

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA DEL DISEÑO
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Trabajo fin de grado

Diseño de un bastidor para vehículo tipo O4

Departamento: Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Autor: Miquel Cots Mestre

Tutor: Pedro Efrén Martín Concepción

Curso académico: 2018-2019

Resumen.

En este trabajo se dimensiona, comprueba, presupuesta y da las pautas a seguir para la construcción de un bastidor o super estructura para un vehículo tipo O4. Además, se calculan las normativas que afectan a este tipo de vehículo en el aspecto estructural como los sistemas de anti-empotramiento lateral y trasero.

El bastidor será diseñado para transportar contenedores marítimos denominados ISO 40.

Además, podrá ser fácilmente modificable para poder adaptarlo a otros tamaños de contenedor ya sea ISO 29 o 2 ISO 19 o combinados. Incluso poder hacer un semirremolque de caja cerrada añadiendo el suelo sobre el diseño dado.

Para el dimensionamiento se ha optado por la combinación entre calculo manual y la comprobación y dimensionado final mediante SolidWorks con el módulo Simulation.

Resum.

En aquest treball es dimensiona, comprova, pressuposta i dona les pautes a seguir per a la construcció d'un bastidor o súper estructura per a un vehicle tipus O4. A més, es calculen les normatives que afecten aquest tipus de vehicle en l'aspecte estructural com els sistemes d'anti-empotrament lateral i trasera.

El bastidor serà dissenyat per transportar contenidors marítims anomenats ISO 40.

A més, podrà ser fàcilment modificable per a que sigui adaptable a altres mides de contenidor ja sigui ISO 29 o 2 ISO 19 o combinats. Fins i tot poder fer un semiremolc de caixa tancada afegint el sòl sobre el disseny donat.

Per al dimensionament s'ha optat per la combinació entre el càlcul manual i la comprovació i dimensionat final mitjançant SolidWorks amb el mòdul Simulation.

Abstract

In this project is dimensioned, checked, budgeted and gives the guidelines to follow for the construction of a frame or super-structure for a vehicle type O4. In addition, the regulations that affect this type of vehicle in the structural aspect are calculated as the lateral and rear anti-embedding systems.

The frame will be designed to transport marine containers called ISO 40.

In addition, it can be easily modified to adapt it to other container sizes, either ISO 29 or 2 ISO 19 or combined. Even to be able to make a closed box semi-trailer by adding the floor over the given design.

For sizing, the combination of manual calculation and final verification and dimensioning was opted for using SolidWorks with the Simulation module.

Contenido

1. Memoria.....	13
1.1 Objeto.....	13
1.2 Estructura del proyecto.....	13
1.3 Normas y referencias	13
1.3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	13
1.3.2 Bibliografía	16
1.3.3 Programas utilizados en el proyecto.....	16
1.4 Clasificación de los camiones y semirremolques	16
1.5 Requisitos del diseño	18
2. Anexos de cálculos	19
2.1 Introducción al MEF de SolidWorks	19
2.2 Calculo de reacciones en los ejes debido a la carga del contenedor.....	22
2.3 Calculo de elemento barra en cada caso.	23
2.3.1 Caso 1	23
2.3.2 Caso 2	25
2.3.3 Desglose de resultados.....	27
2.3.4 Identificación de secciones críticas por momentos flectores y cortantes.	27
2.4 Dimensionado de uniones.....	29
2.4.1 Dimensionado del cuello de cisne.....	29
2.4.2 Uniones zona de los ejes.	29
2.4.3 Unión zona del apoyo delantero.	30
2.4.4 Unión de la zona el King Pin.	30
2.5 Fuerza de tiro máxima.....	32
2.5.1 Comprobación a cortadura de los tornillos del King Pin.	33
2.6 Calculo de barras protección anti-empotramiento.....	33
2.6.1 Calculo barras anti-empotramiento trasero	33
2.6.2 Calculo barras anti-empotramiento lateral.....	35
2.7 Calculo de resistencia del bastidor por elementos finitos, estático	39
2.7.1 Calculo del bastidor en el Caso 1 Estático	39
2.7.2 Calculo del bastidor en el Caso 2 Estático	42
2.8 Calculo de resistencia del bastidor por elementos finitos, fatiga	45
2.8.1 Calculo del bastidor en el Caso 1 Fatiga	45
2.8.2 Calculo del bastidor en el Caso 2 Fatiga	47
2.9 Comprobación.....	50
3. Planos	51

3.1 Índice.....	51
4.Pliego de condiciones.....	53
4.1 Objeto.....	53
4.1.1 Objeto del pliego de condiciones.....	53
4.1.2 Documentación del contrato	53
Este es el orden de prioridad de los documentos contractuales ya que todos están relacionados entre ellos.	53
4.1.3 Compatibilidad y prelación	53
4.1.4 Contradicciones y omisiones del proyecto	53
4.2 Pliego de condiciones generales	54
4.2.1 Disposiciones generales	54
4.2.2 Contratos.....	55
4.2.3 Seguros.....	55
4.2.4 Garantías	55
4.2.5 Recepción de la construcción.....	55
4.2.6 Final	56
4.3 Pliego de condiciones facultativas	56
4.3.1 Obligaciones del contratista.....	56
4.3.2 Obligaciones de los operarios	56
4.3.3 Medios auxiliares e impuestos.....	56
4.3.4 Materiales	56
4.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato	56
4.3.6 Subcontratación de actividades	56
4.3.7 Seguro de incendios	57
4.3.8 Plazo de ejecución.....	57
4.3.9 Sanciones por retraso en la entrega	57
4.3.10 Cesión de traspaso	57
4.3.11 Atribuciones de la dirección de obra	57
4.3.12 Documentación complementaria.....	57
4.3.13 Liquidaciones parciales	58
4.3.14 Recepción provisional	58
4.3.15 Plazo de garantía del vehículo.....	58
4.3.16 Recepción definitiva	58
4.3.17 Libro de ordenes	59
4.3.18 Datos del vehículo.....	59
4.3.19 Trabajos no previstos	59

4.3.20 Facilidades para la inspección	59
4.3.21 Facilidades para la inspección	60
4.3.22 Seguridad en el trabajo	60
4.3.23 Seguridad publica	60
4.3.24 Rescisión del contrato	60
4.4 Pliego de condiciones técnicas.....	61
4.4.1 Objeto.....	61
4.4.2 Condiciones generales	61
4.5 Disposición final	61
5.Estado de las mediciones	63
5.1 Ingeniería.....	63
5.1.1 Medición de licencias de programas empleados	63
5.1.2 Medición de las fases de calculo	63
5.1.3 Medición del diseño mecánico.....	63
5.2 Materiales	63
5.2.1 Componentes diseñados	63
5.2.2 Componentes comerciales	64
5.3 Producción y montaje	64
5.3.1 Medición de fabricación.....	64
5.3.2 Medición de control de calidad.....	65
6.Presupuesto	67
6.1 Ingeniería.....	67
6.1.1 Costes de licencias de programas empleados.....	67
6.1.2 Costes de las fases de calculo.....	67
6.1.3 Costes del diseño mecánico	67
6.2 Materiales	67
6.2.1 Componentes diseñados	67
6.2.2 Componentes comerciales	68
6.3 Producción y montaje	68
6.3.1 Costes de fabricación	68
6.3.2 Costes de control de calidad	69
6.4 Resumen.....	69
6.4.1 Costes de ingeniería	69
6.4.2 Costes de componentes y materiales	69
6.4.3 Coste fabricación y control de calidad	69
6.4.4 Total para una unidad	69

6.4.5 Total cien unidades	70
7. Estudio básico de seguridad y salud.....	71
7.1 Justificación de estudio de seguridad y salud	71
7.2 Objeto del estudio de seguridad y salud.....	71
7.3 Datos de la construcción del vehículo.....	71
7.3.1 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos	71
7.3.2 Ejecución de trabajos para la construcción de vehículos.....	72
7.4 Identificación de riesgos.....	72
7.4.1 Riesgos asociados al lugar de trabajo.....	72
7.4.2 Riesgos asociados a los materiales y la maquinaria	72
7.4.3 Medidas preventivas	73
7.4.4 Consideraciones para tener en cuenta	74
7.4.5 Riesgos de daños a terceros.....	76
7.5 Prevención de riesgos profesionales.....	76
7.5.1 Protecciones colectivas	76
7.5.2 Protecciones individuales.....	77
7.5.3 Higiene.....	77
7.5.4 Formación.....	77
7.5.5 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la construcción	78
7.5.6 Medicina preventiva y primeros auxilios	78
7.6 Análisis de riesgos	78
7.6.1 Evaluación de riesgos	78
7.6.2 Descripción de riesgos de carácter general	79
8. Resumen.....	83
Anexo 1 Catalogo JOST	85
Anexo 2 Material utilizado	87
Anexo 3 Informes generados por el SolidWorks.....	89
Anexo 4 Planos	91

Imágenes y capturas:

Imagen 1 Opciones de mallado	20
Imagen 2 Opciones en el estudio estático	20
Imagen 3 Opciones en el estudio de fatiga	21
Imagen 4 Datos de la curva S-N	22
Imagen 5 Curva S-N de acero al carbono	22
Imagen 6 Distribución de apoyos en el Caso 1	23
Imagen 7 Reacciones en el Caso 1	24
Imagen 8 Diagrama de momentos en el Caso 1	24
Imagen 9 Diagrama de cortantes en el Caso 1	25
Imagen 10 Distribución de apoyos en el Caso 2	25
Imagen 11 Reacciones del Caso 2	25
Imagen 12 Diagrama de momentos en el Caso 2	26
Imagen 13 Diagrama de cortantes en el Caso 2	26
Imagen 14 Tensiones en la protección trasera	34
Imagen 15 Deformaciones en la protección trasera	35
Imagen 16 Esquema de donde se encuentran los redondeos de la protección lateral	36
Imagen 17 Tensiones en el Caso 1 de la protección lateral	36
Imagen 18 Deformación en el Caso 1 de la protección lateral	37
Imagen 19 Tensiones en el Caso 2 de la protección lateral	37
Imagen 20 Deformación en el Caso 2 de la protección lateral	38
Imagen 21 Tensiones en el Caso 1, Estático	39
Imagen 22 Detalle de las máximas tensiones del Caso 1, Estática	39
Imagen 23 Deformación en el Caso 1, Estática	40
Imagen 24 Máxima deformación unitaria inferior	41
Imagen 25 Máxima deformación unitaria superior	41
Imagen 26 Coeficiente de seguridad en el Caso 1, Estática	41
Imagen 27 Tensiones en el Caso 2, Estática	42
Imagen 28 Detalle concentrador de tensiones cuello de cisne en el Caso 2, Estática	42
Imagen 29 Detalle concentrador de tensiones en el Eje 3 en el Caso 2, Estática	43
Imagen 30 Deformación en el Caso 2, Estática	43
Imagen 31 Deformación unitaria en el Caso 2, Estática	44
Imagen 32 Coeficiente de seguridad en el Caso 2, Estática	44
Imagen 33 Porcentaje de daño con 1000 ciclos en el Caso 1, Fatiga	45
Imagen 34 Zona más dañada en el Caso 1, Fatiga	45
Imagen 35 Vida que se prevé en el Caso 1, Fatiga	46
Imagen 36 Biaxialidad obtenida en el Caso 1, Fatiga	46
Imagen 37 Porcentaje de daño con 1000 ciclos en el Caso 2, Fatiga	47
Imagen 38 Vida que se prevé en el Caso 2, Fatiga	48
Imagen 39 Biaxialidad obtenida en el Caso 2, Fatiga	49

