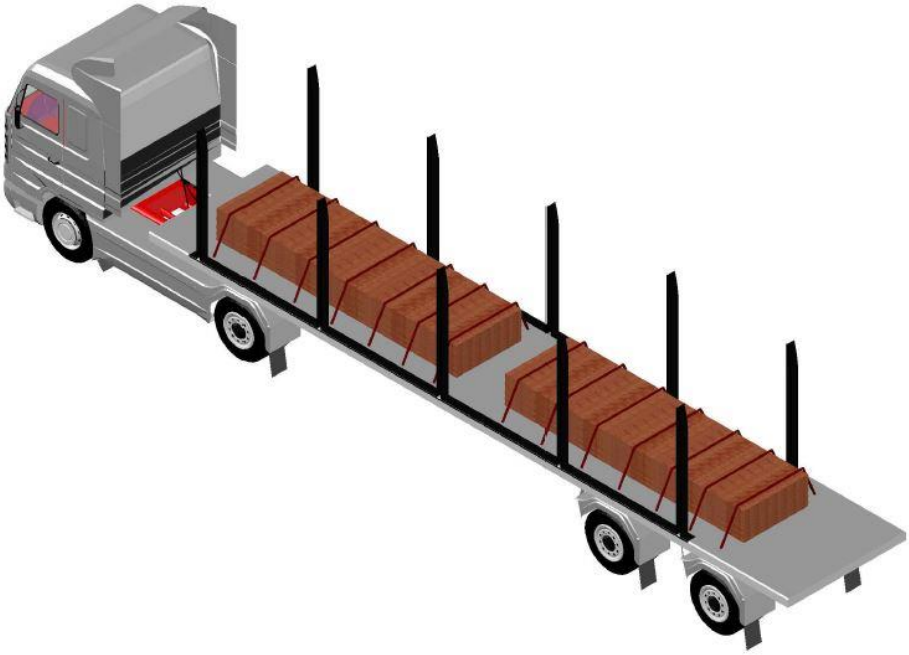
AutoCAD 35. Ladrillos trincados

AutoCAD 36. Madera aserrada apilada

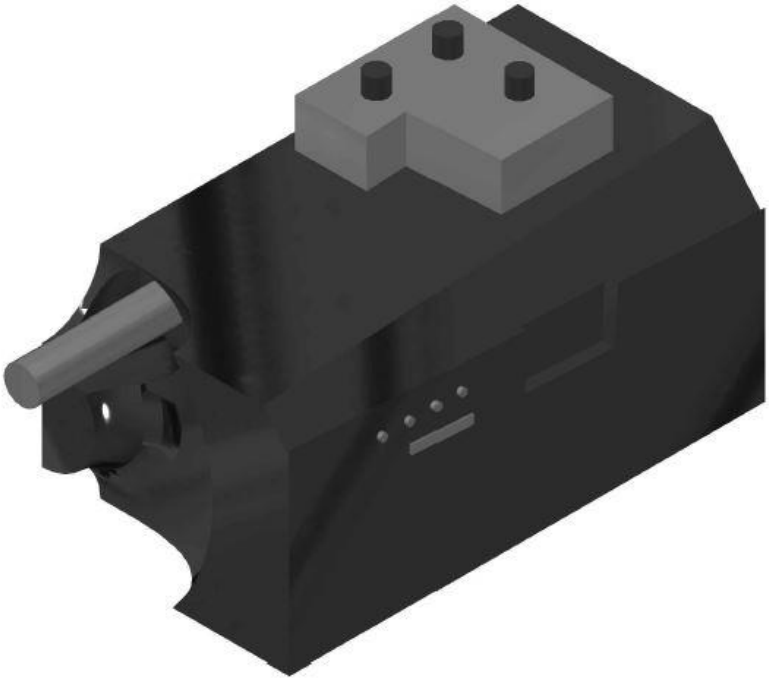


AutoCAD 37. Madera aserrada apilada trincada

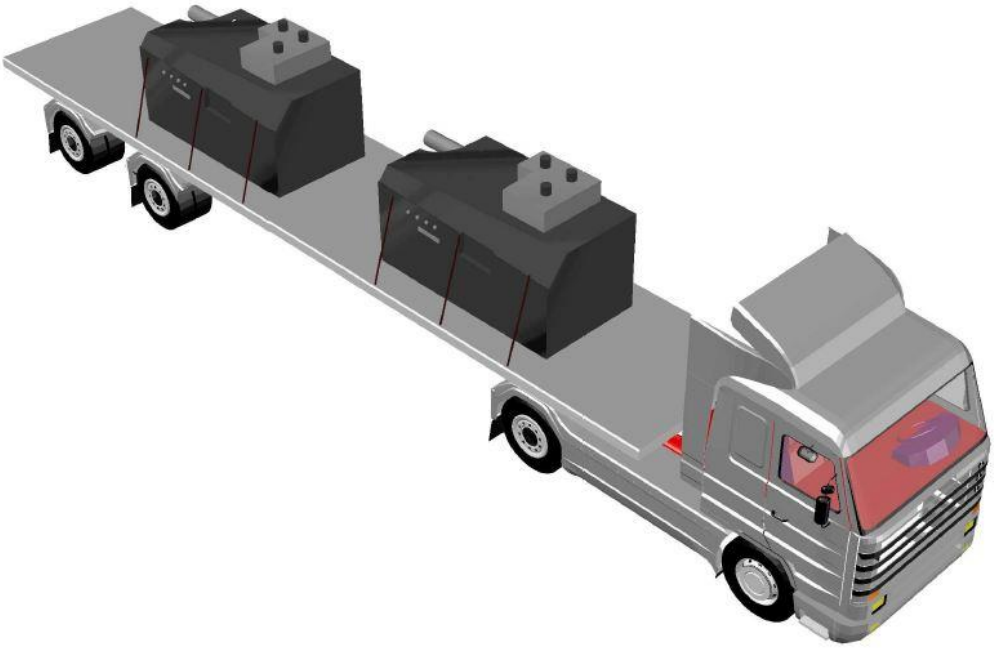
AutoCAD 38. Madera aserrada no embalada



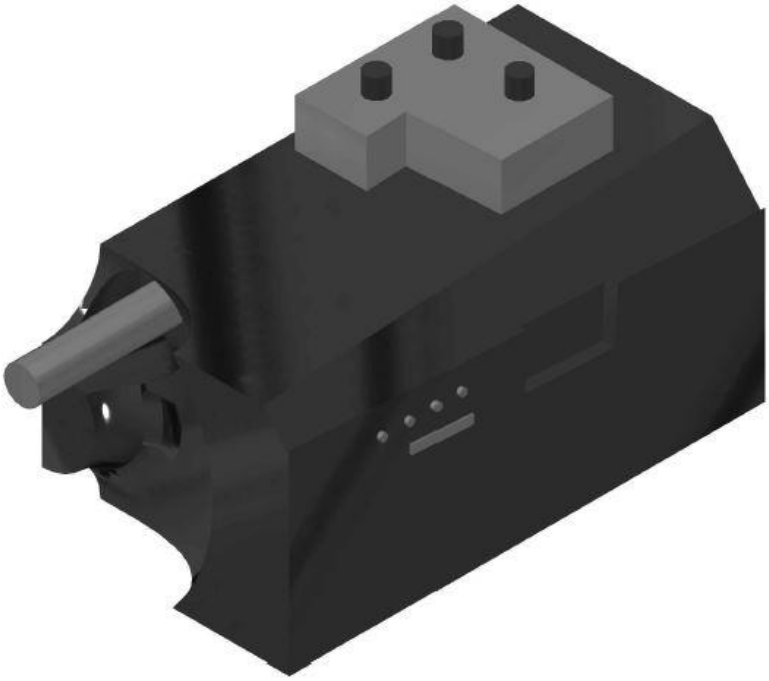
AutoCAD 39. Madera aserrada no embalada trincada



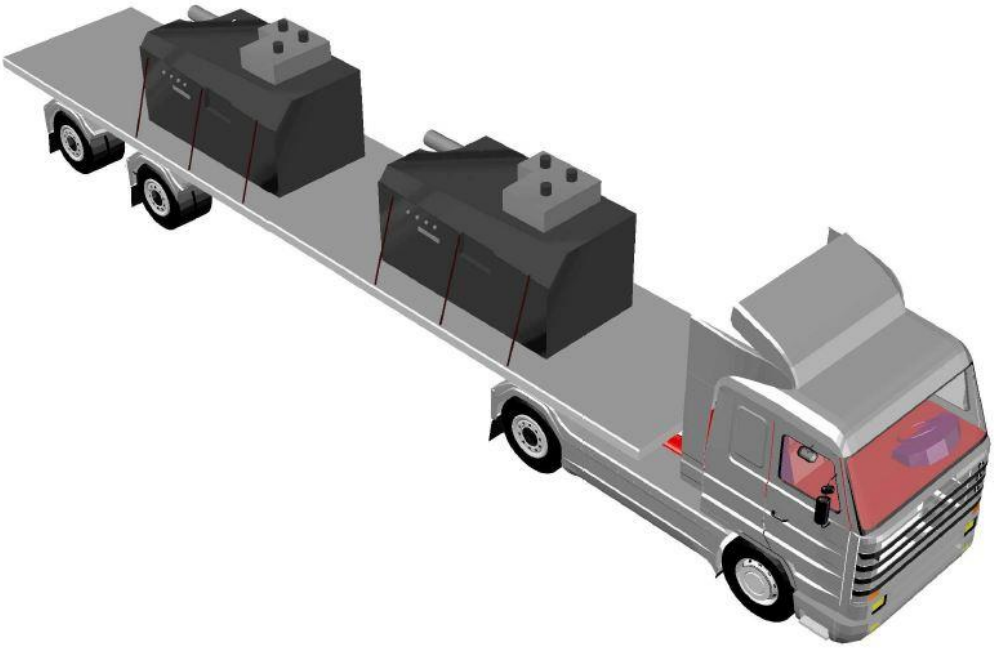
AutoCAD 40. Maquinaria móvil



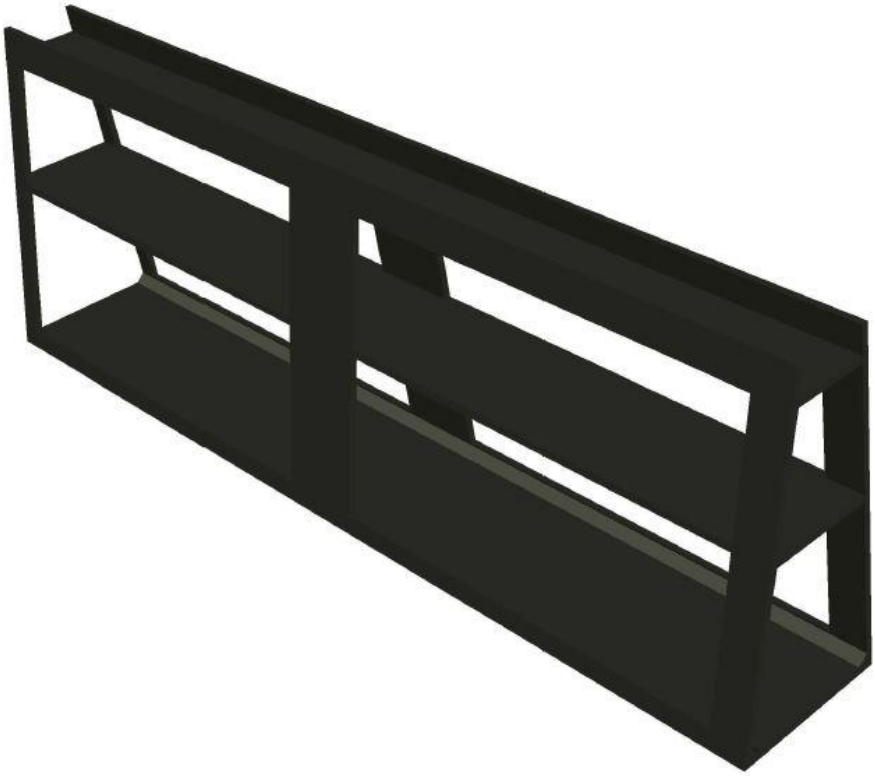
AutoCAD 41. Maquinaria móvil trincada



AutoCAD 42. Maquinaria no móvil



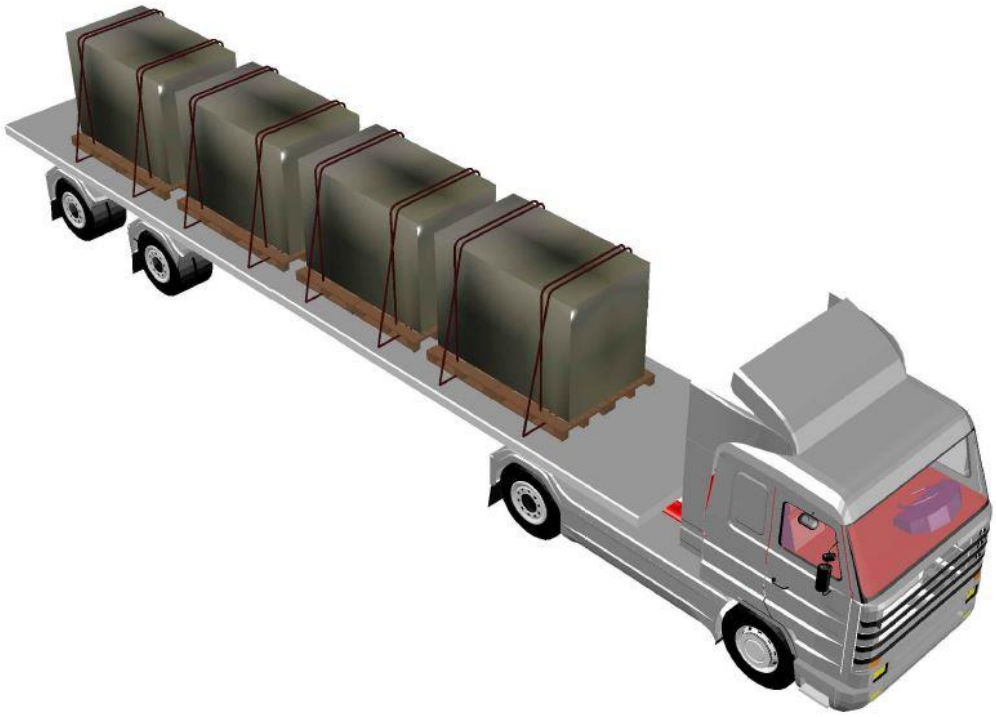
AutoCAD 43. Maquinaria no móvil trincada



AutoCAD 44. Bastidores en forma de A para paneles

AutoCAD 45. Bastidores en forma de A para paneles trincados

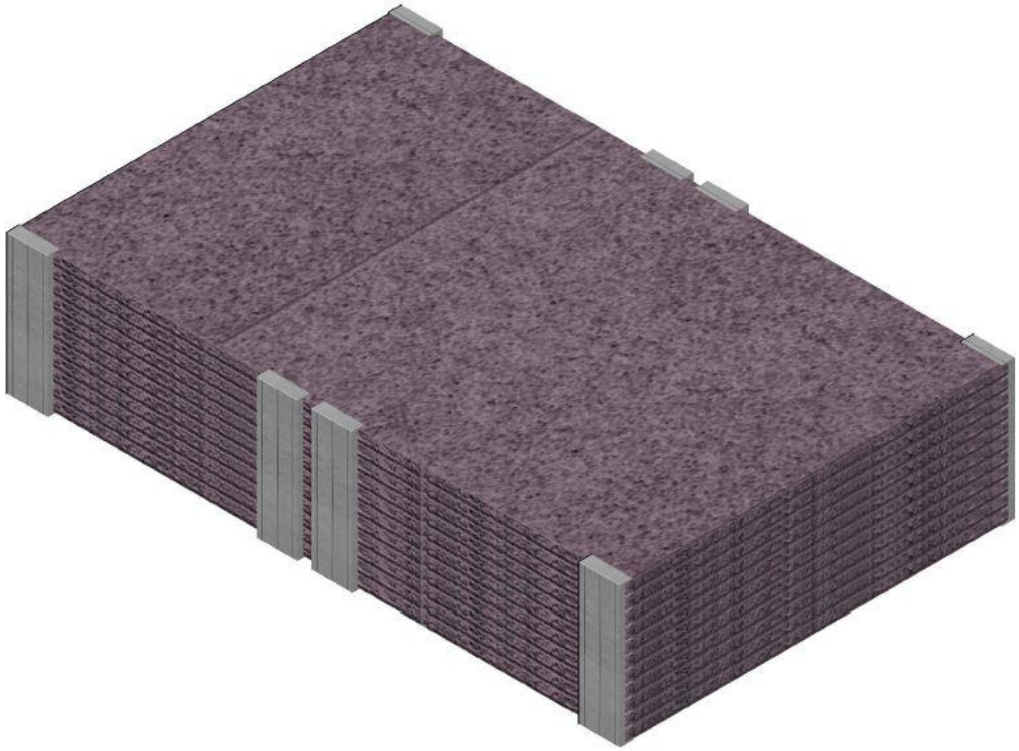
AutoCAD 46. Bloques de piedra grandes



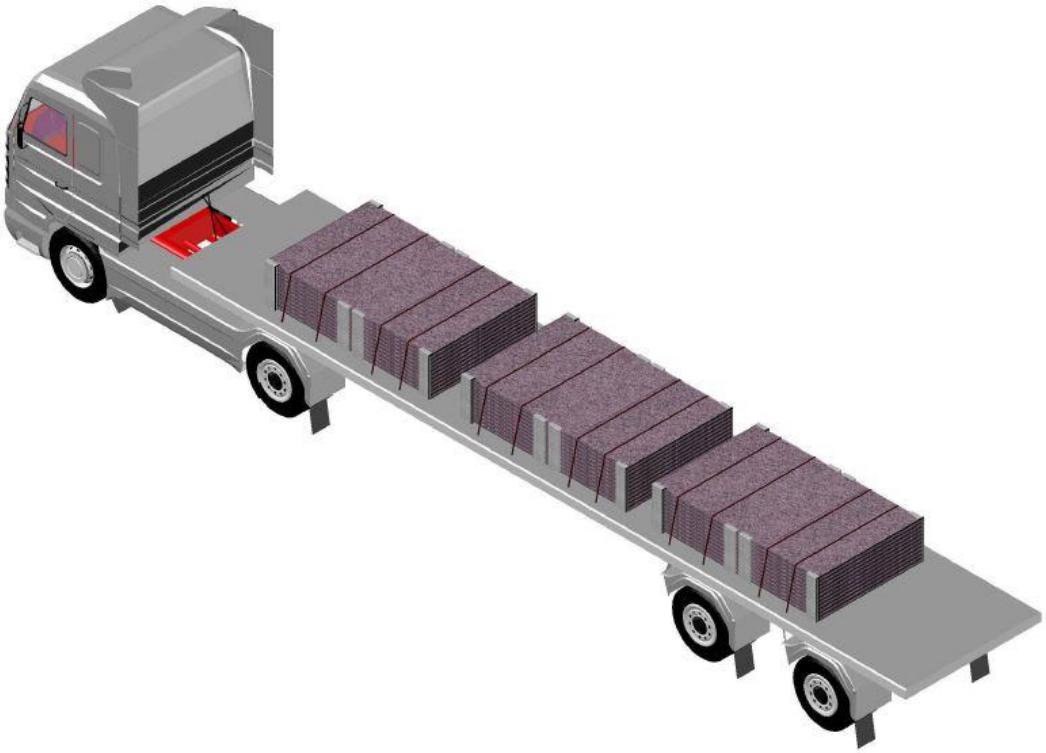
AutoCAD 47. Bloques de piedra grandes trincados

AutoCAD 48. Bloques de piedra pequeños

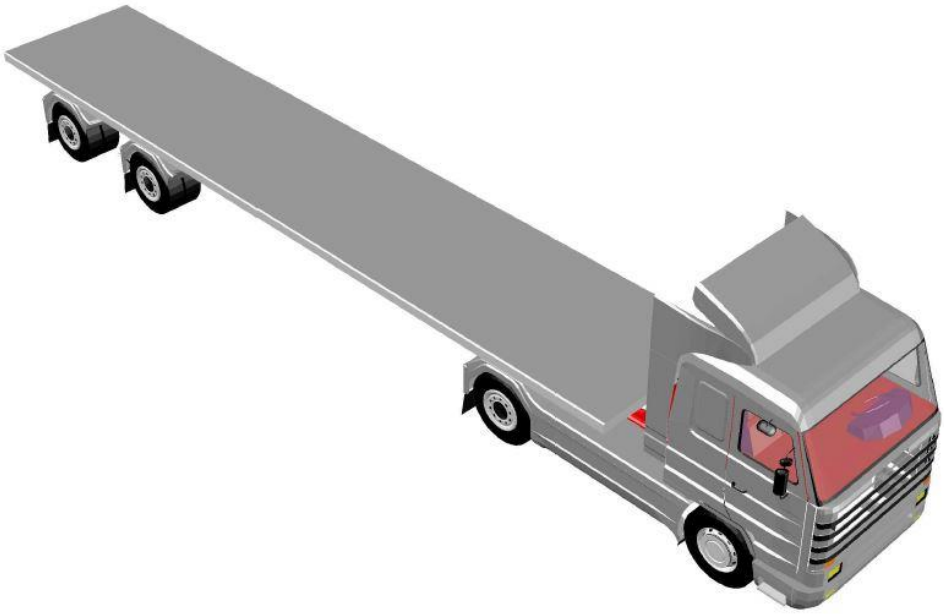
AutoCAD 49. Bloques de piedra pequeños trincados