Tablas:

Tabla 1 Resultados del cálculo del elemento barra	27
Tabla 2 Resultados del reparto de carga entre los apoyos	27
Tabla 3 Datos de los perfiles candidatos.....	28
Tabla 4 Datos del perfil seleccionado.....	28
Tabla 5 Medición de licencias de programas empleados	63
Tabla 6 Medición de las fases de calculo	63
Tabla 7 Medición del doseño mecánico.....	63
Tabla 8 Medición componentes diseñados.....	63
Tabla 9 Medición componentes comerciales.....	64
Tabla 10 Medición costes de fabricación	64
Tabla 11 Medición costes de calidad	65
Tabla 12 Costes de las licencias.....	67
Tabla 13 Costes de las fases de calculo	67
Tabla 14 Costes del diseño mecanico	67
Tabla 15 Costes componentes diseñados	67
Tabla 16 Costes componentes comerciales	68
Tabla 17 Costes de fabricación.....	68
Tabla 18 Costes de control de calidad.....	69

Ilustraciones y croquis:

Ilustración 1.....	20
Ilustración 2 Esquema del King Pin	30
Ilustración 3 Esquema de los dos tipos de King Pin	32

1. Memoria

1.1 Objeto

En el presente se persigue la proyección de un bastidor para un semirremolque de tipo O4 que sea capaz de al menos cargar con un contenedor de tipo ISO 40. En este caso solo se calcularán y dimensionarán los elementos estructurales como el bastidor o superestructura y los elementos anti-empotramiento según los reglamentos necesarios para la homologación en la Unión Europea, dejando fuera del proyecto el cálculo de ejes, frenos, ruedas, suspensiones, iluminación y redacción de ficha técnica.

Para el cálculo se utilizarán las fórmulas tradicionales y luego se comprobarán mediante el método de elementos finitos con el programa SolidWorks proporcionado por la UPV.

1.2 Estructura del proyecto

El documento esta redactado en el orden lógico, primero búsqueda de normativa y parámetros técnicos en libros. Después la redacción de la memoria de calculo, creación de planos, redacción del pliego de condiciones, mediciones y presupuesto y por ultimo el documento de seguridad y salud.

El orden de prioridad para la fabricación será el siguiente:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria
5. Estudio de seguridad y salud

1.3 Normas y referencias

1.3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Aquí se disponen todas las normas que se han tomado para la elaboración de la memoria de cálculos.

- Manual de reformas de vehículos. Revisión 3ª. Septiembre 2016.
- **REGLAMENTO (UE) No 1230/2012** DE LA COMISIÓN de 12 de diciembre de 2012 por el que se desarrolla el Reglamento (CE) no 661/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los requisitos de homologación de tipo relativos a las masas y dimensiones de los vehículos de motor y de sus remolques y por el que se modifica la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- **REGLAMENTO (CE) No 661/2009** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de julio de 2009 relativo a los requisitos de homologación de tipo referentes a la seguridad general de los vehículos de motor, sus remolques y sistemas, componentes y unidades técnicas independientes a ellos destinados.
- **REGLAMENTO (UE) No 19/2011** DE LA COMISIÓN de 11 de enero de 2011 sobre los requisitos de homologación de tipo en lo referente a la placa reglamentaria del fabricante y al número de bastidor de los vehículos de motor y sus remolques, y por el que se aplica el Reglamento (CE) no 661/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los requisitos de homologación de tipo referentes a la seguridad general de

los vehículos de motor, sus remolques y sistemas, componentes y unidades técnicas independientes a ellos destinados

- **DIRECTIVA 2007/46/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de septiembre de 2007 por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos.
- **ISO 668** Series 1 freight containers- Classification, dimensions and ratings.
- **Reglamento no 73** de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de:
 - I. Vehículos por lo que respecta a sus dispositivos de protección lateral (DPL).
 - II. Dispositivos de protección lateral (DPL).
 - III. Vehículos por lo que respecta a la instalación de DPL de un tipo homologado de conformidad con la parte II del presente Reglamento.
- **Reglamento no 55** de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) relativo a las prescripciones uniformes sobre la homologación de los dispositivos mecánicos de acoplamiento de vehículos combinados.
- **DIRECTIVA 97/27/CE** DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 22 de julio de 1997 relativa a las masas y dimensiones de determinadas categorías de vehículos de motor y de sus remolques y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE.
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- **Real Decreto 750/2010**, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.
- **UNE-EN 16973:2018**, Vehículos de carretera para el transporte combinado de mercancías. Semirremolque.
- **UNE 26105:1985**, Vehículos automóviles. Pivote de acoplamiento de 50 para semirremolque. Medidas principales, características de montaje a intercambiabilidad.
- **Reglamento Nº 58** de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) —Prescripciones uniformes relativas a la homologación de:
 - I. Dispositivos de protección trasera contra el empotramiento.
 - II. Vehículos en lo que concierne a la instalación de un dispositivo de protección trasera contra el empotramiento de un tipo homologado.
 - III. Vehículos en lo que concierne a su protección trasera contra el empotramiento [2019/272].
- **Reglamento Nº 73** de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) —Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos industriales, de los remolques y de los semirremolques, en lo que concierne a su protección lateral

Referencias.

Referencia 1

Autor desconocido

Título: Tipos de Camiones: Definición, clasificación y características.

<https://www.transeop.com/blog/Transporte-terrestre-internacional-y-tipos-de-camiones/185/>

Visitado el 14/04/2019

Referencia 2

Autor José Ángel Godoy Martos

Título: DISEÑO, CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE UNA PLATAFORMA DE CARGA DE VEHÍCULOS DE 17 T.

Enlace no disponible.

Visitado el 17/04/2019

Referencia 3

Polibuscador – UPV

Buscar normativa en AENORMás

Visitado el 23/04/2019

Referencia 4

Precio Acero S355J0

<http://basepreciosconstruccion.gobex.es/p/p03al/p03al.html>

Visitado el 23/06/2019

Referencia 5

Datos sobre contenedores marítimos.

<http://www.es.dsv.com/sea-freight/contenedores-maritimos/dry-containers>

Visitado el 2/05/2019

Referencia 6

Precio SAP 2000

<http://intelec.es/wp-content/uploads/2017/11/Intelec.-Data-Sheet-SAP2000-V19.pdf>

Visitado 2/06/2019

Referencia 7

Autor: Pedro Efrén Martín Concepción

Teoría de la asignatura “Estructuras metálicas”

Curso 2018-2019

Visitado a lo largo de toda la redacción del proyecto

1.3.2 Bibliografía

Machine Elements Using SOLIDWORKS Simulation 2018

- Shahin S. Nudehi, John R. Steffen, Machine Elements Using SOLIDWORKS Simulation 2018, Editorial SDC
- Manuel Cascajosa, Ingeniería de vehículos, Editorial TÉBAR FLORES (4ª edición)

1.3.3 Programas utilizados en el proyecto

El pre-dimensionamiento se ha calculado mediante SAB 2000 v20.

El modelo final ha sido modelado y analizado con Solid Works 2018.

Los cálculos básicos mediante Microsoft Excel 2016.

La redacción de este documento con Microsoft Word 2016.

Diagramas de flujo Microsoft Visio.

1.4 Clasificación de los camiones y semirremolques

En la actualidad existen muchos tipos de remolques, pero en este caso el proyecto está enfocado en el sector industrial y de transporte de grandes masas de mercancías, en este caso en los semirremolques para el transporte de contenedores ISO de 40 pies (12,192 m) ya que estamos en valencia y existe un gran trasiego de este tipo de contenedores y se prevé que continúe en constante crecimiento.

Las otras formas de transporte de mercancías por carretera serían los siguientes tipos remolques y semirremolques que se organizan por tipo de camión y tipo de mercancía:

Por tipo de camión:

- Rígidos: Son aquellos vehículos en los que la cabina del conductor y el remolque sobre el que va la mercancía son parte indivisible de una misma estructura. Al ser de un tamaño más pequeño suelen ser empleados en transporte urbano y paquetería.
- Articulado: En contraposición a los camiones rígidos, los articulados están compuestos de dos partes rígidas que se unen a través de una articulación, de ahí su nombre.

- Tráiler: Es un tipo de vehículo articulado el cual cuenta con una cabina (o tracto camión), que no está destinada al transporte de mercancía, y un semirremolque, que es el encargado de llevar los materiales que serán transportados. Si cuando hablamos de transporte terrestre pensamos en camiones, a buen seguro lo primero que nos venga a la mente sea un tráiler.
- Tren de carretera: En este caso se unen un camión con uno o más semirremolques (la existencia de más de un semirremolque se da especialmente en algunos países donde las distancias a recorrer son muy grandes, como Australia). En España se ha aprobado el uso de mega camiones de hasta 25,25 metros y 60 toneladas. Uno de los grandes retos para todo este tipo de vehículos es que debido a sus dimensiones tienen dificultades para transitar por algunas carreteras que no están pensadas para albergar vehículos tan alargados.

Por tipo de mercancía:

- Camión de lona: Este tipo de tráiler es el más habitual y su semirremolque se encuentra cubierto por los laterales y por arriba con lonas, que pueden ser quitadas. Esto le permite ser muy cómodo para realizar cargas y descargas y puede adaptarse a una gran cantidad de materiales, además de estar indicado para el transporte de productos que resultan difíciles de cargar.
- Plataforma abierta: En este caso la plataforma donde va la carga está abierta (aunque puede estar parcialmente cubierta por los laterales dependiendo de la mercancía y de la posibilidad de que se mueva). Aunque también ofrece muchas opciones, se suele emplear para mercancía pesada, construcción, etc.
- Frigoríficos: Como su propio nombre indica, los frigoríficos son los camiones encargados en el transporte terrestre de la mercancía que ha de viajar refrigerada. Dependiendo de si cuentan con sistemas de generación de frío o solo de aislamiento con el exterior pueden ser frigoríficos, refrigerados o isoterms. Los alimentos son los clientes más habituales de este tipo de vehículos.
- Cisterna: Muy habituales de la mercancía ADR, las cisternas se usan para el transporte de productos líquidos, gaseosos y químicos, que tienen unas exigencias de seguridad particulares.
- Cerrado: Los camiones cerrados, en oposición a las lonas, presentan una estructura rígida en el compartimento de carga. Esto hace que únicamente puedan ser cargados desde su parte trasera, mientras que los de lona pueden cargarse también desde los laterales. Son vehículos usados habitualmente para el reparto urbano y la paquetería, aunque también existen tráileres de caja cerrada.