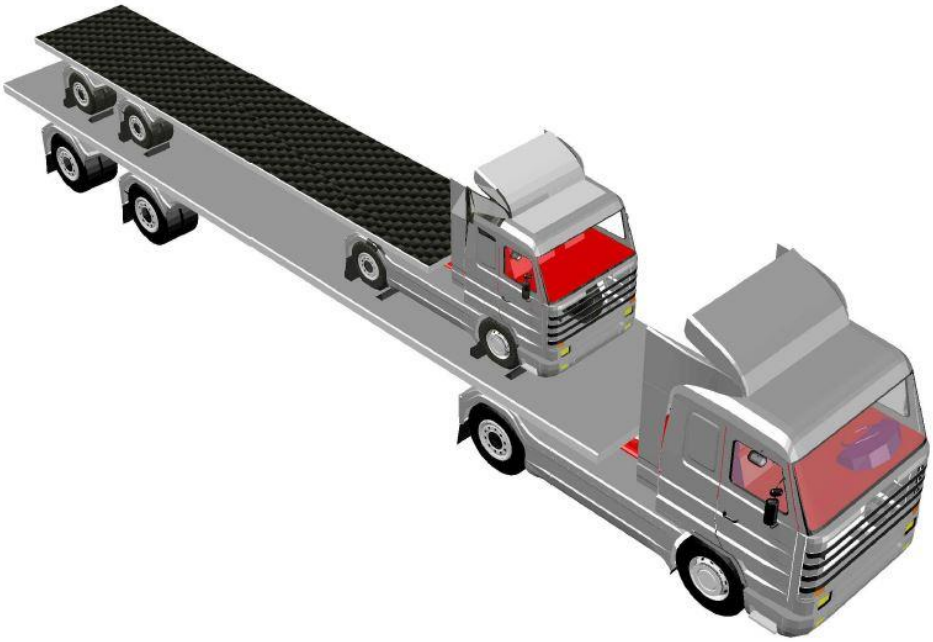
AutoCAD 50. Placas



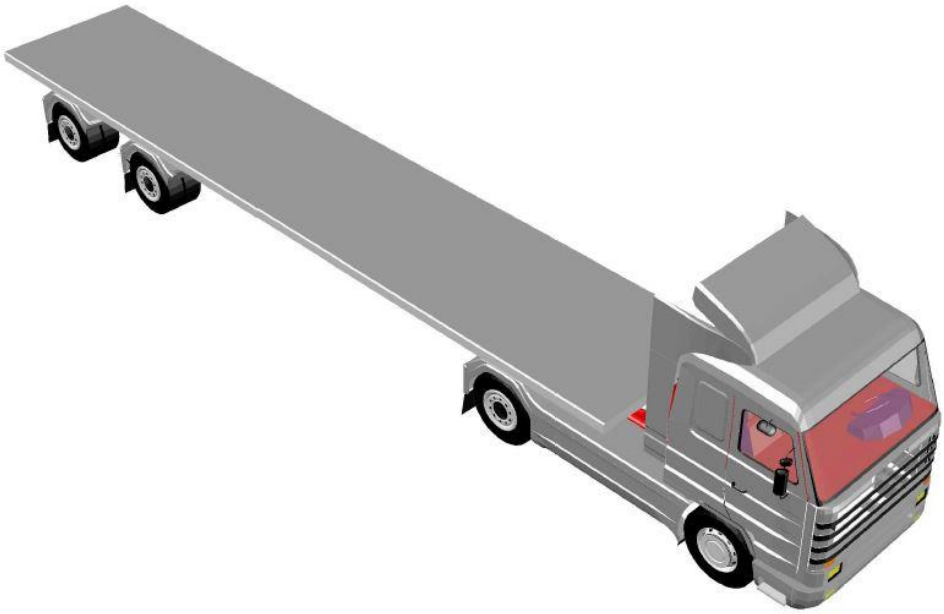
AutoCAD 51. Placas trincadas



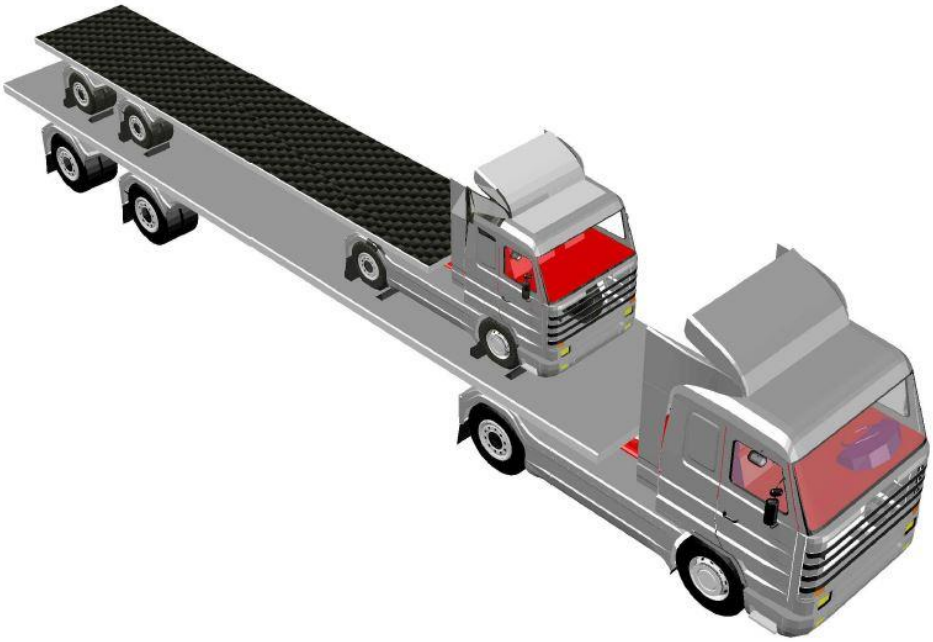
AutoCAD 52. Camiones



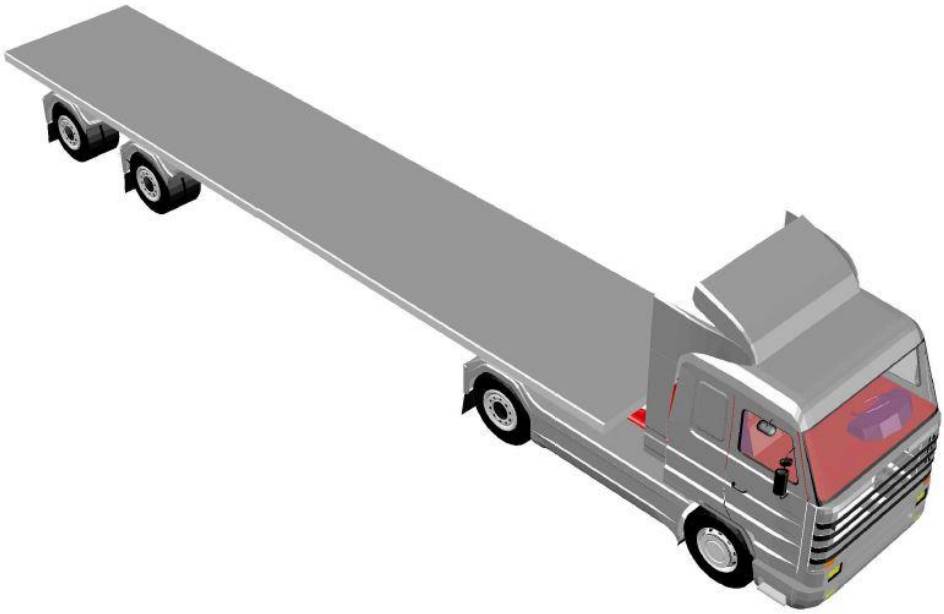
AutoCAD 53. Camiones trincados



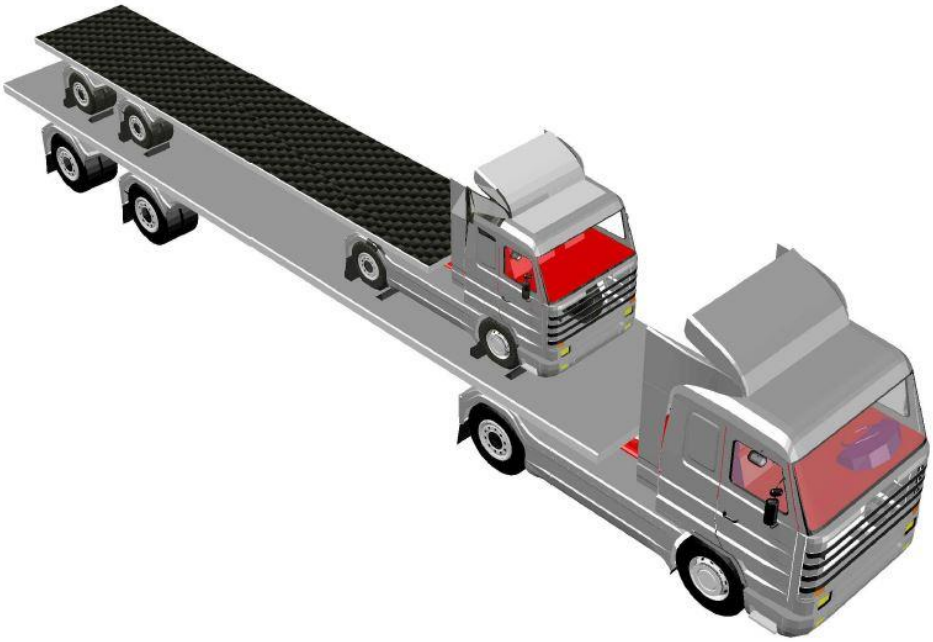
AutoCAD 54. Remolques



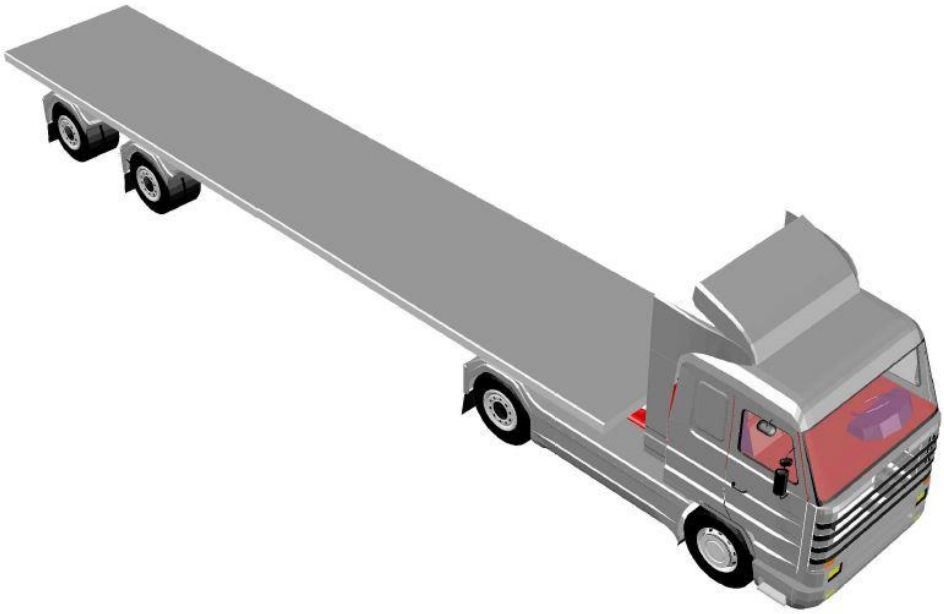
AutoCAD 55. Remolques trincados



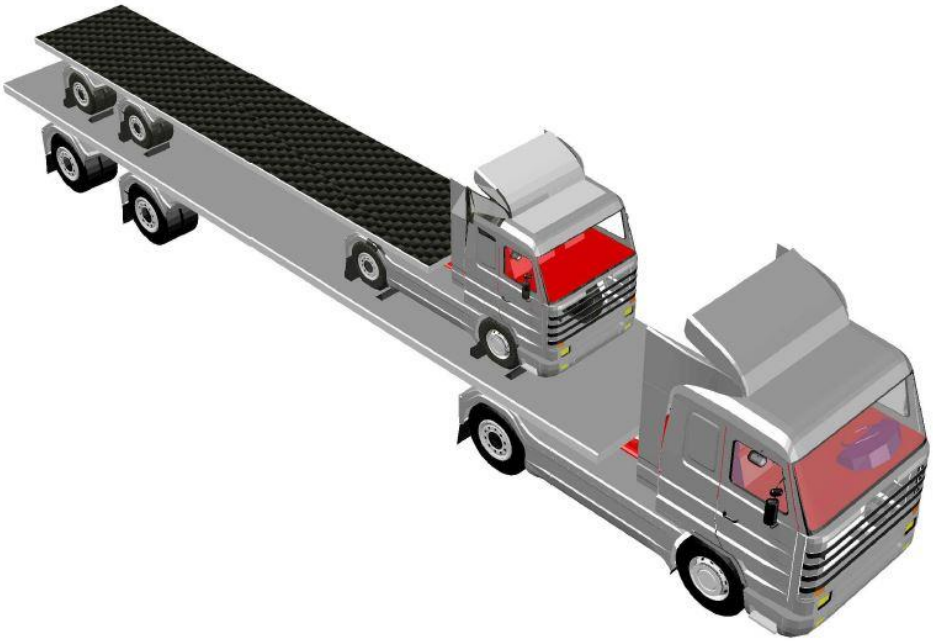
AutoCAD 56. Chasis de camiones



AutoCAD 57. Chasis de camiones trincados

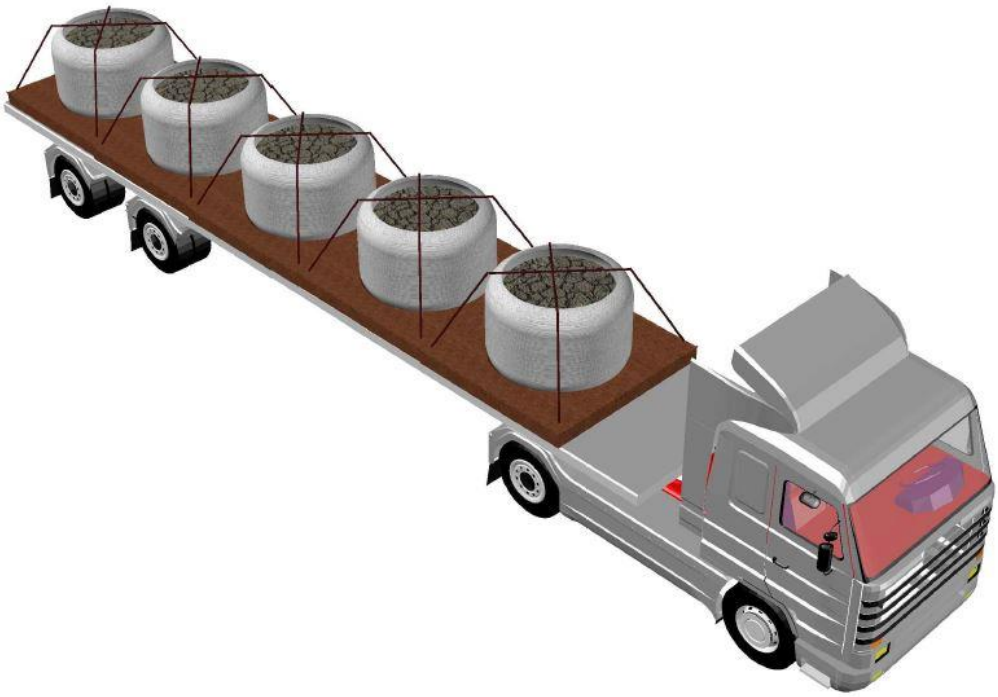


AutoCAD 58. Otros vehículos industriales



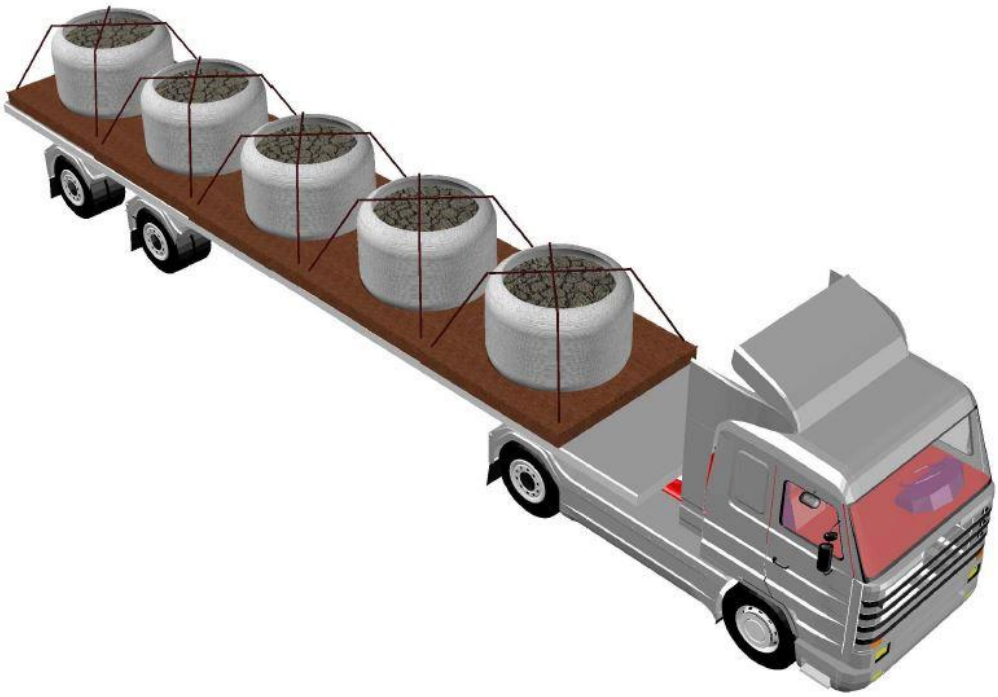
AutoCAD 59. Otros vehículos industriales trincados

AutoCAD 60. Grandes sacos o contenedores flexibles para granel



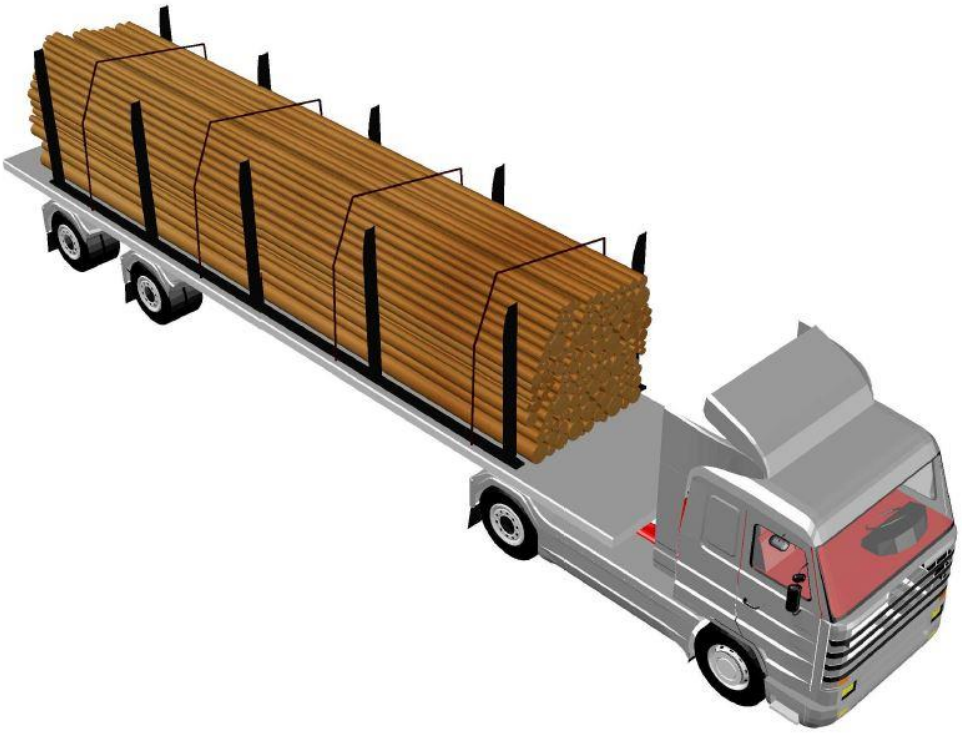
AutoCAD 61. Grandes sacos o contenedores flexibles para granel trincados

AutoCAD 62. Sacos sobre palets

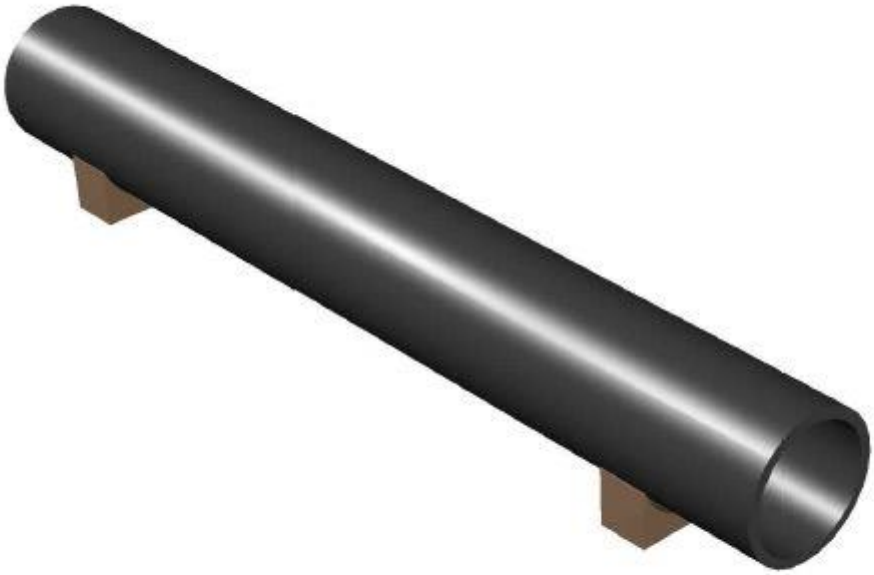


AutoCAD 63. Sacos sobre palets trincados

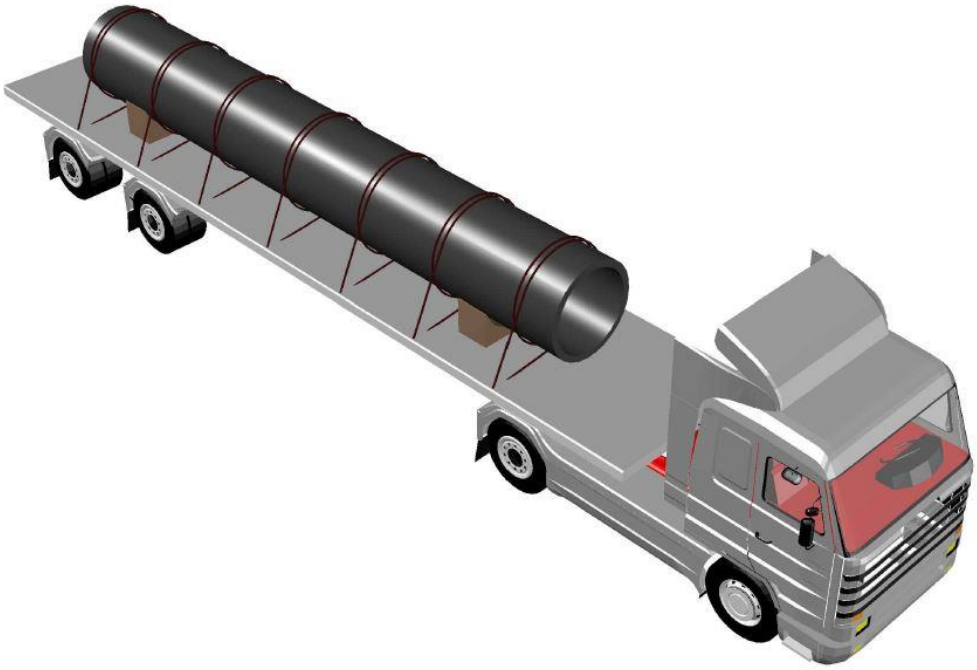
AutoCAD 64. Troncos de madera



AutoCAD 65. Troncos de madera trincados

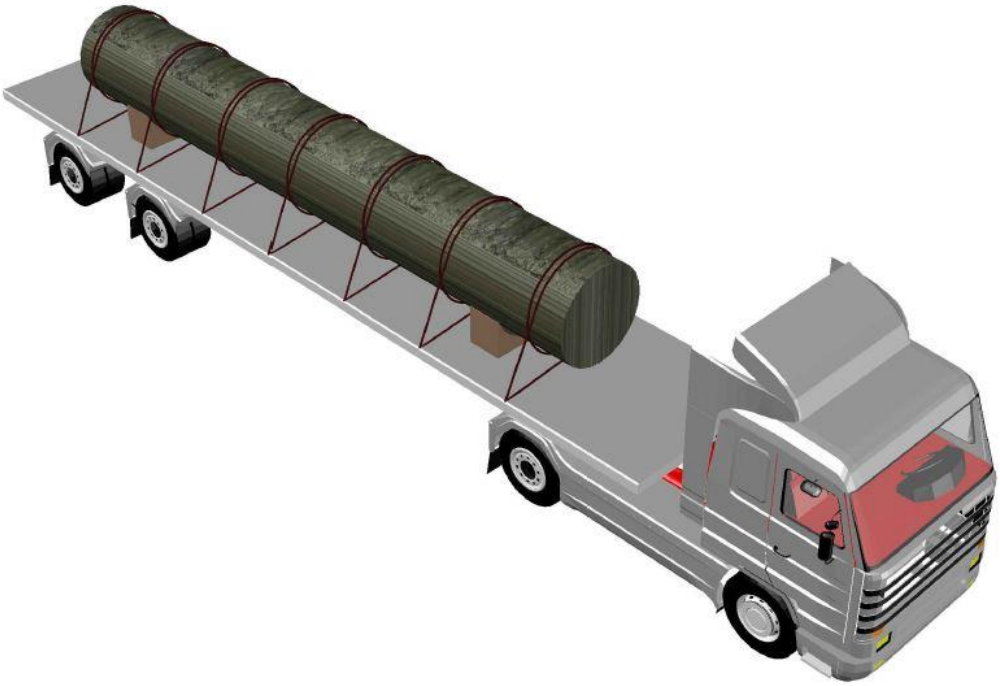


AutoCAD 66. Tubos huecos

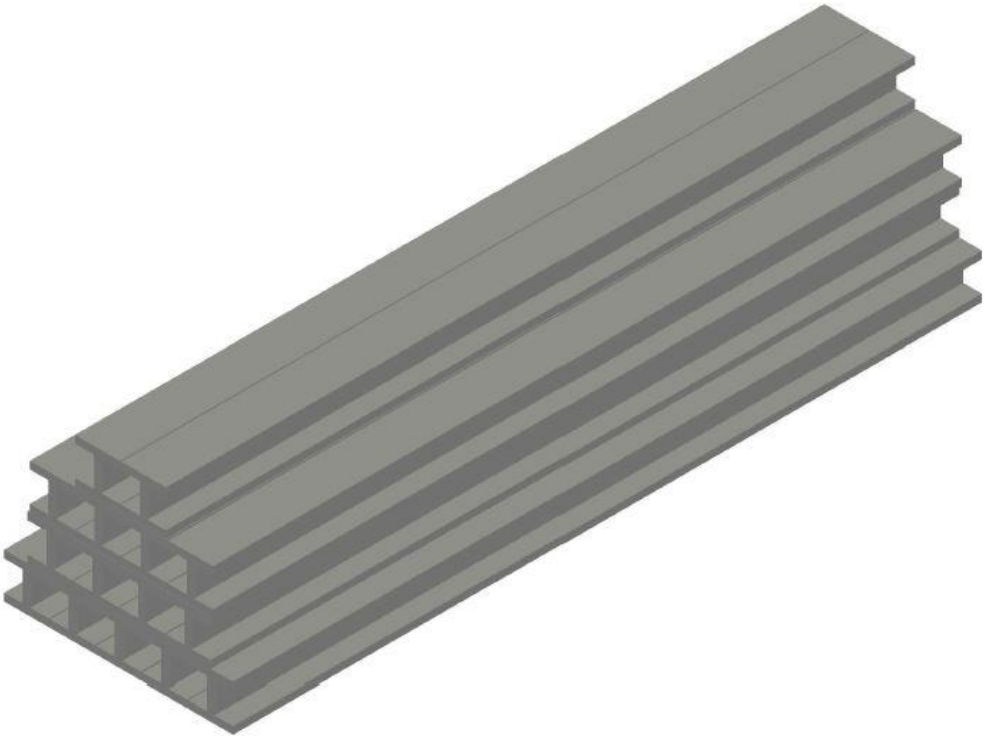


AutoCAD 67. Tubos huecos trincados

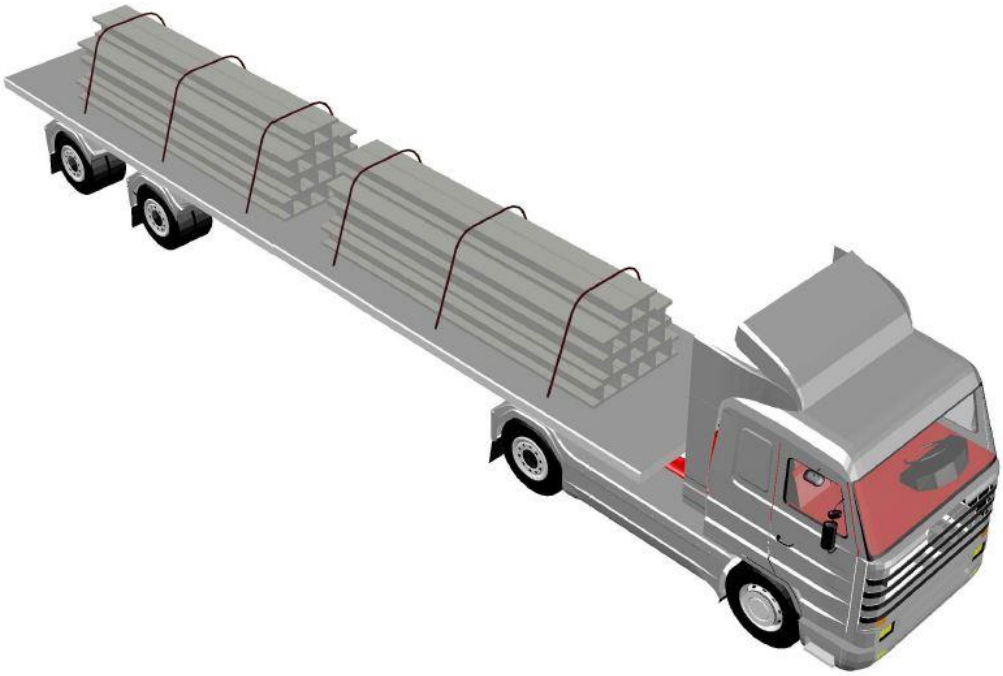
AutoCAD 68. Tubos macizos



AutoCAD 69. Tubos macizos trincados



AutoCAD 70. Vigas



AutoCAD 71. Vigas trincadas

2.2 HOJAS DE CÁLCULOS COMPLETAS INICIALES

En un principio se planteó la posibilidad de que el programa de trincaje de cargas abarcara otros tipos de transporte que no fueran el terrestre por camión, por lo que se comenzaron a hacer hojas de cálculo que cubrían diferentes posibilidades.

Posteriormente se vio que como cada tipo de transporte tiene normativas y recomendaciones diferentes, sería muy complicado realizar esta tarea en un año de trabajo. Este programa tiene futuro y muchas posibilidades de expansión. Se acaban de abrir las puertas de un camino muy largo del que todavía queda un mundo por recorrer.

Por lo tanto, en este apartado (anexo) se muestran los cálculos iniciales que consideraban además del transporte por carretera en camión, el transporte en barco y el transporte también por carretera pero en tren.

La dificultad de un proyecto de tanta envergadura está en conseguir reunir todas y cada una de las normativas y guías de recomendaciones posibles. Como cada una tiene sus diferentes coeficientes, meter una misma variable en un programa con diferentes valores para diferentes tipos de transporte iba a ser muy largo y tedioso. Demasiado para un proyecto de un año.

Por lo tanto finalmente se optó por hacer trincajes solo en camiones que eran los más urgentes de cubrir debido a los accidentes y malas prácticas que hay actualmente, y los más peligrosos de llevar cargas mal trincadas.

- **1. Bloqueo**

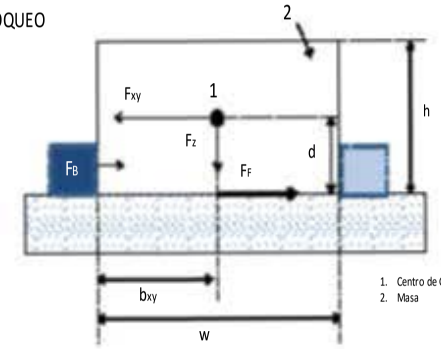
BLOQUEO NECESARIO PARA SUJETAR LA CARGA

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS	CAMIÓN / FURGONETA >3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
m	kg	Masa de la carga		1000												
F_{Bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{Bx} = F_x - F_F$		500	200			0	0			700	700		
F_{By}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{By} = F_y - F_F$				200	300			200	700			200	700
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,3												
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	Fz= m*1g	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
F_F	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_Z	Fr= μ*m	300												
F_X	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fx = Cx*m		800	500			300	300			1000	1000		
F_Y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	Fy = Cy*m				500	600			500	1000			500	1000
F_T	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre		5000												
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81												
α	º	Angulo del amarre	grados	80												

			CAMIÓN / FURGONETA >3500KGS				BARCO				TREN			
			Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal	0,8	0,5			0,3	0,3			1	1		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal			0,5	0,6			0,5	1			0,5	1

			ZONA A	ZONA B	ZONA C	Deslizamiento	Inclinación
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal	1	0,5	0,3	0,7	1
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal	1	1	1	1	0,7

BLOQUEO



1. Centro de Gravedad
2. Masa

Fórmulas aplicables

		Cx,y	μ	Cz	m	g			
		0,5	0,3	1	1000	9,81			
			μ	α	Fr		fs	1,1	fs 1,25
		2	0,3	0,98	5000		Factor Seguridad		Factor Seguridad
FB	1962,00								camión hacia adelante
comprobante	4905,00	=	4905				cualquier dirección excepto camión hacia adelante		fs 1,1
BC>	2158	daN							

Se recomienda redondear al alza en caso de decimales.

Para compensar las irregularidades de la distribución de las fuerzas de amarre y de la aceleración durante el frenado, tiene que utilizarse un factor de seguridad: fs=1,1 en todas las direcciones, salvo en la dirección hacia adelante en transporte por carretera, donde es 1,25

- 2.1 Amarre Sup desliz

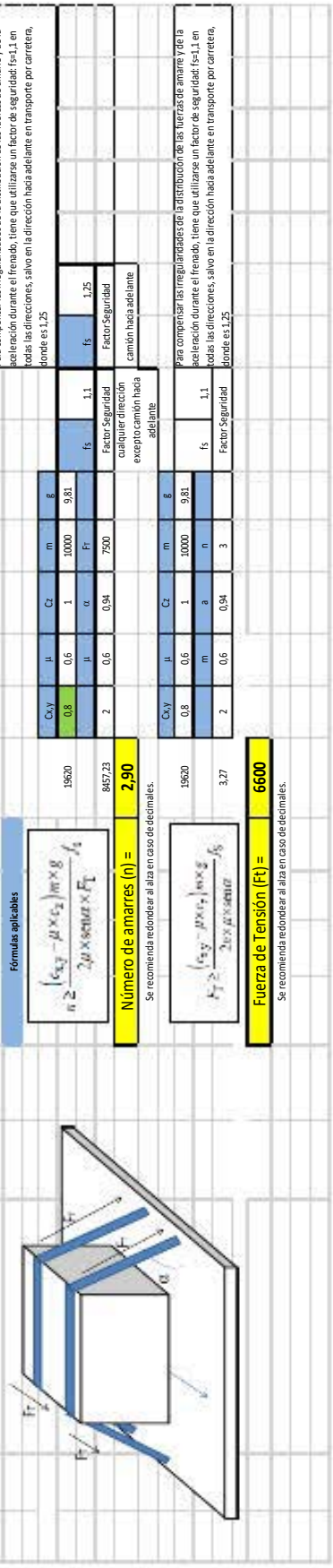
AMARRE SUPERIOR PARA EVITAR DESLIZAMIENTO

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa de la carga		10000
F_{Bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{Bx} = F_2 - F_1$	
F_{By}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{By} = F_1 - F_2$	
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,6
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	Fz= m*g	10000
F_z	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_z	Fr= μ*m	6000
F_x	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fx = Cx*m	
F_y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	Fy = Cy*m	5000
F_T	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre en Newtons		7500
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81
α	º	Angulo del amarre	grados	70
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal		
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal		
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal		

CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS					BARCO					TREN				
Adelante	Atrás	Lados	Inclinación		Adelante	Atrás	Lados	Inclinación		Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	
2000	-1000				-3000	-3000				4000	4000			
		-1000	0				-1000	4000				-3000	4000	
10000	10000	10000	10000		10000	10000	10000	10000		10000	10000	10000	10000	
8000	5000				3000	3000				10000	10000			
		5000	6000				5000	10000				5000	10000	

CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
0,8	0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,5	1	1	1	0,5	1

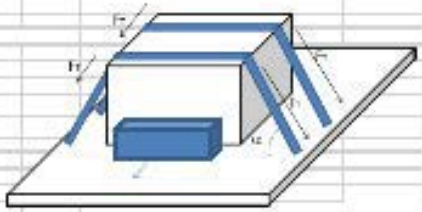
ZONA A	ZONA B	ZONA C	Deslizamiento	Inclinación
0,5	0,3	0,7	1	1
1	1	1	0,7	1



- 2.2 Amarre Sup Desliz + Bloqueo

AMARRE SUPERIOR PARA EVITAR DESLIZAMIENTO (CON BLOQUEO)

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
m	kg	Masa de la carga		10000												
F_{Bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{Bx} = F_x - F_F$		2000	-1000			-3000	-3000			4000	4000		
F_{By}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{By} = F_y - F_F$				-1000	0			-1000	4000			-1000	4000
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,6												
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	Fz= m*1g	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
F_F	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_Z	Fr= μ*m	6000												
F_X	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fx = Cx*m		8000	5000			3000	3000			10000	10000		
F_Y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	Fy = Cy*m	5000			5000	6000			5000	10000			5000	10000
F_T	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre		5000												
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81												
α	º	Angulo del amarre	grados	30	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal			0,8	0,5			0,3	0,3			1	1		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal					0,5	0,6			0,5	1			0,5	1
									ZONA A	ZONA B		ZONA C	Deslizamiento		Inclinación	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal			1				0,5	0,3		0,7	1		1	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal			1				1	1		1	0,7		1	



Fórmulas aplicables

$$n \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \times c_z) m \times g}{2\mu \times \operatorname{sen}\alpha \times F_1} f_s$$

Introducir datos en campos en verde

	Cx,y	μ	Cz	m	g				
19620	0,8	0,6	1	10000	9,81				
		μ	sen(α)	Fr		fs	1,1	fs	1,25
3000	2	0,6	0,50	5000		Factor Seguridad		Factor Seguridad	
						cualquier dirección excepto camión hacia adelante		camión hacia adelante	

Para compensar las irregularidades de la distribución de las fuerzas de amarre y de la aceleración durante el frenado, tiene que utilizarse un factor de seguridad: fs=1,1 en todas las direcciones, salvo en la dirección hacia adelante en transporte por carretera, donde es 1,25

Número de amarres (n) = AMARRE SUPERIOR EVITAR DESLIZAMIENTO: **8,18**

Nota: si es negativo, no precisa amarre

Se recomienda redondear al alza en caso de decimales

$$F_T \geq \frac{(c_{x,y} - \mu \times c_z) m \times g}{2\mu \times \operatorname{sen}\alpha \times n} f_s$$

	Cx,y	μ	Cz	m	g				
19620	0,8	0,6	1	10000	9,81				
		μ	sen(α)	n		fs	1,1	fs	1,25
4,905	2	0,6	0,50	8		Factor Seguridad		Factor Seguridad camión hacia adelante	

Fuerza de Tensión (Ft) = AMARRE SUPERIOR EVITAR DESLIZAMIENTO: **5000**

$$BC \geq 2n \times \mu \times \operatorname{sen}\alpha \times n_1 f_s \geq (c_{x,y} - \mu \times c_z) m \times g$$

19620 > 19620

El bloqueo debe ser superior a la fuerza del amarre

$$BC \geq 2n \times \mu \times \operatorname{sen}\alpha \times n_1 f_s \geq (c_{x,y} - \mu \times c_z) m \times g$$

SEÑALE LA FUERZA DE BLOQUEO QUE QUIERE USAR: BC 14820 Cz 1

Señale número de amarres que desea usar: 2

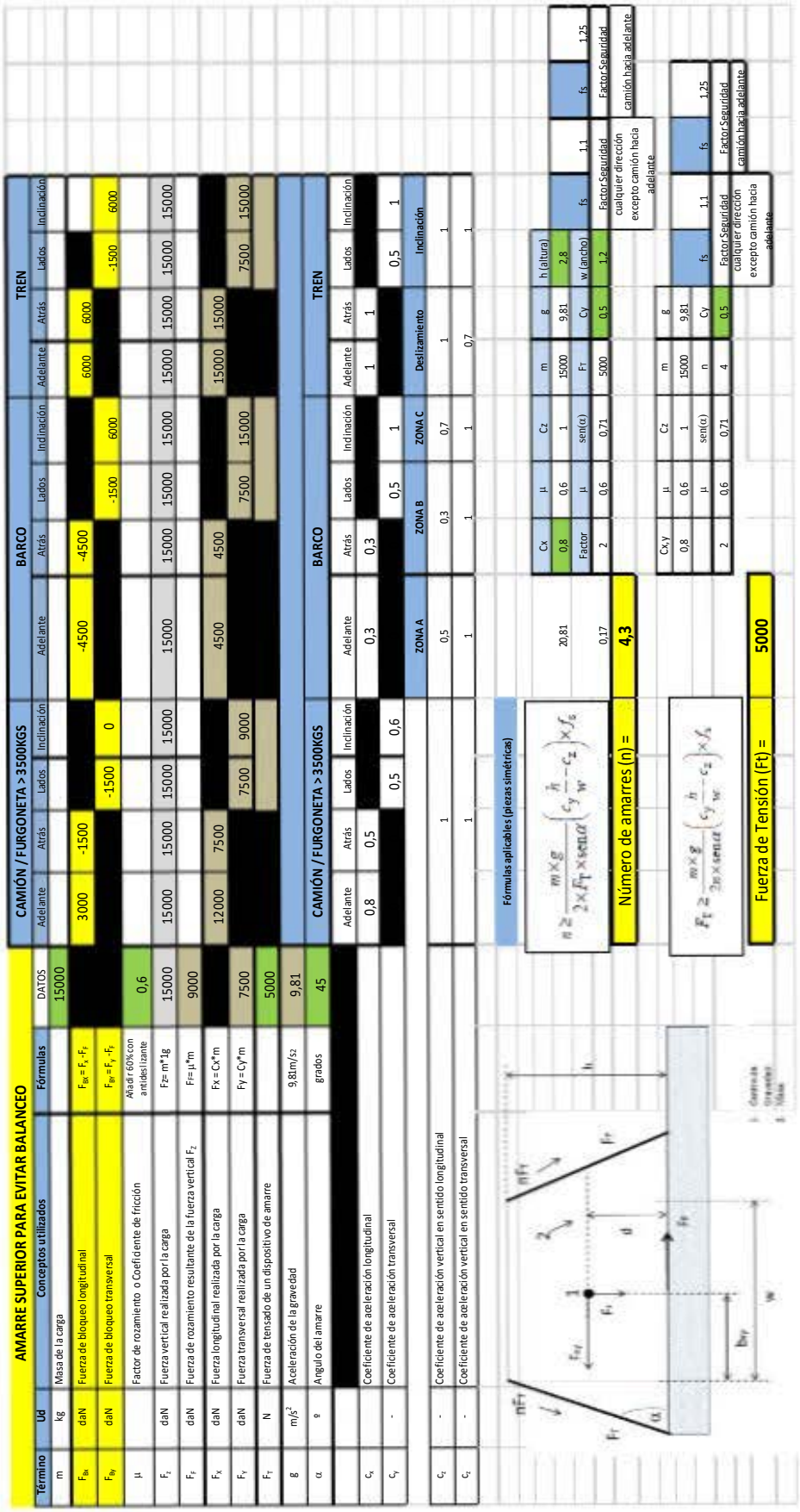
LA FUERZA DE BLOQUEO NECESARIA SERÍA: 1482 daN

Si señala el mismo número que el que indica la fórmula sobre el número de amarres, no será necesario bloqueo. Si indica un número menor, entonces deberá compensar con un bloqueo de fuerza igual a los daN que faltan hasta igualar la fórmula superior.