- Porta coches: Estos camiones están diseñados específicamente para el transporte terrestre de coches. Existen dos modelos de porta coches: el abierto, que es el más habitual, y el cerrado. Este último no permite que los vehículos se vean desde el exterior y a veces se usa para el transporte de los automóviles más caros.
- Camión Jaula: Los camiones jaula son empleados para el transporte de animales vivos. Para ello, tienen parte de los laterales o del techo abiertos a fin de que llegue aire a los animales y exista una ventilación suficiente.
- Contenedores: Los contenedores son estructuras de carga estancas, lo que les permite proteger a la mercancía de las inclemencias meteorológicas. Son usados para el transporte multimodal y para facilitar su carga y descarga de los buques portacontenedores.

Información extraída y modificada de la Referencia 1.

1.5 Requisitos del diseño

Los requisitos mínimos para el dimensionamiento de este bastidor son los siguientes:

- Capaz de cargar contenedores de mercancías tipo ISO 40.
- Ser capaz de cargar las 30,5 toneladas de mercancías.
- No tener una deformación superior a L/500 en mm.
- Tener las dimensiones y capacidades para ser un vehículo de tipo O4.
- Apostar por la ligereza y optimización del bastidor y sus elementos principales sacrificando la simplicidad del diseño.
- Tener una gran facilidad para ser adaptado a otros tipos de usos, como ser adaptado a semirremolque de caja cerrada o para que se le instale un volquete para transportar tierra.
- Intentar que la MMA sea de 40 toneladas para poder ser tirado por cualquier tipo de tractora ya que si superamos las 40 toneladas la normativa nos permite llegar a las 44 toneladas, pero nos exige que la cabeza tractora tenga 3 ejes, pero hacer los cálculos para 44 toneladas.

2. Anexos de cálculos

2.1 Introducción al MEF de SolidWorks

SolidWorks es un programa de CAD de la compañía Dassault Systemes que también posee al mejor programa de CAD, seguramente el SW es el más utilizado ya que ofrece una gran utilidad ya sea para crear objetos 3D, simularlos y además poder hacer planos de estos mismos.

Con el SolidWorks Professional se encuentra el módulo SolidWorks Simulation, que ofrece una gran cantidad de posibles en ensayos, en este caso he utilizado solamente el estático y el de fatiga, pero además podemos encontrar los siguientes:

- Estático
- Fatiga
- Térmico
- Frecuencia
- Caída
- Pandeo
- Recipientes de presión

Para hacer los ensayos de fatiga se necesita la base de un ensayo de estática y la curva S-N del material utilizado, de esta última hablaremos más adelante.

El método por elementos finitos consiste que teniendo un modelo en 3D es decir un medio continuo, el programa crea un sistema discreto que llama modelo de elementos finitos que está creado mediante elementos simples y pequeños respecto al modelo inicial de geometrías sencillas conectadas entre sí por nodos y puede reconocer las propiedades de cada nodo para el posterior cálculo.

El sistema aproximado del modelo continuo se le denomina sistema de modelo discreto, se utiliza la discretización para obtener este sistema. Este sistema es una aproximación del sistema real por lo cual cuando se resuelva el sistema del modelo discreto será bastante aproximada a la solución del real. Cuando la ratio de tamaño de elementos partido número de elementos aumente también se obtendrán resultados más aproximados al sistema real, para nuestro caso se usa una ratio pequeña para las aproximaciones y una ratio muy grande para los resultados finales.

Ahora se definen todos los aspectos utilizados para el cálculo por elementos finitos que se ha realizado en los apartados finales de este documento:

- Opciones en los apoyos: Para el Eje 1 se ha utilizado la opción de Sujeción “Sobre caras planas” y se han restringido los 3 movimientos. Para las sujeciones de los ejes 2 y 3, los apoyos de los apoyos telescópicos y del King Pin se ha utilizado la opción “Rodillo/Control deslizante” que solo restringe en este caso el movimiento vertical.
- Opciones en las cargas: En el Caso 1 solo se dispone de la carga repartida de 149504,5N por toda la longitud de los largueros siendo 12,2m, en realidad la carga se debería

repartir sobre 12,196m que es la longitud de un contenedor ISO 40 pero esta simplificación esta por el lado de la seguridad. Esta carga está repartida en cada larguero siendo un total de 299009N. En el Caso 2 también se dispone de la carga horizontal de Fuerza_{Tiro} que se aplica en la base donde va a ser colocado el King Pin en dirección a la cabeza tractora, no sé a modelizado el King Pin ya que es un objeto normalizado por la normativa y se elegirá el necesario para las fuerzas que se produzcan en esa zona.

- Opciones en el mallado: Como se muestra en la imagen anexa se ha elegido la malla mas fina para el calculo fina, con la opcion de curvatura ya que el modelo tiene zonas demasiado complejas para el mallado estándar, se podria mejorar la calidad de la malla substituyendo los numeros por valores inferiores pero con este nivel ya es suficientemente bueno, ya que el resultado ya no varia demasiado.

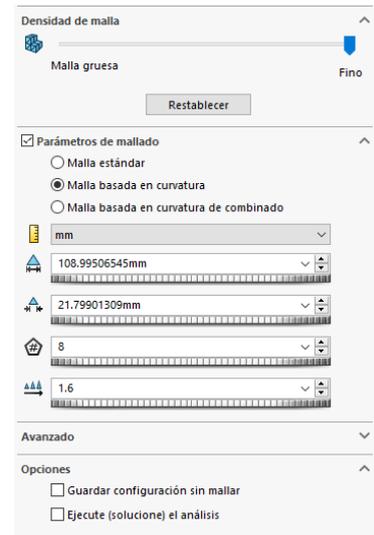


Imagen 1 Opciones de mallado

- Opciones en los estudios: Se han realizado dos estudios por ello se analizarán por separado.

Estático:

Se ha analizado con el método de Direct Sparse con la tecnología de Intel y se ha evitado ejecutar el análisis con la opción de grandes desplazamientos.

De este ensayo se han realizado los análisis siguientes:

- Tensiones por Von Mises.
- Desplazamientos.
- Deformaciones unitarias.
- Factor de seguridad.

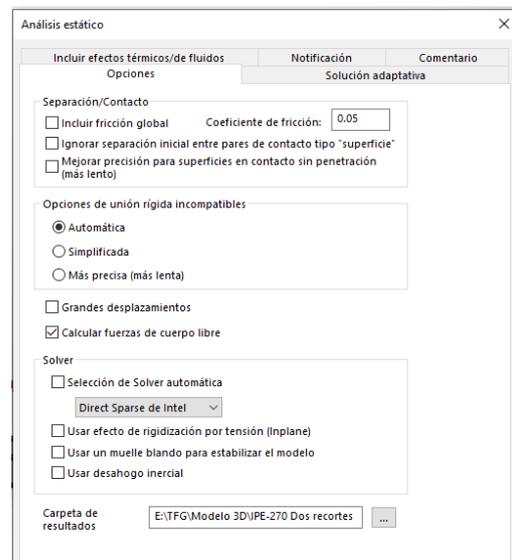


Imagen 2 Opciones en el estudio estático

Fatiga: En este caso se aun utilizado los metodos para tension alternante la tension equivalente de Von Mises y para la correccion de la tension media el criterio de Goodman.

Se ha calculado para 10^{3} y a 10^{6} ciclos.

De este ensayo se han realizado los análisis siguientes:

- Daño.
- Vida.
- Biaxialidad.

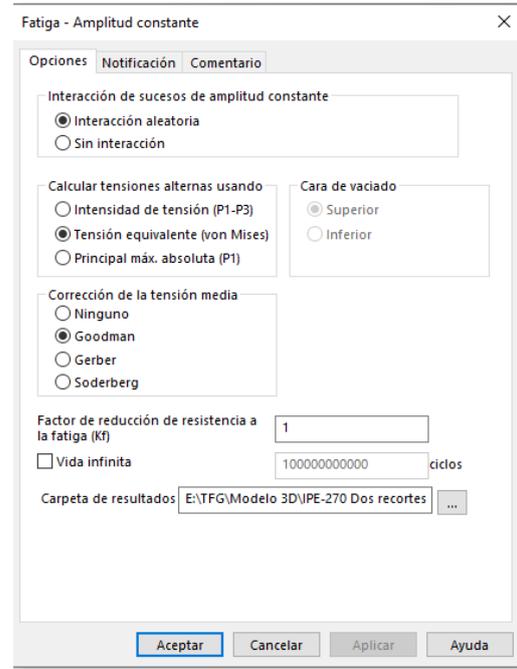


Imagen 3 Opciones en el estudio de fatiga

- Problemas con el material: En principio todos los componentes se fabricaran con el material normalizado S355J0 que tiene un límite elástico de 355MPa pero al buscar este material en las bibliotecas de SolidWorks aparece con un límite elástico de solamente 275 MPa como si se tratase del S275, por ello en los cálculos del elemento barra como en las conclusiones aparecerá el hacer S355J0 y en los cálculos del SolidWorks aparecerá el AISI 1020 –Acero laminado en frio que tiene características similares contando con un límite elástico de 350MPa.

- Curva S-N del material: Este elemento se utiliza para el cálculo de la fatiga y depende exclusivamente del material en este caso se ha utilizado la curva prediseñada que aparece en la biblioteca del SolidWorks.

Se ha utilizado la gráfica de acero al carbono ya que el S355 no tiene un gran porcentaje de carbono en su estructura para ser un acero austenítico.

Puntos	N	S
1	10	3960.362319
2	20	2799.68599
3	50	1877.681159
4	100	1399.347826
5	200	1058.671498
6	500	717.004831
7	1000	566.47343
8	2000	436.73913
9	5000	327.801932
10	10000	259.468599
11	20000	211.932367
12	50000	157.463768
13	100000	136.666667
14	200000	112.898551

Imagen 4 Datos de la curva S-N

Quedando la tabla de S-N de esta forma:

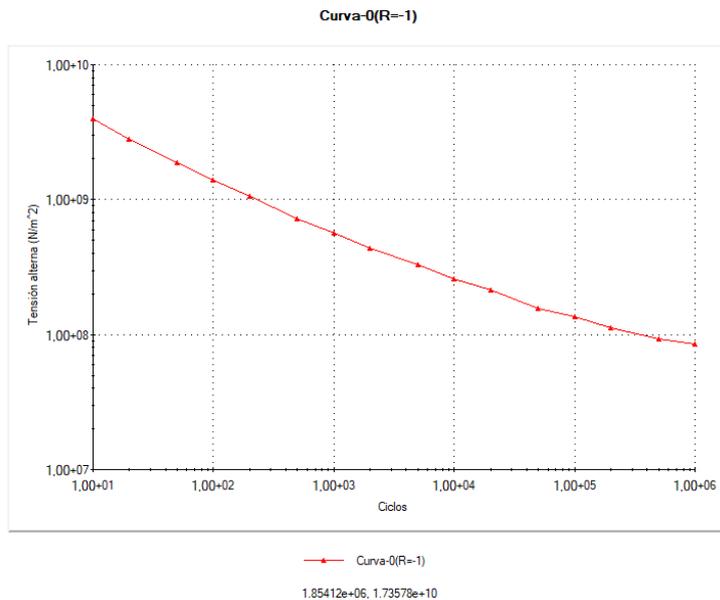


Imagen 5 Curva S-N de acero al carbono

2.2 Calculo de reacciones en los ejes debido a la carga del contenedor

Para determinar la carga que debe soportar cada eje por la carga máxima del contenedor utilizamos un programa para hacer la distribución de pesos, con este hallaremos las reacción, momento y cortante en cada apoyo.