4800
19620

Bloqueo necesario si amarres insuficientes: 0 N

- **2.3 Amarre Sup balanceo**



AMARRE SUPERIOR PARA EVITAR BALANCEO

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS
m	kg	Masa de la carga		15000
F_{Bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{Bx} = F_x - F_F$	
F_{By}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{By} = F_y - F_F$	
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,6
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	$F_z = m*1g$	15000
F_F	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_z	$F_F = \mu*m$	9000
F_x	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	$F_x = Cx*m$	
F_y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	$F_y = Cy*m$	7500
F_T	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre		5000
g	m/s²	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81
α	º	Angulo del amarre	grados	45
c_x	-	Coeficiente de aceleración longitudinal		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal		
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal		
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal		

CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS						BARCO						TREN					
	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación		Adelante	Atrás	Lados	Inclinación			Adelante	Atrás	Lados	Inclinación		
	3000	-1500				-4500	-4500					6000	6000				
			-1500	0				-1500	6000					-1500	6000		
	15000	15000	15000	15000		15000	15000	15000	15000			15000	15000	15000	15000		
	12000	7500				4500	4500					15000	15000				
	7500		7500	9000				7500	15000					7500	15000		

CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS					BARCO				TREN			
	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
	0,8	0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,5	1	1	1	0,5	1

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	Deslizamiento	Inclinación
	1	0,3	0,7	1	1
	0,5	1	1	0,7	1
	1	1			

Fórmulas aplicables (piezas simétricas)

$$n \geq \frac{m \times g}{2 \times F_T \times \operatorname{sen}\alpha}\left(c_y \frac{h}{w} - c_z\right) \times f_s$$

	Cx	μ	Cz	m	g	h (altura)
20,81	0,8	0,6	1	15000	9,81	2,8
	Factor	μ	sen(α)	Fr	Cy	w (ancho)
0,17	2	0,6	0,71	5000	0,5	1,2

Número de amarres (n) = **4,3**

	fs	Factor Seguridad
	1,1	Factor Seguridad
	1,25	Factor Seguridad

cualquier dirección excepto camión hacia adelante

camión hacia adelante

$$F_T \geq \frac{m \times g}{2n \times \operatorname{sen}\alpha}\left(c_y \frac{h}{w} - c_z\right) \times f_s$$

	Cx,y	μ	Cz	m	g
	0,8	0,6	1	15000	9,81
		μ	sen(α)	n	Cy
	2	0,6	0,71	4	0,5

	fs	Factor Seguridad
	1,1	Factor Seguridad
	1,25	Factor Seguridad

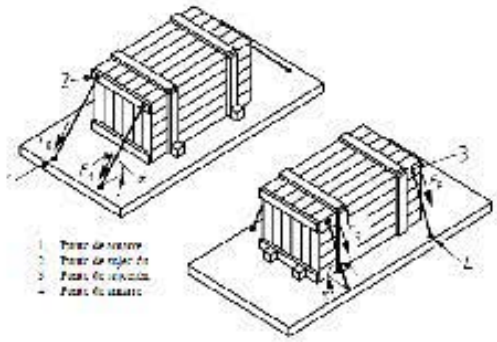
cualquier dirección excepto camión hacia adelante

camión hacia adelante

Fuerza de Tensión (Ft) = **5000**

- **3.1 Amarre inclinac long trans**

AMARRE EN INCLINACIÓN TRANSVERSAL O LONGITUDINAL					CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
m	kg	Masa de la carga		5000												
F_{Bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{BX} = F_X - F_F$		2000	500			-500	-500			3000	3000		
F_{By}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{BY} = F_Y - F_F$				500	1000			500	3000			500	3000
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,4												
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	Fz= m*1g	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
F_F	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_Z	$F_F = \mu * m$	2000												
F_X	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fx = Cx*m		4000	2500			1500	1500			5000	5000		
F_Y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	Fy = Cy*m	2500			2500	3000			2500	5000			2500	5000
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81												
α	º	Angulo del amarre	grados	50	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal			0,8	0,5			0,3	0,3			1	1		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal					0,5	0,6			0,5	1			0,5	1
									ZONA A	ZONA B		ZONA C	Deslizamiento		Inclinación	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal			1				0,5	0,3		0,7	1		1	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal			1				1	1		1	0,7		1	



Fórmulas aplicables (piezas simétricas)

$$F_B = m \times g \times \frac{(c_{xT} - \mu \times f_B \times c_z)}{2(\cos\alpha + \mu \times f_B \times \operatorname{sen}\alpha)}$$

28105,63088

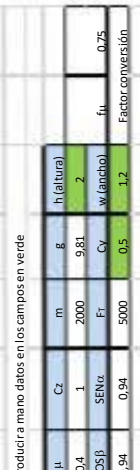
Cx	μ	Cz	m	g	h (altura)		
0,8	0,4	1	5000	9,81	2		
COSα		sen(α)	FT	Cy	w (ancho)	∫μ	0,75
0,64		0,77	500	0,5	1,2	Factor conversión	

LC DEBE SER IGUAL O MAYOR QUE	28106	NEWTONS
O lo que es lo mismo:	2811	daN

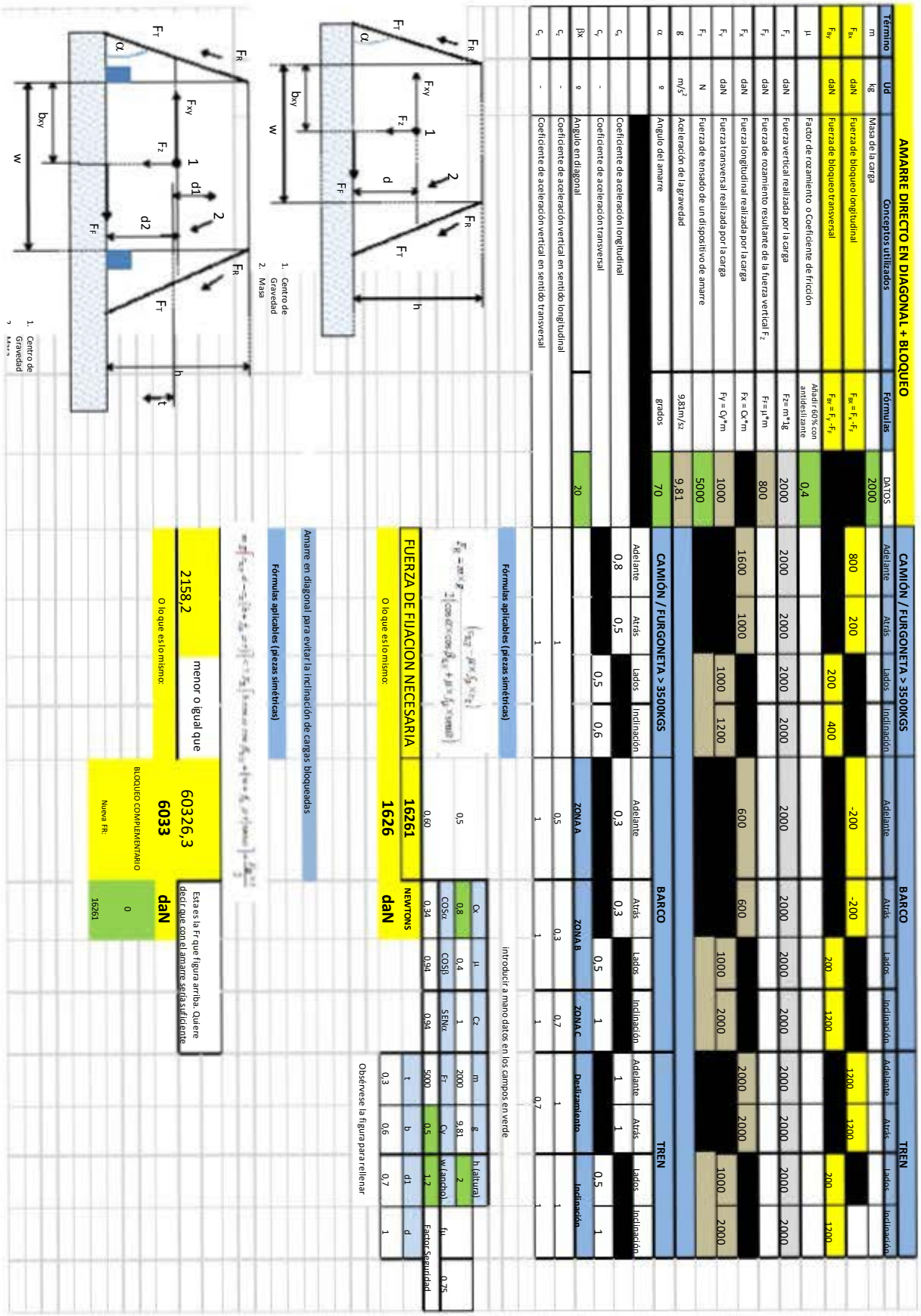
- 3.2 Amarre en diagonal

AMARRE DIRECTO EN DIAGONAL

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
m	kg	Masa de la carga		2000												
F_W	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_W = F_x - F_F$		800	200			-200	-200			1200	1200		
F_W	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_W = F_y - F_F$				200	400			200	1200			200	1200
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,4												
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	Fz= m*1g	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
F_z	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_z	Fr= μ*m	800												
F_x	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fx = Cx*m		1600	1000			600	600			2000	2000		
F_y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	Fy = Cy*m	1000			1000	1200			1000	2000			1000	2000
F_F	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre		5000												
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81												
α	º	Angulo del amarre	grados	70												
					CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal			0,8	0,5			0,3	0,3			1	1		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal					0,5	0,6			0,5	1			0,5	1
βx	º	Angulo en diagonal		20												
c_l	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal				1			ZONA A		ZONA B	ZONA C	Deslizamiento		Inclinación	
									0,5	0,3		0,7		1		1
c_t	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal				1			1	1		1		0,7		1



- **3.3 Am. Dir. contra incl + Bloq**



AMARRE DIRECTO EN DIAGONAL + BLOQUEO

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	BARCO Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	TREN Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
m	kg	Masa de la carga		2000												
F_{bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{bx} = F_x - F_f$		800	200			-200	-200			1200	1200		
F_{by}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{by} = F_y - F_f$				200	400			200	1200			200	1200
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,4												
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	$F_z = m*1g$	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
F_f	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_z	$F_f = \mu*m$	800												
F_x	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	$F_x = C_x*m$		1600	1000			600	600			2000	2000		
F_y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	$F_y = C_y*m$	1000			1000	1200			1000	2000			1000	2000
F_T	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre		5000												
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81												
α	º	Angulo del amarre	grados	70												
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal			Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
c_y		Coeficiente de aceleración transversal			0,8	0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,5	1	1	1	0,5	1
βx	º	Angulo en diagonal		20					ZONA A	ZONA B	ZONA C		Deslizamiento		Inclinación	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal			1				0,5	0,3	0,7		1		1	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal			1				1	1	1		0,7		1	

Fórmulas aplicables (piezas simétricas)

$$F_R = m \times g \times \frac{\left(c_{xz} - \mu \times c_{yz} \times c_z\right)}{\left[\cos\alpha \times \cos\beta_{xz} + \mu \times c_{yz} \times \sin\alpha\right]}$$

Introducir a mano datos en los campos en verde

0,5	Cx	0,8	μ	0,4	Cz	1	m	2000	g 9,81
	COSα	0,34	COSβ	0,94	SENα	0,94	Fr	5000	h (altura) 2
	Cy	0,5	fr	0,75	w (ancho)	1,2	t	0,3	b 0,6
	d1	0,7	d	1	Factor Seguridad				

FUERZA DE FIJACION NECESARIA

O lo que es lo mismo:	16261	1626
	NEWTONS	daN

Obsérvese la figura para rellenar

Amarre en diagonal para evitar la inclinación de cargas bloqueadas

Fórmulas aplicables (piezas simétricas)

$$F_R = \frac{m \times g \times \left[\left(c_{xz} - \mu \times c_{yz} \times c_z\right) \times \left(1 + \frac{d_1}{d_2}\right) + \left(c_{yz} + \mu \times c_{xz} \times \sin\alpha\right) \times \frac{b_{xy}}{w}\right]}{\left[\cos\alpha \times \cos\beta_{xz} + \mu \times c_{yz} \times \sin\alpha\right] \times \left(1 + \frac{d_1}{d_2}\right)}$$

2158,2	menor o igual que	60326,3	Esta es la Fr que figura arriba. Quiere decir que con el amarre sería suficiente
O lo que es lo mismo:		6033 daN	
		BLOQUEO COMPLEMENTARIO	
		Nueva FR:	0
			16261

1. Centro de Gravedad
2. Masa

- 3.4 Amarre en bucle

AMARRE DIRECTO EN DIAGONAL

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
m	kg	Masa de la carga		5000												
F_{Bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{Bx} = F_x - F_F$		1000	-500			-1500	-1500			2000	2000		
F_{By}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{By} = F_y - F_F$				-500	0			-500	2000			-500	2000
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,6												
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	Fz= m*1g	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
F_F	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_z	F= μ*m	3000												
F_x	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fx = Cx*m		4000	2500			1500	1500			5000	5000		
F_y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	Fy = Cy*m	2500			2500	3000			2500	5000			2500	5000
F_R	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre	Fr = LC	5000												
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81												
α1	º	Angulo del amarre 1	grados	70	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
α2	º	Angulo del amarre 2	grados	70	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal			0,8	0,5			0,3	0,3			1	1		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal					0,5	0,6			0,5	1			0,5	1
βx1	º	Angulo en bucle 1		20	ZONA A				ZONA B			ZONA C	Deslizamiento		Inclinación	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal			0,5	1			0,3			0,7	1		1	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal			1	1			1			1	0,7		1	
βx2	º	Angulo en bucle 2		25												

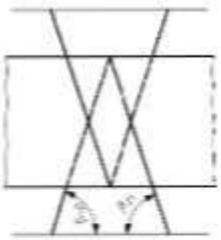
Fórmulas aplicables (piezas simétricas)

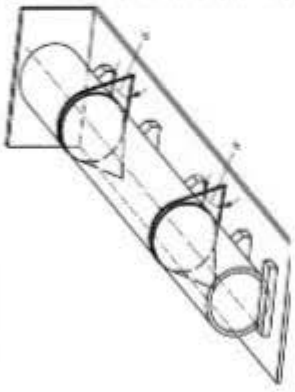
$$F_B \times \left[\sin\alpha_1 \times \sin\beta_1 \times \cos\alpha_2 \times \cos\beta_2 + \cos\alpha_1 \times \cos\beta_1 \times \sin\alpha_2 \right] = F_x \times \left[\sin\alpha_1 \times \sin\beta_1 \times \cos\alpha_2 \times \cos\beta_2 + \cos\alpha_1 \times \cos\beta_1 \times \sin\alpha_2 \right] + F_y \times \left[\sin\alpha_1 \times \sin\beta_1 \times \sin\alpha_2 \times \sin\beta_2 - \cos\alpha_1 \times \cos\beta_1 \times \cos\alpha_2 \right]$$

Cx	μ	Cz	m	g	h (altura)
0,8	0,6	1	5000	9,81	2
COSα1	COSβx1	Senα1	Fr	Cy	w (ancho)
0,34	0,94	0,94	5000	0,5	1,2
COSβx2	Senβx1	Senβx2	COSα2	Senα2	
0,94	0,91	0,34	0,34	0,94	

Introducir a mano datos en los campos en verde

PAREJAS DE AMARRES	0,8	Factor Seguridad

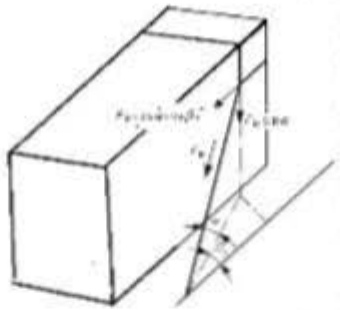


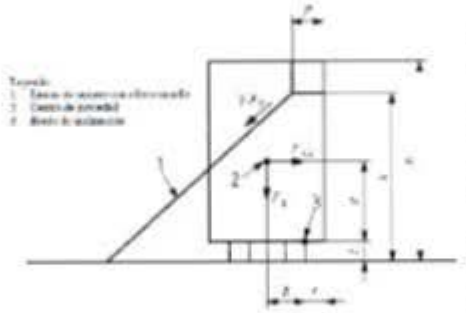


- 3.5 Amarre efecto muelle

AMARRE DIRECTO EN DIAGONAL MUELLE

Término	Ud	Conceptos utilizados	Fórmulas	DATOS	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
m	kg	Masa de la carga		16000												
F_{Bx}	daN	Fuerza de bloqueo longitudinal	$F_{BX} = F_x - F_F$		6400	1600			-1600	-1600			9600	9600		
F_{By}	daN	Fuerza de bloqueo transversal	$F_{BY} = F_Y - F_F$				1600	3200			1600	9600			1600	9600
μ		Factor de rozamiento o Coeficiente de fricción	Añadir 60% con antideslizante	0,4												
F_z	daN	Fuerza vertical realizada por la carga	Fz= m*1g	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000
F_F	daN	Fuerza de rozamiento resultante de la fuerza vertical F_z	F= μ*m	6400												
F_X	daN	Fuerza longitudinal realizada por la carga	Fx = Cx*m		12800	8000			4800	4800			16000	16000		
F_Y	daN	Fuerza transversal realizada por la carga	Fy = Cy*m	8000			8000	9600			8000	16000			8000	16000
F_T	N	Fuerza de tensado de un dispositivo de amarre		5000												
g	m/s^2	Aceleración de la gravedad	9,81m/s2	9,81												
α	º	Angulo del amarre	grados	70	CAMIÓN / FURGONETA > 3500KGS				BARCO				TREN			
					Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación	Adelante	Atrás	Lados	Inclinación
c_x		Coeficiente de aceleración longitudinal			0,8	0,5			0,3	0,3			1	1		
c_y	-	Coeficiente de aceleración transversal					0,5	0,6			0,5	1			0,5	1
βx	º	Angulo en diagonal		20					ZONA A	ZONA B		ZONA C	Deslizamiento		Inclinación	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido longitudinal			1				0,5	0,3		0,7	1		1	
c_z	-	Coeficiente de aceleración vertical en sentido transversal			1				1	1		1	0,7		1	





Fórmulas aplicables (piezas simétricas)

Equilibrio de fuerzas para impedir el deslizamiento

$$F_x - F_z \times c_x \times \mu - \sum_{i=1}^{n} F_{Bi} \times \mu \times \sin\alpha_i - \sum_{i=1}^{n} F_{Bi} \times \cos\alpha_i \times \cos\beta_{x,i} = 0$$

0,5

0,60

q= número de filas

n>= Peso carga / (%MSL·Resistencia a rotura)

introducir a mano datos en los campos en verde

Cx	μ	Cz	m	g	h (altura)		
0,8	0,4	1	16000	9,81	2		
COSα	COSβ	SENα	F_T	Cy	w (ancho)	f_u	0,75
0,34	0,94	0,94	5000	0,5	1,2	Factor Seguridad	
q							
2,00							

MATERIAL	MSL
Grilletes, anillos, argollas	50% de la resistencia a la rotura
Cinta de fibra	50% de la resistencia a la rotura
Cinta textil	50% de la resistencia a la rotura
Cable de acero (un solo uso)	80% de la resistencia a la rotura
Cable de acero (multiflexible)	50% de la resistencia a la rotura
Hierro de acero (un solo uso)	50% de la resistencia a la rotura
Cadenas	50% de la resistencia a la rotura

El equilibrio en una situación como la de la figura anexa, con 2 líneas de amarres sería:

$$F_x \times c_x - F_z \times c_z \times \mu - \left[F_{B1} \times \cos\alpha_1 \times \cos\beta_{x,1} \times (c_y - 1)\right] - \left[F_{B2} \times \cos\alpha_2 \times (c_y - 1)\right] = 0$$

$$m \times g \times c_z \times d - m \times g \times c_z \times d - F_{B1} \times \left[2 \times \sin\alpha_1 \times \cos\beta_{x,1} \times (c_y - 1)\right] - 2 \times \sin\alpha_2 \times (c_y - 1)\right] = 0$$

2.3 TABLAS ADICIONALES NECESARIAS

En este apartado de los anexos, se incluyen todas las demás tablas que no se han explicado a lo largo del proyecto, pero que han sido necesarias para su correcta realización y para el funcionamiento del programa.

- Coeficientes de aceleración: Tabla utilizada en gran cantidad de ocasiones.

- Factores de rozamiento: Muy importante para los cálculos.

- Listado de Cargas: Seguramente la tabla más importante de todas, ya que relaciona imágenes, cálculos y tipos de trincaje.

    - Familias de cargas
    - Tipo/Material de Carga
    - Imagen UNE

Coeficientes de aceleración *cx* , *cy* y *cz* durante el transporte por carretera

Fijaciones en	Coeficientes de aceleración				
	c_x longitudinalmente		c_y transversalmente		c_z verticalmente hacia abajo
	hacia adelante	hacia atrás	sólo deslizamiento	inclinación	
dirección longitudinal	0,8	0,5	–	–	1
dirección transversal	–	–	0,5	0,5/0,6	1

Nota.- Esta tabla procede de la tabla 2 del apartado 4.2. Carga sobre vehículos durante el transporte por carretera - UNE EN 12195-1-2011

Tabla 20. Coeficientes de aceleración.

Factores de rozamiento μ a utilizar en los cálculos de productos y superficies habituales

Materiales en la superficie de contacto (limpias)	Factor de rozamiento μ
Madera serrada	
Madera serrada – Material laminado/contrachapado	0,45
Madera serrada – Aluminio ranurado	0,4
Madera serrada – Plástico retráctil	0,3
Madera serrada – Chapa de acero inoxidable	0,3
Madera lisa	
Madera lisa – Material laminado/contrachapado	0,3
Madera lisa – Aluminio ranurado	0,25
Madera lisa - Chapa de acero inoxidable	0,2
Paleta plástica	
Paleta de plástico - Material laminado/contrachapado	0,2
Paleta de plástico - Aluminio ranurado	0,15
Paleta de plástico - Chapa de acero inoxidable	0,15
Acero y metal	
Caja metálica - Material laminado/contrachapado	0,45
Caja metálica - Aluminio ranurado	0,3
Caja metálica - Chapa de acero inoxidable	0,2
Hormigón	
Hormigón rugoso – Listones de madera serrada	0,7
Hormigón liso – Listones de madera serrada	0,55
Cartón	
Cartón - Cartón/Palé de madera	0,5
Bolsas grandes	
Bolsas grandes - Palé de madera	0,4
Material antideslizante	
Goma (a)	0,6
Otro material (b)	Según certificado o considerado

(a) Puede utilizarse con f = 1,0 para amarre directo.

(b) Cuando se utilizan materiales especiales para incrementar el rozamiento tales como materiales anti-derrape, es necesario un certificado del factor de rozamiento μ.

(c) Tiene que asegurarse que los factores de rozamiento utilizados son aplicables al transporte real. Si los contactos con la superficie no están limpios y barridos, sin escarcha, hielo y nieve no debe utilizarse un factor de rozamiento mayor de μ = 0,2. Tomar precauciones para las superficies aceitosas y grasientas.

Nota.- Esta tabla procede del Anexo B del apartado B.2 Factores de rozamiento μ de algunos productos y superficies habituales - UNE EN 12195-1-2011

Tabla 21. Factores de rozamiento

LISTADO DE CARGAS

Este archivo es un Excel en el que hay 3 pestañas. La primera contiene una clasificación de las cargas por familias. La segunda pestaña contiene una tabla en la que se relaciona absolutamente todo lo importante para el proyecto (Cargas, recomendaciones de trincajes, imágenes a utilizar y cálculos con los que relacionarlo). Y por último la tercera y última pestaña, relaciona cada tipo de cálculo con una imagen de la norma UNE.

Pestaña 1:

Familia de la Carga
Bastidores
Cargas de Madera
Contenedores, Cajas y Cajones
Tubos y vigas
Placas y paneles
Maquinaria
Automóviles, furgonetas y remolques pequeños (categorías M1 y N1)
Camiones, remolques y chasis de camiones (categorías M2, M3, N2, N3, O3 y O4)
Bobinas
Bebidas
Mercancías paletizadas
Alimentos
Cargas combinadas
Bultos sueltos, barriles y bidones
Bloques de piedra y ladrillos

Tabla 22. Clasificación de cargas por familias

Pestaña 2:

Tipo / Material de la Carga						
Cargas	**Recomendación de trincaje**	**Cálculos extra**	**Recomendaciones o comentarios**	**Dirección**	**Imagen**	**Origen**
Bastidores						
Bastidores en forma de A para paneles	Bloqueo	-	En caso de no tener bloqueos, se recomienda Amarre Directo	Longitudinal	PanelA_PRG.jpg PanelA_Trin_PRG.jpg	GE
Cargas de Madera						
Madera aserrada apilada	Amarre superior + Puntales laterales	Nº puntales: Longitud ≤ 3,3m : + 2 puntales Longitud > 3,3m : + 3 puntales	Se recomienda transportar en embalajes estándar que cumplen la norma ISO4472	Longitudinal	MaderaSerrada_PRG.jpg MaderaSerrada_Trin_PRG.jpg	GE
Troncos de madera	Amarre superior + Puntales laterales	Amarres con LC de al menos 1600 daN	Se recomiendan cadenas o cinchas con tensor	Longitudinal	TroncosMadera_PRG.jpg TroncosMadera_Trin_PRG.jpg	GE
Madera aserrada no embalada	Amarre superior + Puntales laterales	Amarres con LC de al menos 1600 daN	Se recomiendan cadenas o cinchas con tensor	Longitudinal	MaderaSerrada_PRG.jpg MaderaSerrada_Trin_PRG.jpg	GE
Contenedores, Cajas y Cajones						
Contenedores de gran tamaño	Cierre de giro (Twist Lock)	-	Es obligatorio utilizar Twist lock en caso de superar las 5,5 toneladas.	Longitudinal	Contenedor_PRG-jpg Contenedor_Trin_PRG.jpg	GE
Caja móvil	Cierre de giro (Twist Lock)	-	Es obligatorio utilizar Twist lock en caso de superar las 5,5 toneladas.	Longitudinal	Contenedor_PRG-jpg Contenedor_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Cajas y cajones centro de gravedad bajo	Bloqueo	-	-	Longitudinal o transversal	CajasyCajonesPB_PRG.jpg CajasyCajonesPB_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Cajas y cajones centro de gravedad alto	Bloqueo + Amarre superior	-	-	Longitudinal o transversal	CajasyCajonesPA_PRG.jpg CajasyCajonesPA_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Grandes sacos o contenedores flexibles para granel	Bloqueo + Amarre superior	-	-	Longitudinal o transversal	Sacos_PRG.jpg Sacos_Trin_PRG.jpg	IRU

Tabla 23. Tipo/Material de Carga

Tipo / Material de la Carga						
Cargas	**Recomendación de trincaje**	**Cálculos extra**	**Recomendaciones o comentarios**	**Dirección**	**Imagen**	**Origen**
Tubos y vigas						
Tubos macizos	Amarre en bucle	-	En caso de ser de grandes dimensiones, se recomienda transportar sobre plataformas específicas.	Longitudinal	TuboMacizo_PRG.jpg TuboMacizo_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Tubos huecos	Amarre en bucle	-	En caso de ser de grandes dimensiones, se recomienda transportar sobre plataformas específicas.	Longitudinal	TuboHueco_PRG.jpg TuboHueco_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Vigas	Amarre superior antideslizamiento	-	-	Longitudinal	Vigas_PRG.jpg Vigas_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Barras o varillas	Amarre superior + Puntales laterales	-	-	Longitudinal o transversal	Barras_PRG.jpg Barras_Trin_PRG.jpg	-
Placas y paneles						
Placas	Amarre superior antideslizamiento	-	Válido para: Cristal, hormigón liso o rugoso, madera serrada o lisa, plástico y acero	Cualquiera	Placas_PRG.jpg Placas_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Maquinaria						
Maquinaria Móvil	Bloqueo + Amarre superior	-	Si el centro de gravedad es alto, se recomienda transportar en camiones bajos.	Cualquiera	Maquina_PRG.jpg Maquina_Trin_PRG.jpg	GE
Maquinaria NO Móvil	Bloqueo + Amarre superior	-	Si el centro de gravedad es alto, se recomienda transportar en camiones bajos.	Cualquiera	Maquina_PRG.jpg Maquina_Trin_PRG.jpg	Curso estiba

Tabla 24. Tipo/Material de Carga

Tipo / Material de la Carga						
Cargas	**Recomendación de trincaje**	**Cálculos extra**	**Recomendaciones o comentarios**	**Dirección**	**Imagen**	**Origen**
Automóviles, furgonetas y remolques pequeños (categorías M1 y N1)						
Automóviles	Bloqueo + Amarre superior en ruedas	LC > 1500 daN	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales. Como norma general se amarran 2 ruedas a no ser que la plataforma sea inclinada en cuyo caso se amarran 3 ruedas.	Longitudinal	Coche_PRG.jpg Coche_Trin_PRG.jpg	GE
Furgonetas	Bloqueo + Amarre superior en ruedas	LC > 1500 daN	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales. Como norma general se amarran 2 ruedas a no ser que la plataforma sea inclinada en cuyo caso se amarran 3 ruedas.	Longitudinal	Coche_PRG.jpg Coche_Trin_PRG.jpg	GE
Remolques pequeños	Bloqueo + Amarre superior en ruedas	LC > 1500 daN	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales. Como norma general se amarran 2 ruedas a no ser que la plataforma sea inclinada en cuyo caso se amarran 3 ruedas.	Longitudinal	Coche_PRG.jpg Coche_Trin_PRG.jpg	GE
Camiones, remolques y chasis de camiones (categorías M2, M3, N2, N3, O3 y O4)						
Camiones	Bloqueo + Amarre superior en ruedas	LC > 2500 daN	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales. Como norma general se amarran 2 ruedas a no ser que la plataforma sea inclinada en cuyo caso se amarran 3 ruedas.	Longitudinal	Remolque_PRG.jpg Remolque_Trin_PRG.jpg	GE
Remolques	Bloqueo + Amarre superior en ruedas	LC > 2500 daN	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales. Como norma general se amarran 2 ruedas a no ser que la plataforma sea inclinada en cuyo caso se amarran 3 ruedas.	Longitudinal	Remolque_PRG.jpg Remolque_Trin_PRG.jpg	GE
Chasis de camiones	Bloqueo + Amarre superior en ruedas	LC > 2500 daN	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales. Como norma general se amarran 2 ruedas a no ser que la plataforma sea inclinada en cuyo caso se amarran 3 ruedas.	Longitudinal	Remolque_PRG.jpg Remolque_Trin_PRG.jpg	GE
Otros vehículos industriales	Bloqueo + Amarre directo	LC > 2500 daN	-	Longitudinal	Remolque_PRG.jpg Remolque_Trin_PRG.jpg	-

Tabla 25. Tipo/Material de Carga

Tipo / Material de la Carga						
Cargas	**Recomendación de trincaje**	**Cálculos extra**	**Recomendaciones o comentarios**	**Dirección**	**Imagen**	**Origen**
Bobinas						
Bobinas > 10 toneladas	Amarre en bucle + Portabobinas	Transportar en portabobinas	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales.	Cualquiera	Bobinas_PRG.jpg Bobinas_Trin_PRG.jpg	GE
Bobinas < 10 toneladas	Amarre en bucle + Portabobinas	Transportar en portabobinas	Se recomienda utilizar únicamente transportes de vehículos especiales.	Cualquiera	Bobinas_PRG.jpg Bobinas_Trin_PRG.jpg	GE
Bebidas						
Bebidas	Amarre por Red, Cortinas, Lona u otros utensilios similares	Codificación > XL	No se puede utilizar sujeción con amarres porque puede dañar las bebidas. Se bloquea entre las redes y las paredes de vehículos especializados.	Cualquiera	Bebidas_PRG.jpg Bebidas_Trin_PRG.jpg	GE
Mercancías paletizadas						
Mercancías paletizadas	Amarre superior antideslizamiento	-	Este tipo de amarre se realiza a grupos de 2 o 4 palets. Es recomendable pasar los amarres superiores en diagonal al palet.	Cualquiera	CargaPaletizada_PRG.jpg CargaPaletizada_Trin_PRG.jpg	GE
Sacos sobre palés	Amarre superior antideslizamiento	-	Este tipo de amarre se realiza a grupos de 2 o 4 palets. Es recomendable pasar los amarres superiores en diagonal al palet.	Cualquiera	Sacos_PRG.jpg Sacos_Trin_PRG.jpg	IRU
Alimentos						
Alimentos	Bloqueo	-	Se recomienda utilizar palets con armazón para el transporte de alimentos	Cualquiera	Bultos_PRG.jpg Bultos_Trin_PRG.jpg	GE