Para el cálculo de bastidor tendremos 2 casos, ya que este puede estar apoyado sobre la unidad tractora o sobre sus soportes delanteros para cuando no está acoplado a la unidad tractora.

Ambos casos serán pre dimensionados en el programa de cálculo SAP 2000 v20.

Carga generada por los 30.480kg que puede transportar el contenedor repartido entre los dos largueros en los que se apoya, esta carga es distribuida a lo largo de los 12,2m de cada larguero, con ello podemos obtener la carga distribuida.

$$Q = \frac{P \times g}{L}$$

Siendo $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

P en kg

L en m

Obtenemos

$$Q = \frac{30480 \times 9,81}{12,2} = 24509 \frac{N}{m}$$

Como tenemos dos largueros dividimos la carga entre estos y pasamos los $\frac{N}{m}$ a $\frac{kN}{m}$.

$$Q = \frac{24509 \frac{N}{m}}{2} \times \frac{1kN}{1000N} = 12,26 \frac{kN}{m}$$

2.3 Calculo de elemento barra en cada caso.

2.3.1 Caso 1

Distribución de los apoyos en el larguero:

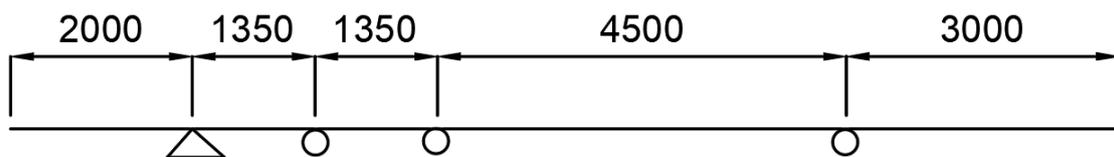


Imagen 6 Distribución de apoyos en el Caso 1

Reacciones obtenidas en los apoyos:



Imagen 7 Reacciones en el Caso 1

Carga total sobre los ejes:

$$F_{TOTAL CASO 1} = \sum F_{EJE 1} + F_{EJE 2} + F_{EJE 3}$$

$$F_{TC1} = 53,81 - 7,55 + 29,52 = 75,78kN$$

Necesitamos el peso en toneladas para comprobar la normativa, referente a el peso máximo en los ejes debe ser menor de 24 toneladas.

$$Q = 75,78kN \times \frac{1000N}{1kN} = 75.780N$$

$$P = \frac{75.780N}{9,81 \frac{m}{s^2}} = 7.724,78 kg$$

También obtenemos el diagrama de momentos en kNm:

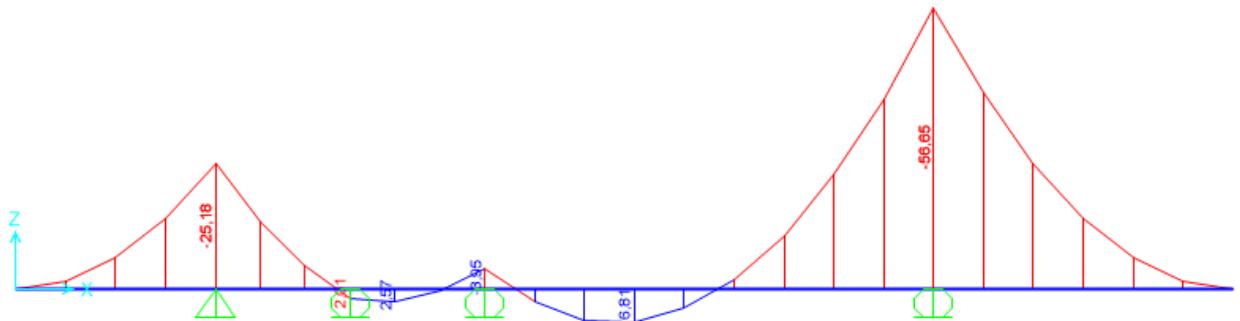


Imagen 8 Diagrama de momentos en el Caso 1

Y el diagrama de cortantes en kN:

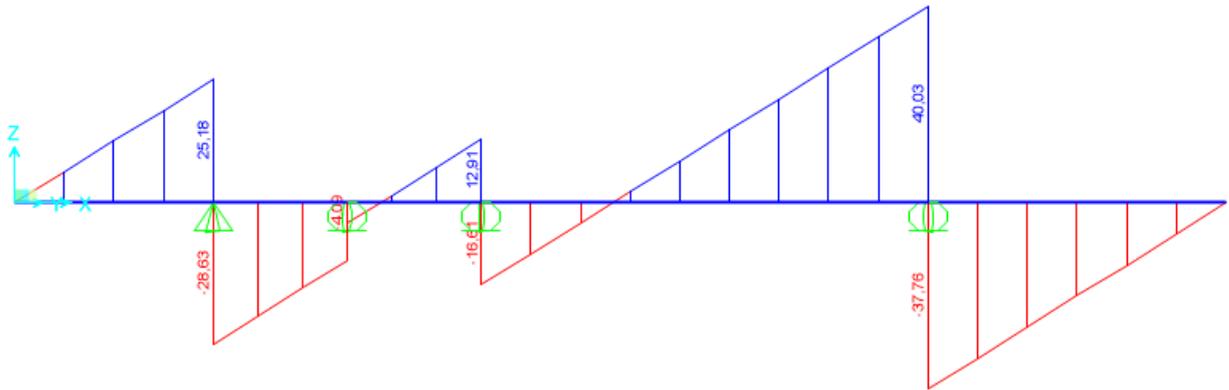


Imagen 9 Diagrama de cortantes en el Caso 1

2.3.2 Caso 2

Distribución de los apoyos en el larguero

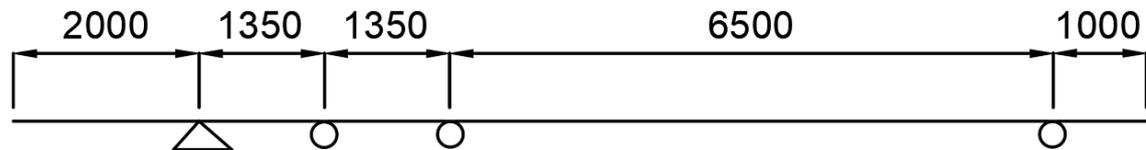


Imagen 10 Distribución de apoyos en el Caso 2

Reacciones obtenidas en los apoyos:

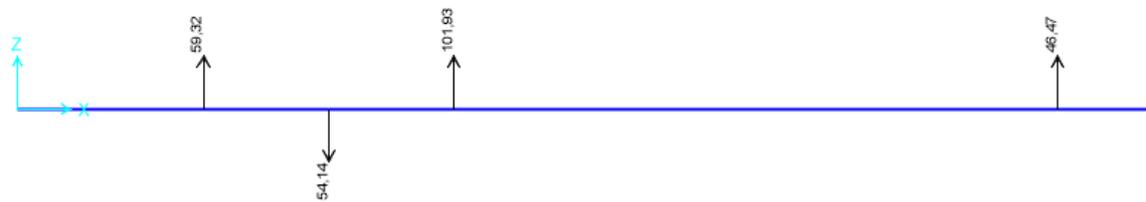


Imagen 11 Reacciones del Caso 2

Carga total sobre los ejes:

$$F_{TOTAL CASO 2} = \sum F_{EJE 1} + F_{EJE 2} + F_{EJE 3}$$

$$F_{TC2} = 59,32 - 54,14 + 101,93 = 107,11kN$$

Necesitamos el peso en toneladas para comprobar la normativa, referente a el peso máximo en los ejes debe ser menor de 24 toneladas.

$$Q = 107,11kN \times \frac{1000N}{1kN} = 107.110N$$

$$P = \frac{107.1100N}{9,81 \frac{m}{s^2}} = 10.918,5 kg$$

También obtenemos el diagrama de momentos:

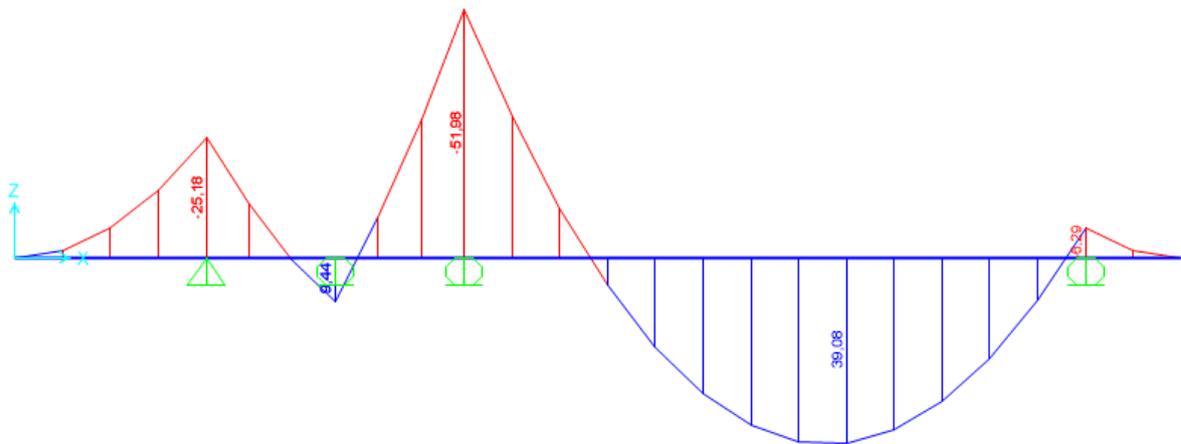


Imagen 12 Diagrama de momentos en el Caso 2

Y el diagrama de cortantes:

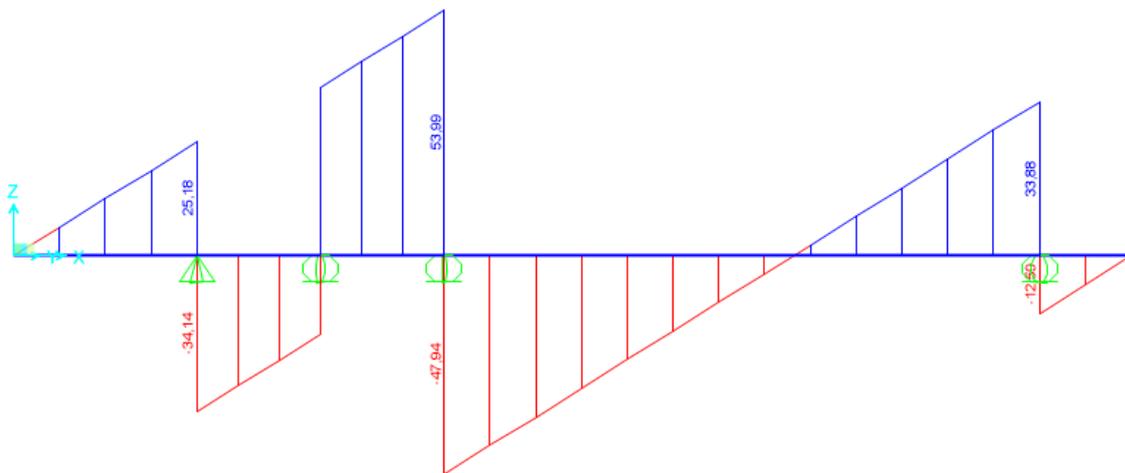


Imagen 13 Diagrama de cortantes en el Caso 2

2.3.3 Desglose de resultados

Observando los resultados obtenidos del pre-dimensionamiento con el elemento barra del SAP 2000 podemos ordenar los resultados:

Tabla 1 Resultados del cálculo del elemento barra

	Caso 1	Caso 2
Reacción en los ejes <i>kg</i>	7.724,78	10.918,5
Reacción delantera <i>kg</i>	7.930,7	4.747
Momento máximo <i>kNxm</i>	56,65	51,98
Cortante máximo <i>kN</i>	40,03	53,99

Para el caso de las reacciones y los pesos son datos ficticios ya que es por larguero, a continuación, se representa la tabla con las reacciones en kg totales:

Tabla 2 Resultados del reparto de carga entre los apoyos

	Caso 1 <i>kg</i>	Caso 2 <i>kg</i>
Peso en ejes	15.449,56	21.837
Reacción en el apoyo	15.861,4	9.494
Total	31311	31.331

2.3.4 Identificación de secciones críticas por momentos flectores y cortantes.

Con los datos obtenidos en los diagramas se halla la sección necesaria para dimensionar los largueros mediante el momento máximo y su modulo resistente requerido, el momento máximo se ejerce en el Caso 1 en el punto del apoyo que corresponde a los soportes delanteros:

$$M_{max} = 56,65 \text{ kN} \times m$$

El cortante de ese punto es:

$$V_{comp} = 40 \text{ kN}$$

El cortante máximo también se encuentra en la misma sección, que el momento máximo.

Además, el segundo momento más grande viene dado en el Caso 2 en el apoyo que corresponde en el tercer eje siendo:

$$M_{max} = 52 \text{ kN} \times m$$

El cortante de ese punto es:

$$V_{comp} = 54 \text{ kN}$$

Para el cálculo se utiliza las cargas máximas obtenidas en el Caso 1, ya que en esa zona se encuentra el punto más crítico ya que se encuentra el cambio de sección y este se comporta como un concentrador de tensiones.

2.3.5 Cálculo de esfuerzo necesario para vencer la inercia y fuerza de rozamiento.

El bastidor deberá disponer de un coeficiente de seguridad igual o superior a 3. Con los valores más críticos obtenidos en el apartado anterior podemos pre-dimensionar el perfil mediante la fórmula de tensión en una viga de Von Mises.

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \times \tau^2}$$

Se realiza por pasos, para seleccionar el perfil más conveniente y que tamaño de dicho perfil.

Primer paso: Se halla el perfil mínimo para cada perfil mediante el momento máximo.

Sabiendo que el acero utilizado será el S355JR si es posible el S275JR si compensa la ratio peso/coste del material.

$$W_{el.y.minimo} = \frac{M_{max} \times x}{\sigma_{el}}$$

Tensión máxima del acero es $\frac{355}{1,05} = 338,1MPa$

$$W_{el.y.minimo} = \frac{56,65 \times 10^6 \times 3}{338,1} = 502,66 \times 10^3 mm^3$$

Este módulo resistente corresponde a un IPE-300 pero para ahorrar mucho material se utilizará un perfil inferior y este se reforzará en los apoyos y uniones.

Diferencias entre los perfiles IPE-270, IPE-300 y HBE-200, este sería el equivalente para el módulo resistente obtenido en la ecuación anterior.

Tabla 3 Datos de los perfiles candidatos

	$W_{el.y}(mm^3)$	$A_{VZ}(mm^2)$	$P \left(\frac{kg}{m}\right)$
IPE-270	428900	2214	36,1
IPE-300	557100	2568	42,2
HEB-200	569600	2483	61,3

Esta tabla deja en evidencia que el resultado más óptimo será el IPE-270 descartando por completo al perfil HEB-200 y dejado en duda al IPE-300.

Segundo paso. Para el cálculo de la tensión de Von Mises necesitaremos el $W_{el.y}$ y A_{VZ} del perfil seleccionado.

Tabla 4 Datos del perfil seleccionado

	$W_{el.y}(mm^3)$	$A_{VZ}(mm^2)$	$P \left(\frac{kg}{m}\right)$
IPE-270	428900	2214	36,1

Tensiones normales máximas que puede soportar la sección del IPE-270 sin añadir refuerzos:

$$M_{max} = \frac{W_{el.y} \times \sigma}{x}$$

$$M_{max} = \frac{428900 \times 338,1}{3} = 48,34kN \times m$$

Con este resultado y observando las figuras de los diagramas de momento se obtiene que, en los apoyos de Tercer eje, apoyo de soportes y en el apoyo del King Pin deben llevar refuerzos

para soportar los picos del momento para cumplir con el coeficiente de seguridad => a 3, ya que por tensiones sin mayorar no tendría ningún problema para resistir su momento real.

Momento crítico de la viga IPE-270:

$$M_{CRI} = C_1 \times \frac{\pi}{L} \sqrt{E \times I_z \times G \times I_T} \times \sqrt{1 + \frac{\pi^2 \times E \times I_W}{L^2 \times G \times I_T}}$$

Mcri 105,1kNxm

$$M_{CRI} = 105,1kNxm$$

$$M_{CRI} \geq M_{MAX}$$

$$105,1 \geq 56,65kN \times m$$

Tercer paso. Comprobar que la tensión equivalente de Von Mises es igual o menor que la resistencia del material.

$$SVM \leq S355JR$$

$$299,8 \leq 338,1MPa$$

Este perfil cumple por resistencia.

Con este perfil no se podría disminuir el grado de calidad el acero ya que sería inferior al módulo elástico y adoptar un perfil superior aumentaría el peso por metro de perfil y sería más caro incluso reduciendo el grado de calidad.

2.4 Dimensionado de uniones

2.4.1 Dimensionado del cuello de cisne.

En la parte final del larguero debe existir una disminución de la altura del perfil para adaptarse a la parte trasera de la cabeza tractora. Al ser la zona más crítica se deberá analizar con especial cuidado para evitar los concentradores de tensiones.

Se ha optado que la parte final del larguero sea un IPE-270 recortado, manteniendo todas sus dimensiones a excepción de la altura que se realizara recortando la altura del alma y añadiendo pletinas a esta para asegurar su estabilidad tanto a flexión como por resistencia.

2.4.2 Uniones zona de los ejes.

Para esta zona se dispondrá una placa en la parte inferior de espesor 25mm y ancho de 135mm que el espesor y ancho del ala del perfil IPE-270 y una longitud de 200mm más dos trozos para la disminución de la sección evitando los concentradores de tensiones, para esta solución se han comprobado dos alternativas, una que mejora la tensión más crítica redondeando estos dos extremos de la pletina y se han obtenido para el Caso 1 SVM = 84,4MPa y en el Caso 2 SVM = 111,1MPa; la otra alternativa es reducir esta sección mediante un chaflan obteniendo en el Caso 1 SVM = 83,3 MPa y para el Caso 2 SVM= 142,1 MPa.

Con la alternativa del redondeo ser menos crítico el concentrador de tensiones, pero es más complejo de fabricar que la alternativa de chaflan que tiene más tensión en el punto crítico, pero es menos material y más fácil de realizar por ello esta alternativa es la adoptada.

Además de añadirán 3 pletinas paralelas al alma del perfil en cada punto de apoyo para vencer en las fuerzas que se generan en ellos en la viga con un espesor de 10mm una longitud de 400mm y una altura igual a la altura interior del alma, estas acabaran con un redondeo para disminuir las tensiones.

2.4.3 Unión zona del apoyo delantero.

Esta zona es la más crítica de toda la estructura ya que es donde se dan el esfuerzo cortante máximo y el momento máximo. Para esta zona se dispondrán de una placa en la parte inferior con espesor de 30mm y de 300mm de largo más dos trozos de disminución de espesor mediante chaflanes como en el apartado 2.1.2.7.

A partir de este cambio de sección se dispondrán pletinas a ambos lados del alma de espesor 10mm hasta el final del larguero además de añadirán a estas otras dos pletinas en el segundo cambio de sección, cuando pasa de sección decreciente a sección continua, con un espesor de 20mm y una longitud de 450mm, ambas pletinas tendrán redondeos de radio 60mm para eliminar los concentradores de tensiones.

2.4.4 Unión de la zona el King Pin.

Esta es la zona más compleja ya que el apoyo no está sobre los largueros, este se encuentra apoyado en el centro de gravedad transversal, es decir en el punto intermedio de los dos largueros además este viene dado apoyado/ articulado en el siguiente acoplamiento:

MEDIDAS FUNCIONALES DEL PIVOTE DE ACOPLAMIENTO

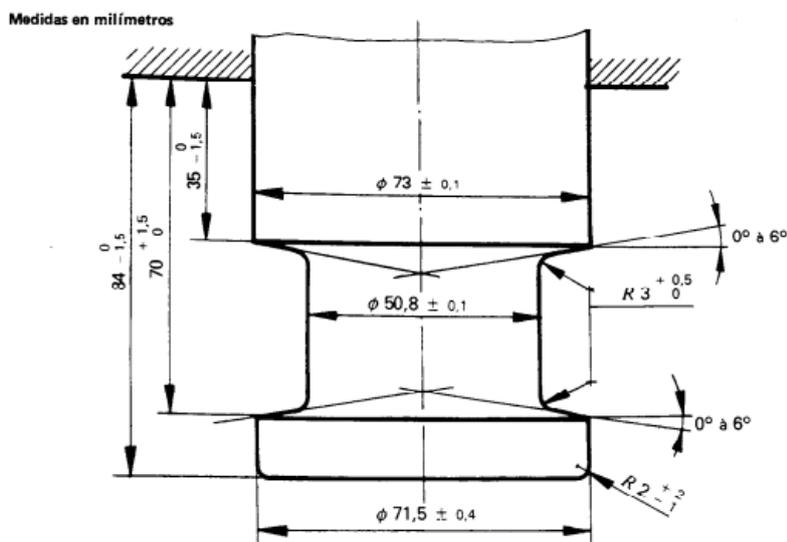


Ilustración 2 Esquema del King Pin

Como podemos observar es un apoyo con un área muy reducida, además deberá soportar las fuerzas combinadas de compresión ejercida por el peso del semirremolque contra la cabeza tractora y además el cortante que le ejercerá la fuerza de tiro.

Para salvar la distancia entre el punto de apoyo y los largueros se dispondrá de una chapa de igual espesor que el espesor del ala de 10,2mm ya que este tipo de enganche debe estar unido mediante uniones mecánicas atornilladas para remplazarlo fácilmente en caso de que se desgaste por el funcionamiento, además se añadirá una viga armada para rigidizar esa sección ya que debe aguantar gran parte del peso total del semirremolque, esta viga unirá ambos largueros y la chapa añadida, tendrá una ranura de 200mm de largo y 80mm de alto en punto central para poder instalar los ocho tornillos necesarios para instalar el King Pin.