Tabla 26. Tipo/Material de Carga

Tipo / Material de la Carga						
Cargas	**Recomendación de trincaje**	**Cálculos extra**	**Recomendaciones o comentarios**	**Dirección**	**Imagen**	**Origen**
Bultos sueltos, barriles y bidones						
Bultos sueltos	Amarre por Red, Cortinas, Lona u otros utensilios similares	-	-	Cualquiera	Bultos_PRG.jpg Bultos_Trin_PRG.jpg	Curso estiba
Fardos	Amarre superior + Puntales laterales	-	-	Cualquiera	Fardo_PRG.jpg Fardo_Trin_PRG.jpg	IRU
Barriles y bidones	Contención por sujeción a las paredes del camión	-	-	Cualquiera	Barriles_PRG.jpg Barriles_Trin_PRG.jpg	IRU
Bloques de piedra y ladrillos						
Bloques de piedra grandes	Amarre Efecto Muelle / Loop Lashing	-	-	Cualquiera	PiedrasGrandes_PRG.jpg PiedrasGrandes_Trin_PRG.jpg	IRU
Bloques de piedra pequeños	Bloqueo + Amarre superior	-	-	Cualquiera	PiedrasPeque_PRG.jpg PiedrasPeque_Trin_PRG.jpg	IRU
Ladrillos	Contención por sujeción a las paredes del camión	-	-	Cualquiera	Ladrillos_PRG.jpg Ladrillos_Trin_PRG.jpg	-

Tabla 27. Tipo/Material de Carga

Listado de Trincaje de Cargas	Pestañas excel clc...
Bloqueo	1. BLOQUEO
Amarre superior antideslizamiento	2.1 AMARRE SUP DESLIZ
Bloqueo + Amarre superior	2.2 AMARRE SUPERIOR DESLIZ + BLOQUEO
Amarre superior + Puntales laterales	2.1 AMARRE SUP DESLIZ
Amarre superior antibalanceo	2.3 AMARRE SUPERIOR BALANCEO
Amarre en inclinación transversal o longitudinal	3.1 AMARRE INCLINAC LONG TRANS
Amarre directo en diagonal	3.2 AMARRE EN DIAGONAL
Bloqueo + Amarre directo	3.3 AM. DIR. CONTRA INCL Y BLOQ
Amarre en bucle	3.4 AMARRE EN BUCLE
Amarre en bucle + Portabobinas	3.4 AMARRE EN BUCLE
Amarre Efecto Muelle / Loop Lashing	3.5 AMARRE EFECTO MUELLE
Cierre de giro (Twist Lock)	NO TIENE PESTAÑA NI CÁLCULOS
Contención por sujeción a las paredes del camión	NO TIENE PESTAÑA NI CÁLCULOS
Amarre por Red, Cortinas, Lona u otros utensilios similares	NO TIENE PESTAÑA NI CÁLCULOS
Bloqueo + Amarre superior en ruedas	1. BLOQUEO
+	

Tabla 28. Referencia a cálculos

Pestaña 3:

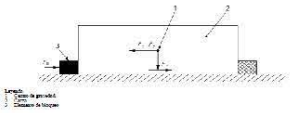
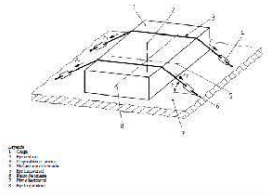
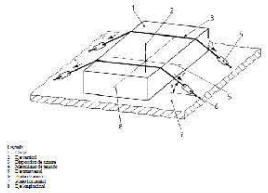
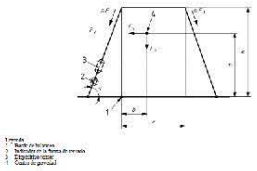
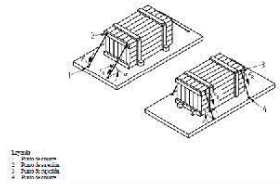
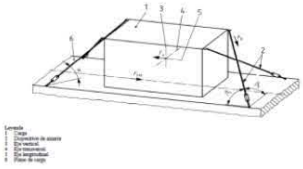
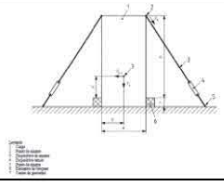
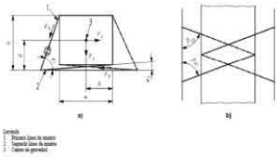
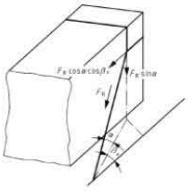
Pestañas excel clc...	Imagen UNE	Nombre	Lugar de archivo en DM
1. BLOQUEO		INMO_BLQ.CDR (A VECTORIZAR EN PRADO)	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
2.1 AMARRE SUP DESLIZ		Ama_roza_3.cdr	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
2.2 AMARRE SUPERIOR DESLIZ + BLOQUEO		Ama_roza_3.cdr	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
2.3 AMARRE SUPERIOR BALANCEO		AMA_BALT_4.CDR	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
3.1 AMARRE INCLINAC LONG TRANS		Ama_incl_7.cdr	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
3.2 AMARRE EN DIAGONAL		Ama_diag_8.cdr	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
3.3 AM. DIR. CONTRA INCL Y BLOQ		Ama_dibl_10.cdr	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
3.4 AMARRE EN BUCLE		Ama_bucl_11.cdr	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto
3.5 AMARRE EFECTO MUELLE		Ama_muel_14.cdr	\Transpor.tip\Transpor.ctr\Trincaje.tip\Une En 12195-1-2011\Texto

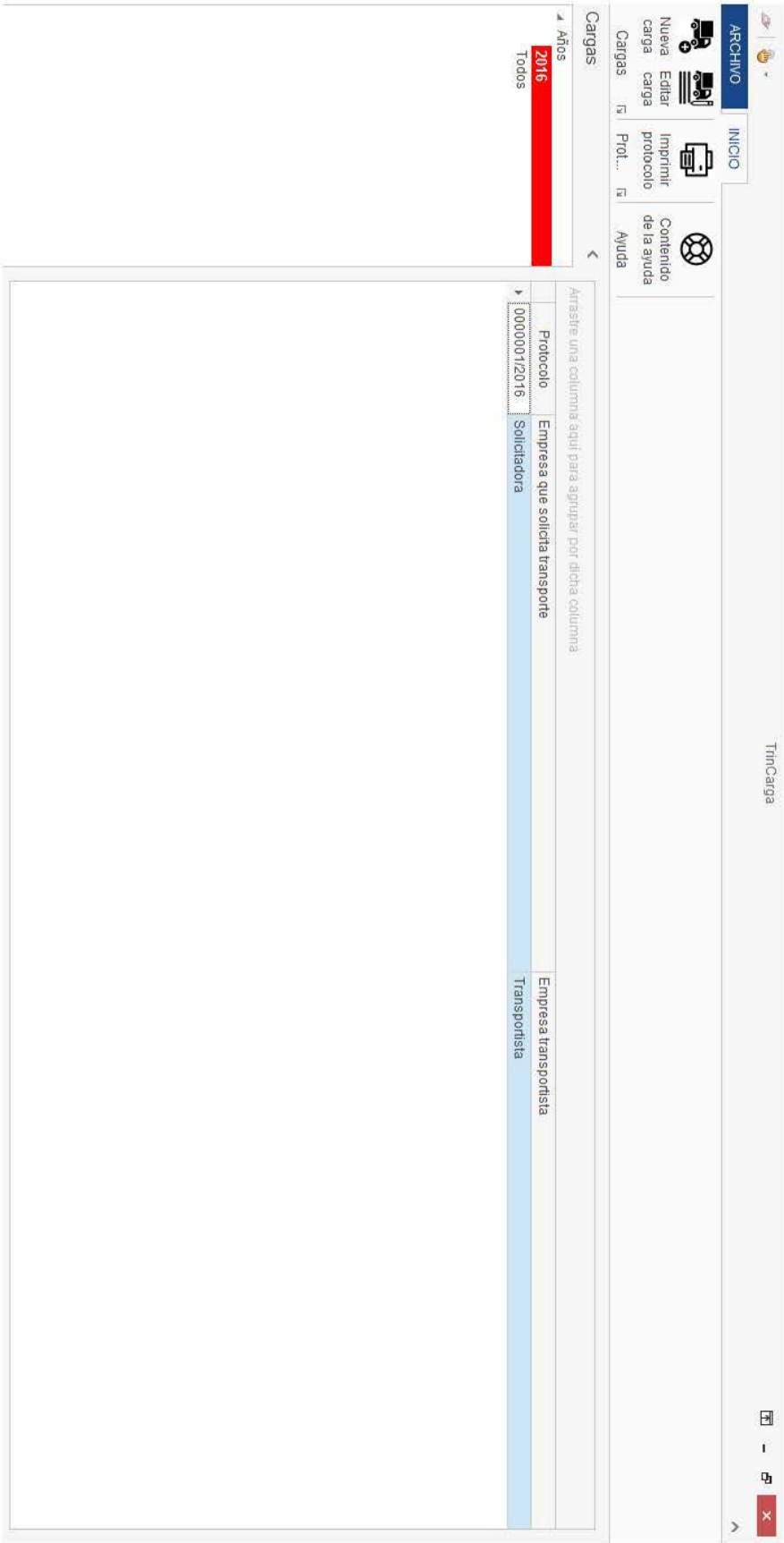
Tabla 29. Imagen UNE

2.4 IMÁGENES DEL PROGRAMA. VERSIÓN JUNIO '16

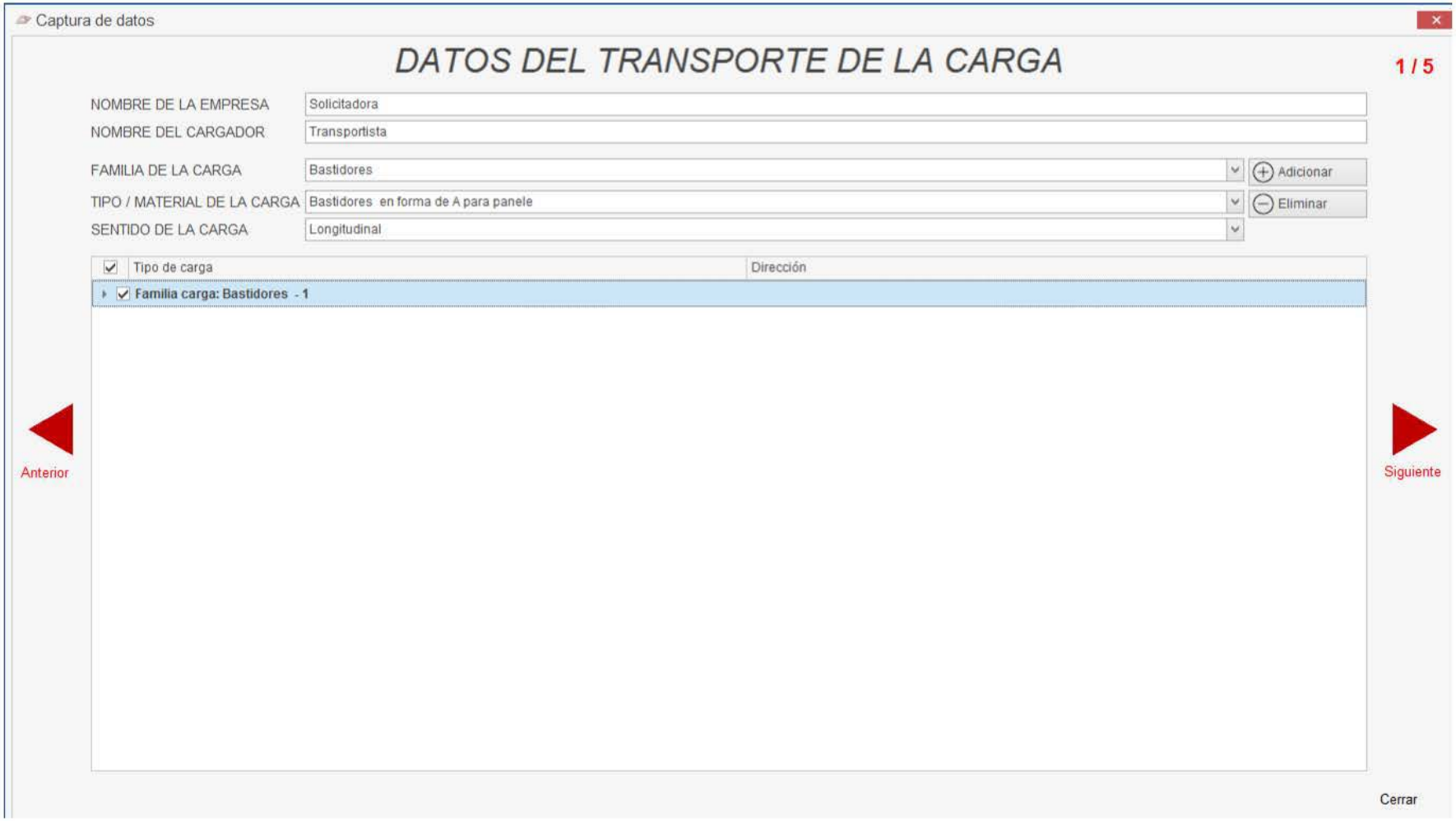
A continuación, en las siguientes páginas, se muestran imágenes del programa con el nivel de desarrollo a principios de junio de 2016. Actualmente ya se está mejorando y tiene las funciones completas, pero por motivos de desarrollo interno, no se puede mostrar la última versión del programa.

Se muestran en orden las pantallas del desarrollo para la fecha mencionada. A pesar de encontrar diferencias con la versión más actual, no se puede mostrar en esta memoria.

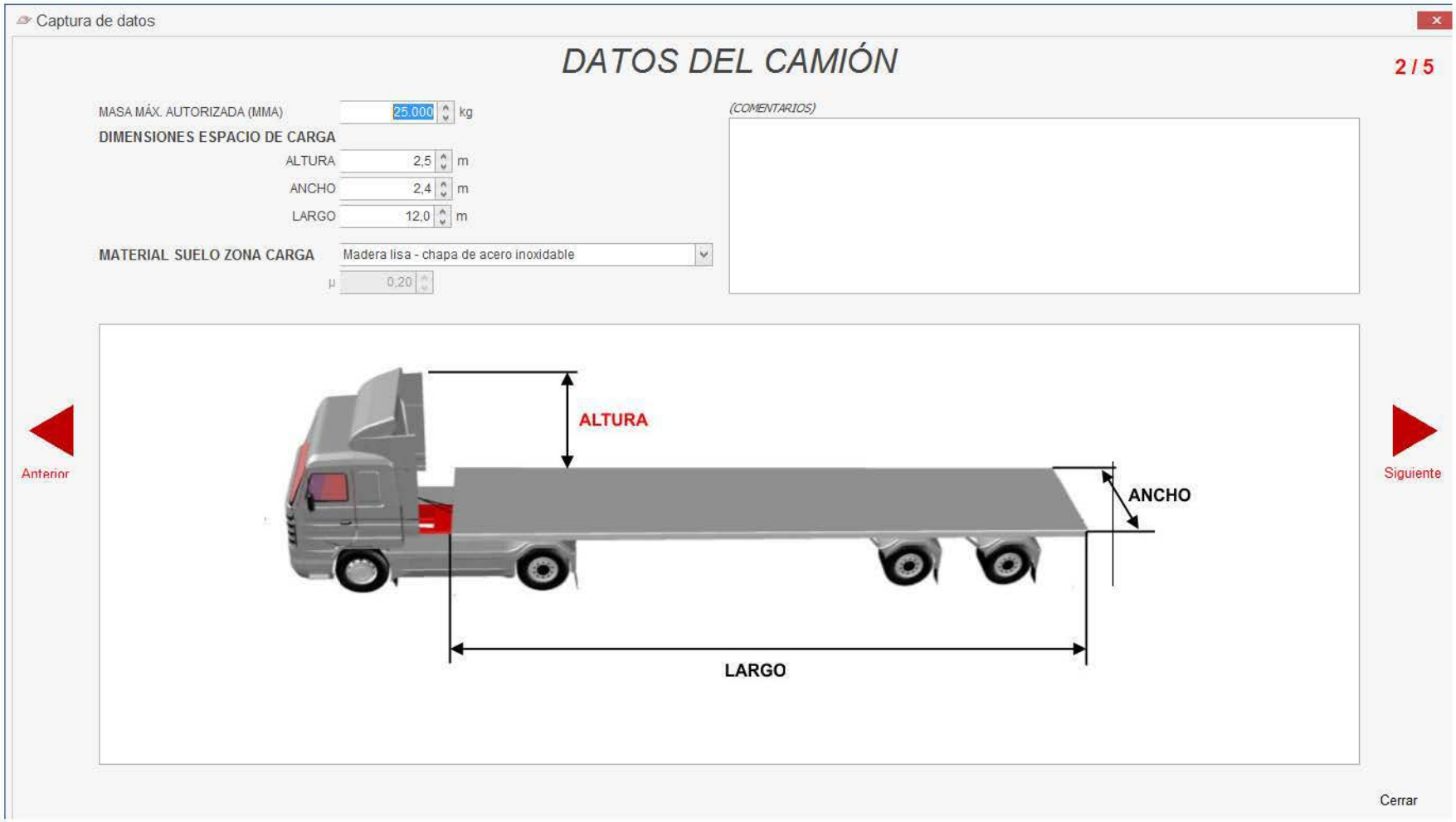
Pantalla Principal:



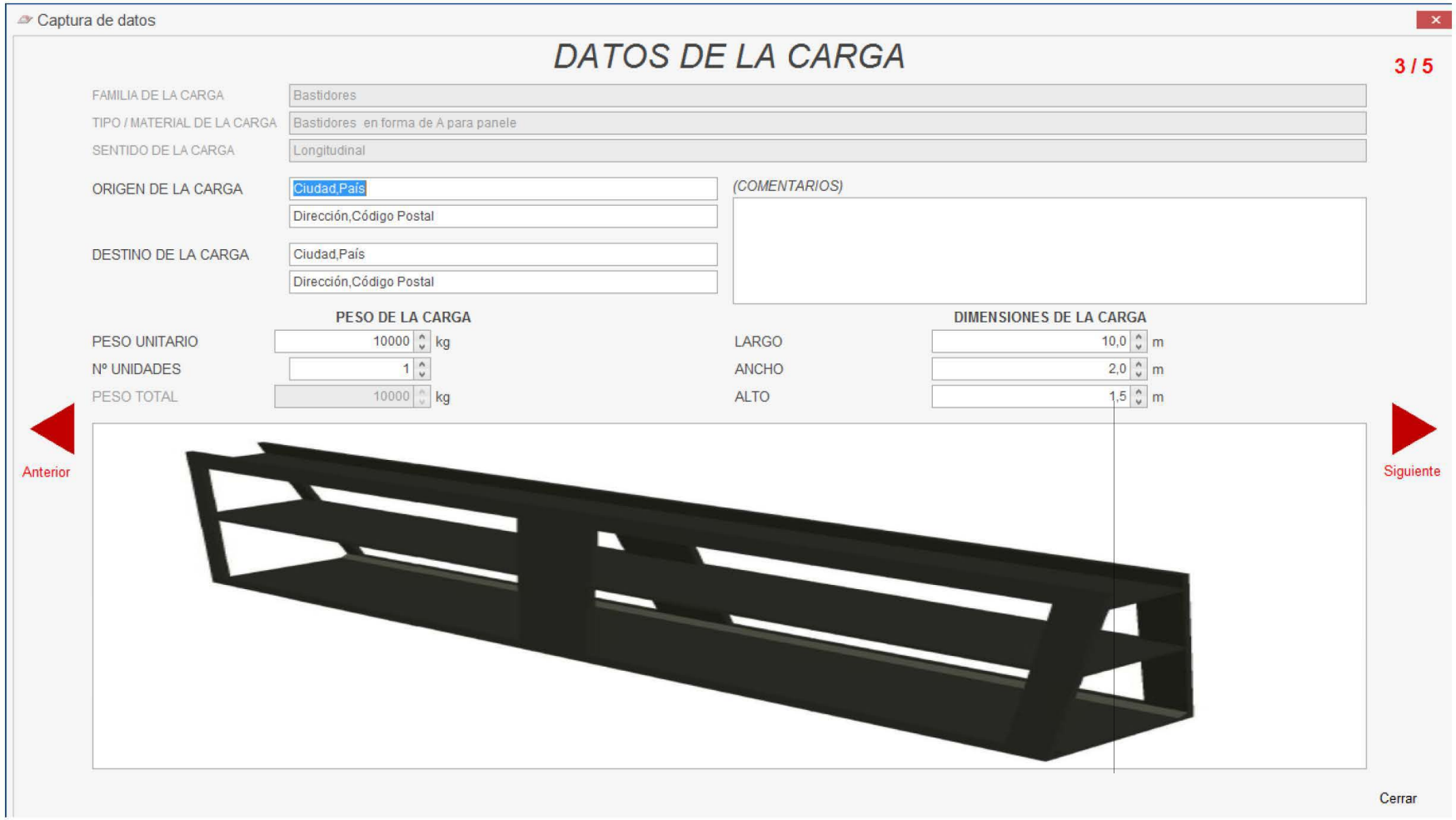
Pantalla 1 (versión 1 de Junio de 2016)



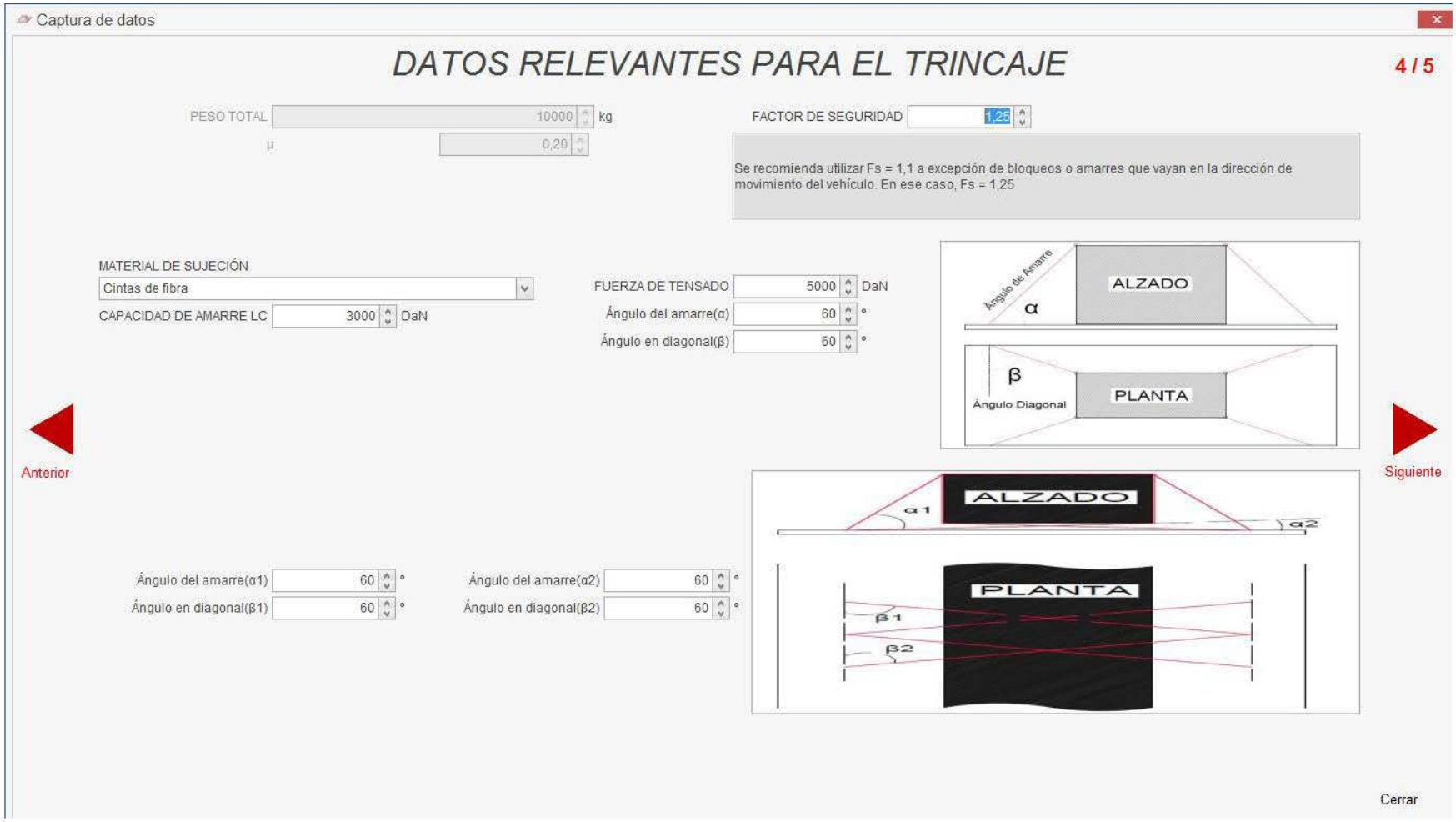
Pantalla 2 (versión 1 de Junio de 2016)



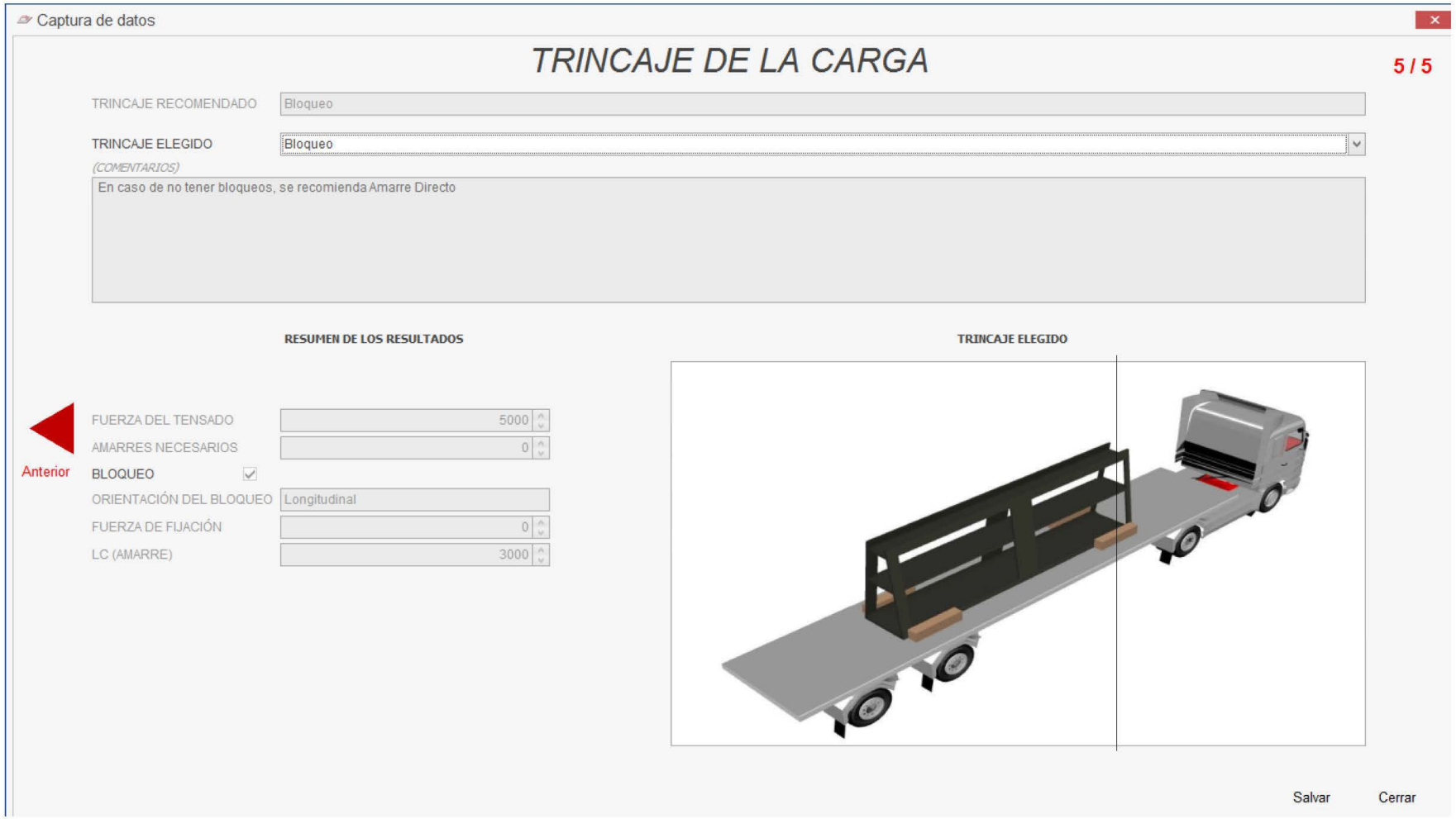
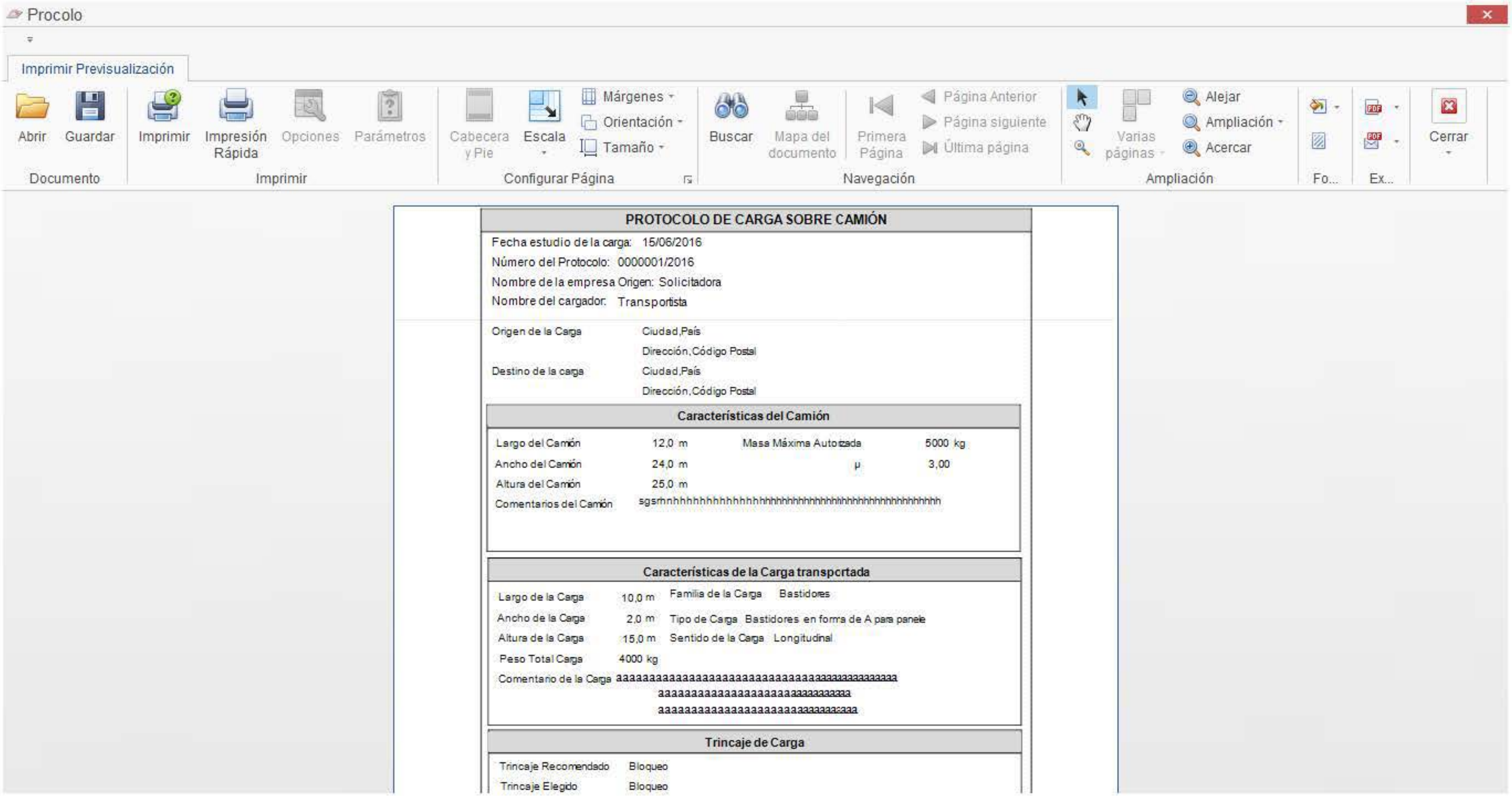
Pantalla 3 (versión 1 de Junio de 2016)



Pantalla 4 (versión 1 de Junio de 2016)



Pantalla 5 (versión 1 de Junio de 2016)



Impresión de protocolo (versión 1 de Junio de 2016)