Por convenio internacional viene dado estos dos tipos de acoplamiento a la estructura:

Extracto de la norma UNE 26-105-85

3 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES PARA EL MONTAJE E INTERCAMBIABILIDAD

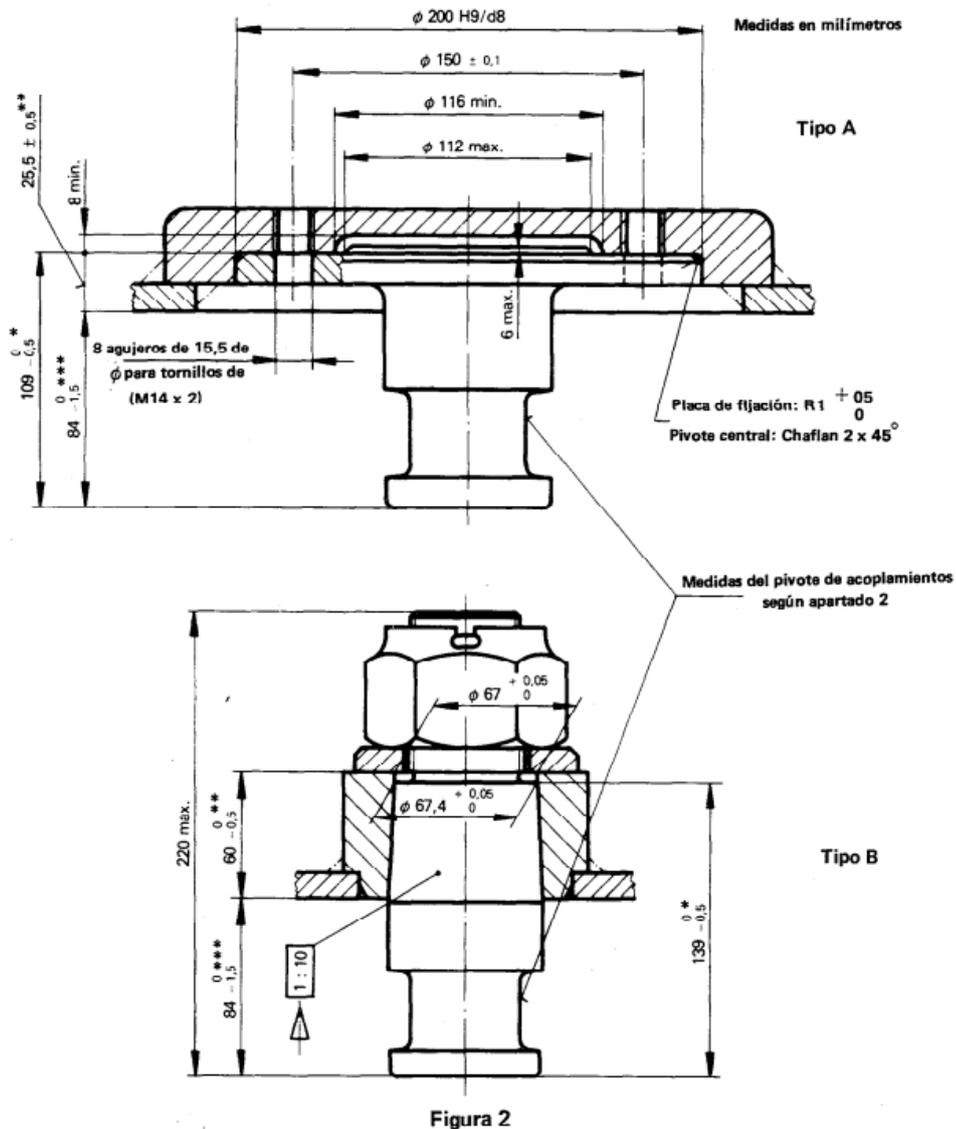


Ilustración 3 Esquema de los dos tipos de King Pin

En este caso se utilizará el Tipo A el croquis de la parte superior, ya que en la parte superior disponemos de la viga.

2.5 Fuerza de tiro máxima.

Para hallar se utiliza el caso más desfavorable de la formula simplificada del libro Ingeniería de Vehículos Referencia 2, la cual dispone que para un semirremolque pesado tiene un rozamiento de entre 12 y 17 $\frac{kg}{Tn}$ para utilizara se necesita el peso total que soportan las ruedas para ello tenemos las siguientes masas.

Uso= 10,928,5kg referente a el peso que soportan los tres ejes en el caso 2, que es el único que se aplica la fuerza de tiro.

Peso propio de los elementos no calculados (ruedas, ejes, suspensiones, frenos de los tres ejes) se supondrá una carga de 1000kg.

Por último, se supondrá que soporta dos tercios del peso propio del bastidor que son 1391kg

$$F_r = (12 \pm 17) \times \text{Masa en ejes}$$

$$F_r = 17 \times \frac{10.928,5 + 1000 + \frac{2}{3} \times 1391}{1000} = 218,55 \text{ kg}$$

El caso más desfavorable es el momento de salir en pendiente por ello se utilizará la M.M.A. que es de 44 toneladas en una carretera inclinada 20º, según normativa el máximo en autovía es de 7º pero en carreteras secundarias se puede encontrar hasta 20º incluso más.

$$F_{TIRO} = (M.M.A. \times \text{sen}(\alpha) + F_r) \times g$$

$$F_{TIRO} = (44.000 \times \text{sen}(20) + 218,55) * 9,81 = 149.774 \text{ N} \cong 150 \text{ kN}$$

2.5.1 Comprobación a cortadura de los tornillos del King Pin.

Según el croquis de la norma se necesitaran 8 tornillos de M14x2. Se utilizaran tornillos de calidad 8.8.

Area de cada tornillo:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 14^2}{4} = 154 \text{ mm}^2$$

El límite elástico de los tornillos de calidad 8.8 es $\sigma_y = 800 \text{ MPa}$

$$\tau_{ADM} = \frac{\sigma_y}{2} = \frac{800}{2} = 400 \text{ MPa} = 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_{cort,tor} = \tau_{ADM} \times A = 400 \times 154 = 61600 \text{ N}$$

Sabiendo que necesitamos un coeficiente de seguridad mayor o igual a 3 y tenemos una fuerza cortante de 150kN y 8 tornillos con una resistencia a cortadura de 61,6 kN

$$Coef_{seg} = \frac{R_{cort,tor} \times n}{F_{TIRO}} = \frac{61,6 \times 8}{150} = 3,3 \geq 3$$

2.6 Calculo de barras protección anti-empotramiento

2.6.1 Calculo barras anti-empotramiento trasero

Según el punto 25.1 del reglamento número 58 del CEPE, la barra debe estar a una altura máxima de 450mm respecto al suelo, y una longitud igual al ancho máximo del semirremolque o de la tractora.

La altura aproximada del piso del semirremolque es 1200mm respecto al suelo, por ello dispondremos de unos montantes de 800mm de longitud respecto al suelo del remolque ya que están soldados a la parte inferior del perfil IPE-270.

Se soldarán a una distancia de 100mm del final del perfil la normativa permite hasta 200mm del perfil en estado normal y en el momento de ejercer el esfuerzo en la prueba un máximo de 300mm.

El perfil debe tener una altura mínima de 120mm y en los extremos debe estar redondeado mínimo con D2,5.

Para que cumpla este requisito debe mantener una deformación máxima menor que 400mm desde el final del larguero.

La fuerza ejercida es de 180kN entre dos puntos simétricos al eje central el semirremolque, separados 800mm. No norma dicta que debe estar separado entre 700 y 1000mm.

Solución por elementos finitos, para la fabricación se deberá probar en un banco de pruebas tal y como dispone la norma.

Tensiones por Von Mises:

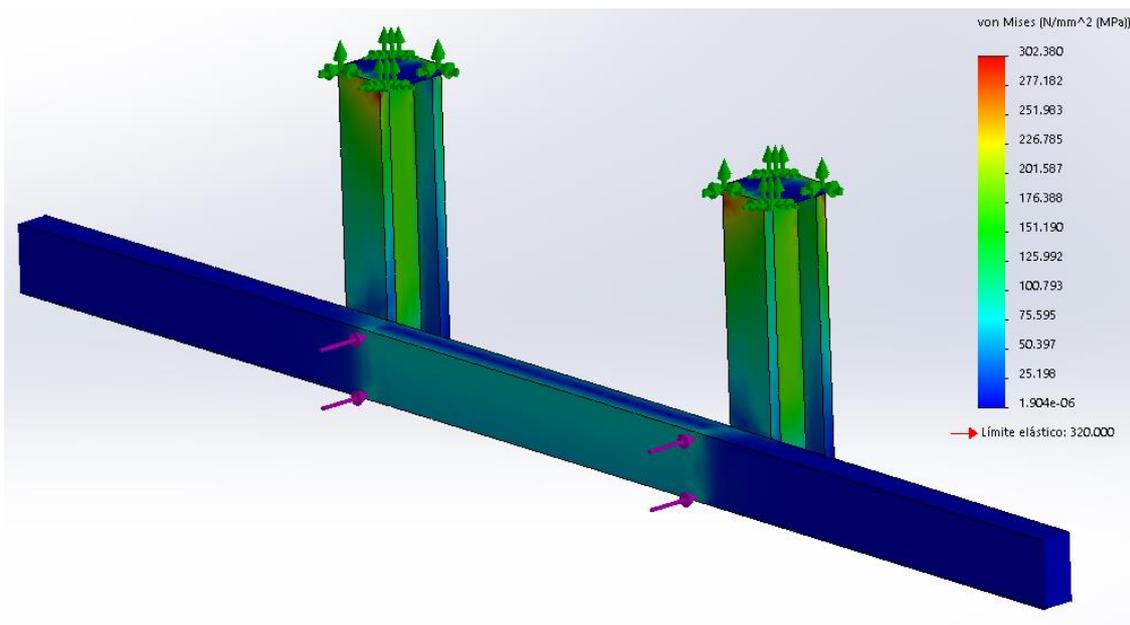


Imagen 14 Tensiones en la protección trasera

Deformaciones:

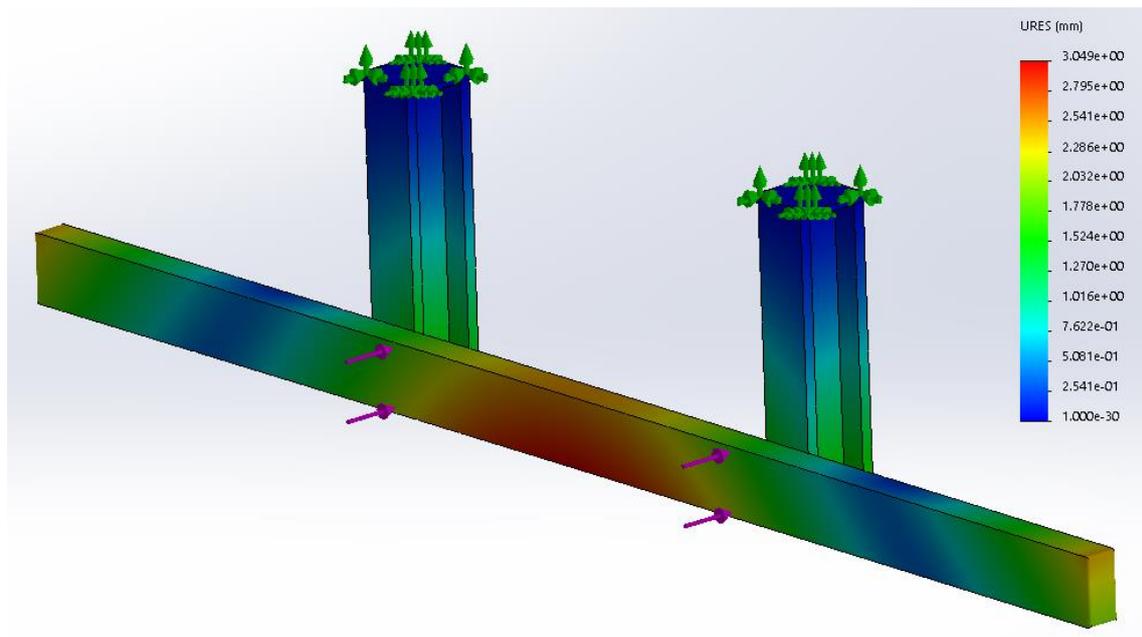


Imagen 15 Deformaciones en la protección trasera

Vemos que cumple con lo requerido por el reglamento, las dimensiones restantes se disponen en los planos y las uniones son soldadas.

2.6.2 Calculo barras anti-empotramiento lateral

Según el reglamento nº73 es necesario tener elementos de protección para los demás usuarios de las vías públicas, en este caso para evitar que puedan acceder por colisión a la parte interior/inferior del vehículo. Para cerrar estos laterales se pueden usar barras de seguridad u otros utensilios como cajones o depósitos de agua o aceite. En el caso de las barras de seguridad no pueden ayudar a soportar otros elementos. Estas defensas no podrán sobrepasar la anchura total del vehículo.

Tendrán todas las esquinas y bordes redondeados con un radio igual o mayor de 2,5mm, se dispondrán dos barras horizontales con al menos 100mm de alto.

Dimensionado: Dispondremos de dos barras horizontales de 100mm de alto y separadas 250mm a una separación de 120mm entre la parte superior de la barra superior y la parte inferior del IPE-270, este pilar será un tubo hueco de 40x40 mm y un espesor de 5mm esta esta soldado a una viga que lo une con la parte inferior del pilar mediante soldadura de sección de 40x40 mm y 4 mm de espesor con una longitud total de 770mm unido a tope con el pilar y hasta la parte interior-inferior del perfil IPE-270.. La separación entre las patas delanteras es de 200mm. Las demás medidas están en los planos.

Aristas redondeadas con $r=2,5\text{mm}$

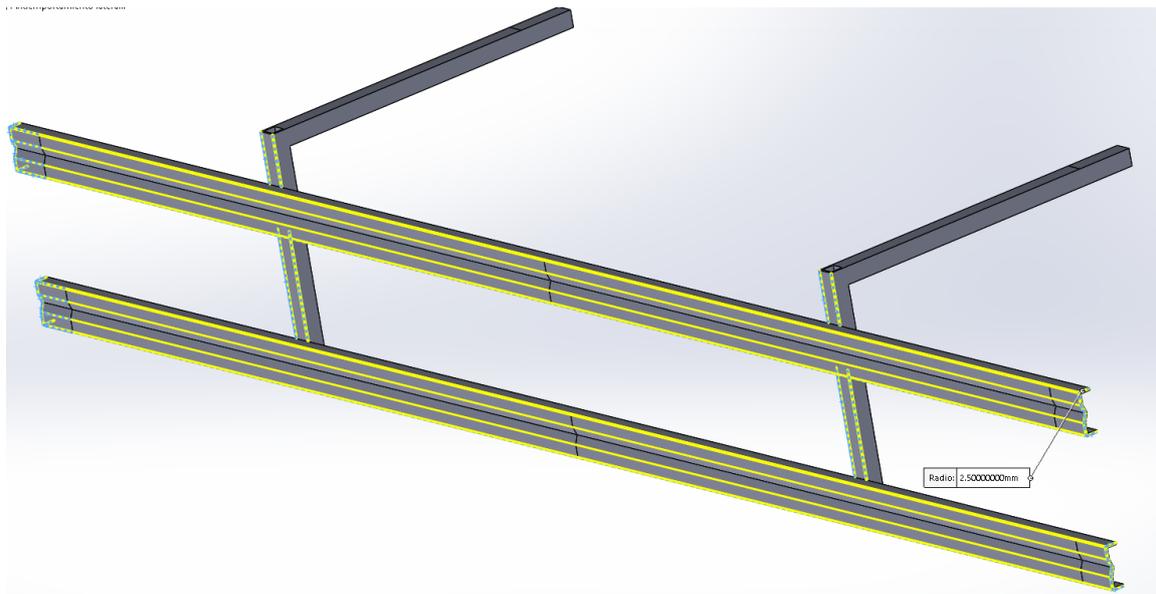


Imagen 16 Esquema de donde se encuentran los redondeos de la protección lateral

Se calcularán dos casos, el primero con la fuerza de 1kN en el centro de las vigas y el segundo en a 100mm del extremo, ambos se han ejercido en la viga inferior ya que es la que puede generar más esfuerzos en los soportes.

Caso 1. Esfuerzo centrado.

Tensión de Von Mises:

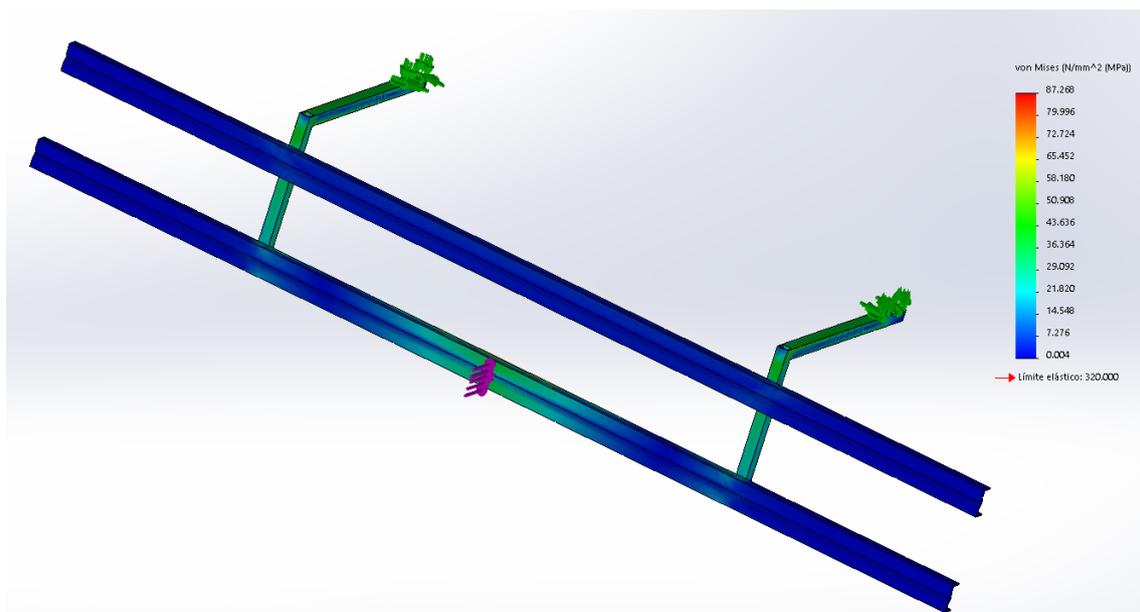


Imagen 17 Tensiones en el Caso 1 de la protección lateral

La tensión es inferior a la requerida $87,2 \leq 338,1\text{MPa}$

Deformación:

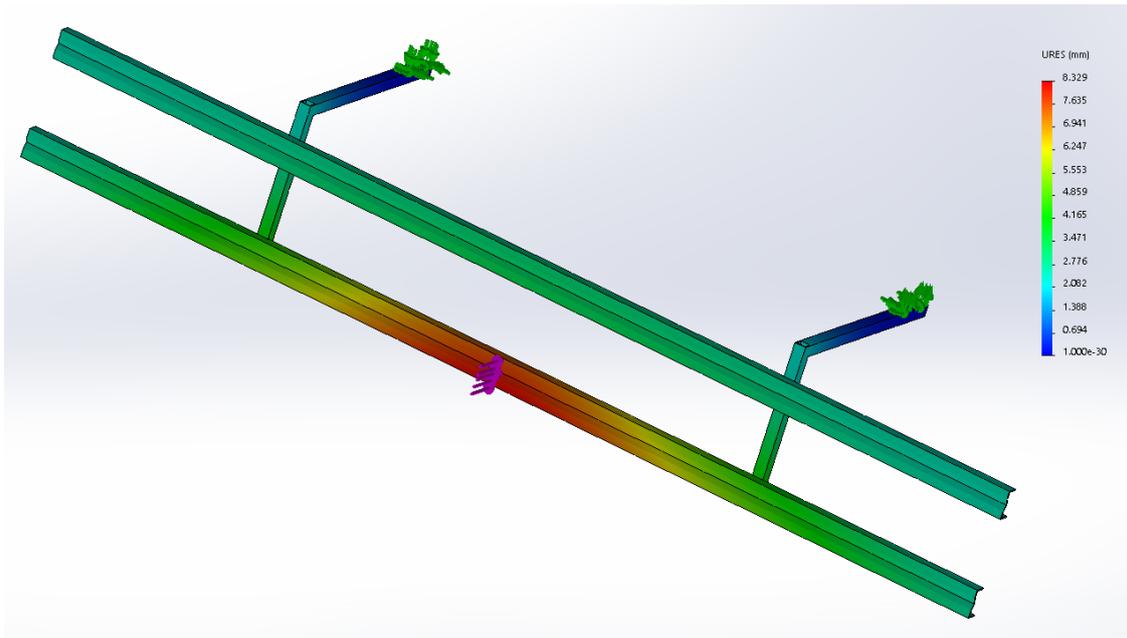


Imagen 18 Deformacion en el Caso 1 de la protección lateral

Para este caso la norma dicta que debe ser menor a 150mm y tenemos una deformación máxima de 8mm.

Caso 2. Esfuerzo en un extremo.

Tensión de Von Mises:

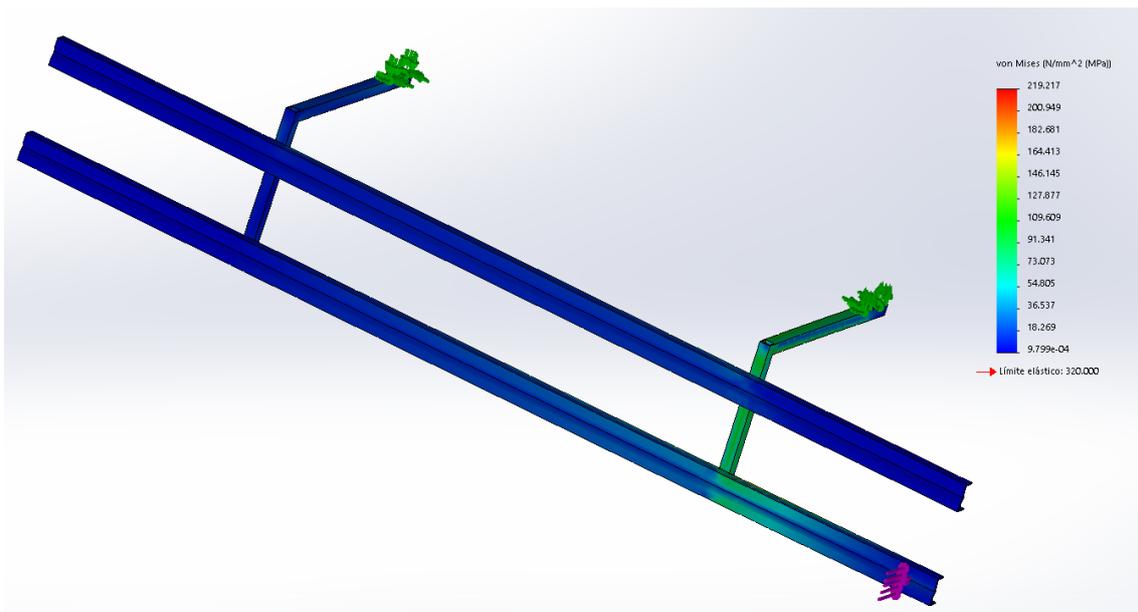


Imagen 19 Tensiones en el Caso 2 de la protección lateral

La tensión es inferior a la requerida $219,2 \leq 338,1MPa$

Deformación:

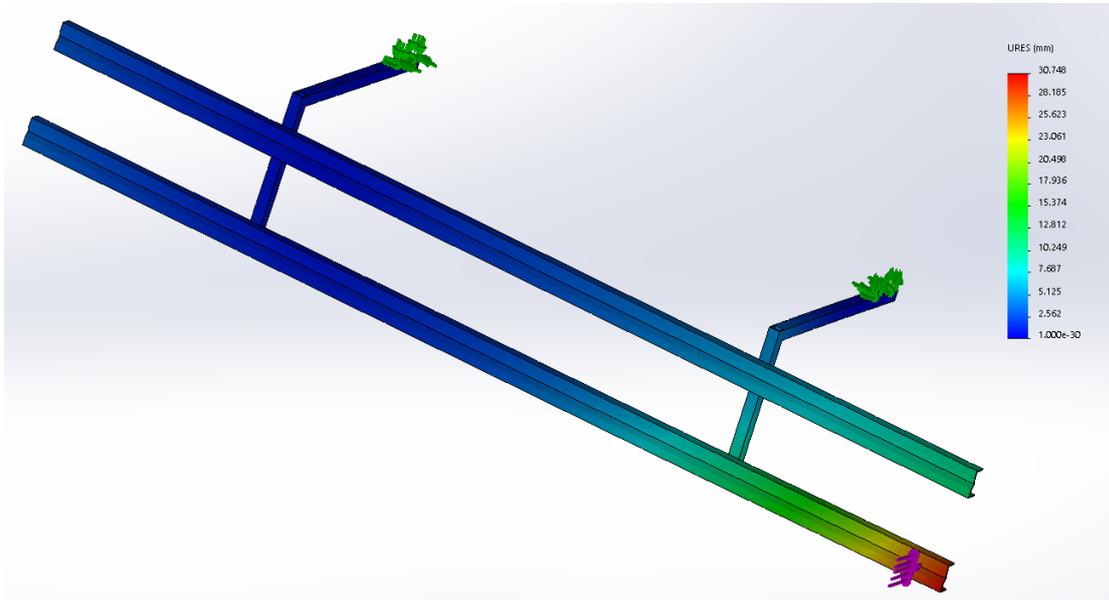


Imagen 20 Deformacion en el Caso 2 de la protección lateral

Para este caso la norma dicta que debe ser menor a 150mm y tenemos una deformación máxima de 30,7mm.

Resumen, vemos que este modelo cumple las medidas de deformación máxima que exige la norma ya que en nuestro caso el factor más desfavorable es la resistencia de las vigas.

2.7 Calculo de resistencia del bastidor por elementos finitos, estático

2.7.1 Calculo del bastidor en el Caso 1 Estático

Resistencia por Von Mises.

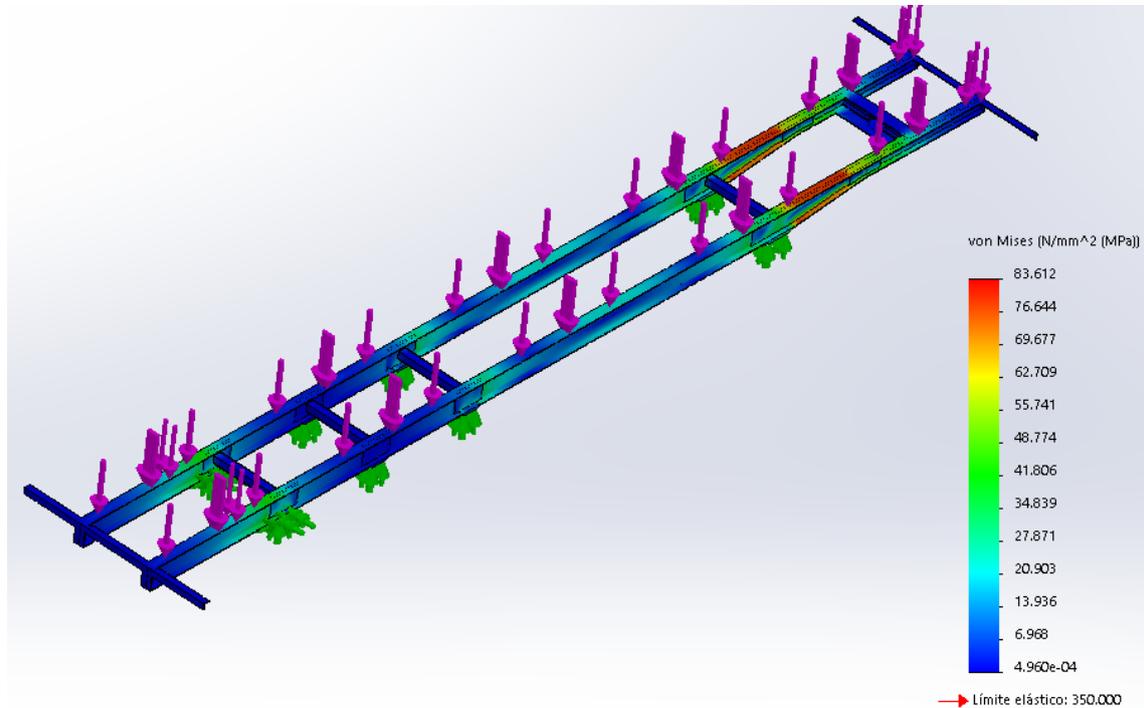


Imagen 21 Tensiones en el Caso 1, Estático

Como se observa en la captura la tension maxima de Von Mises de encuentra en el cuello de cisne, demas como podemos ver en este detalle esta bastante distribuida evidenciando que estan las dos alas trabajando al maximo.

Con esta tension se obtiene un coeficiente de seguridad de:

$$Coef_{seg} = \frac{338,1}{83,6} = 4,044$$

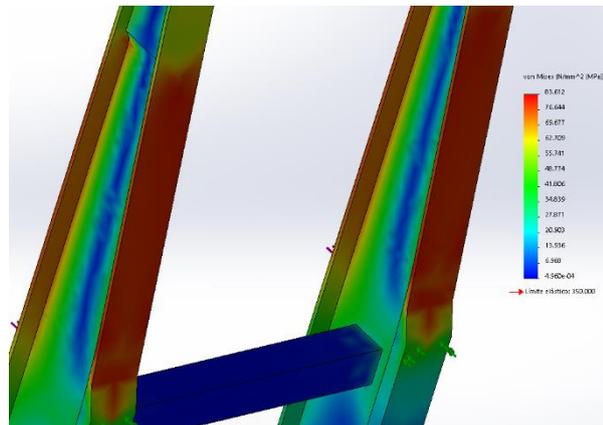


Imagen 22 Detalle de las maximas tensiones del Caso 1, Estática

Podemos asegurar que en este caso no se tendrán problemas con la resistencia.

Deformación:

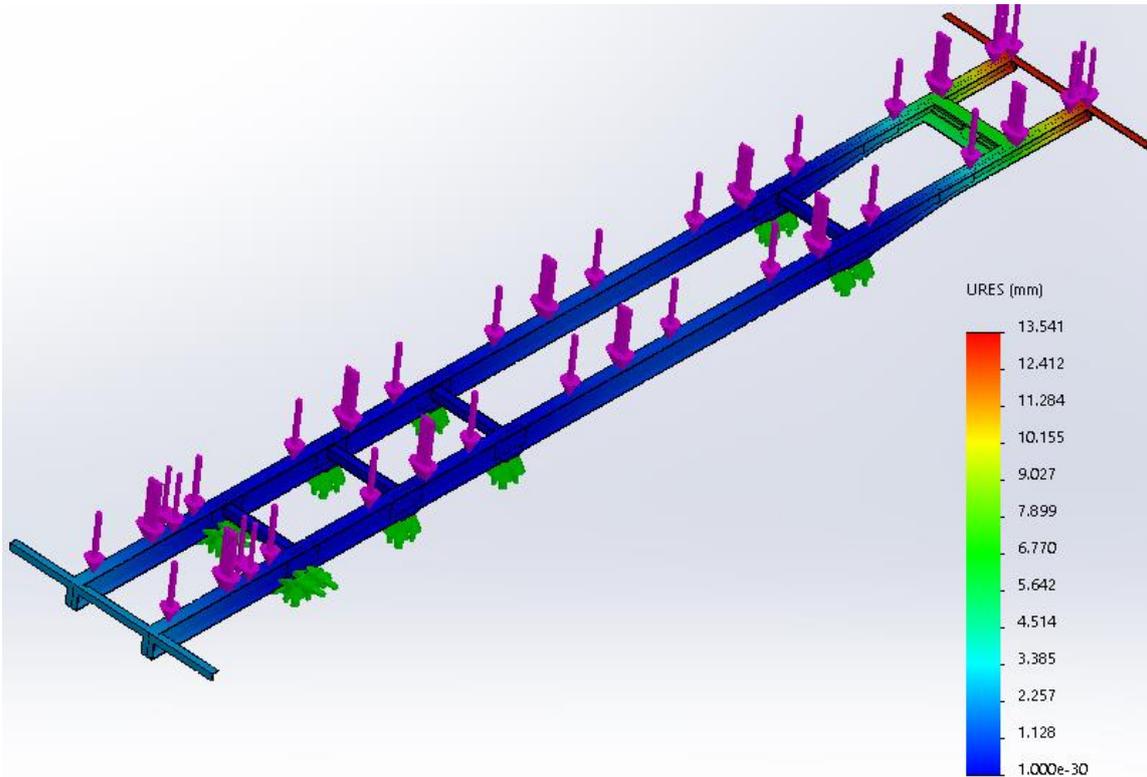


Imagen 23 Deformación en el Caso 1, Estática

En este estudio se halla la deformación total del modelo se tiene 13,5mm de deformación en un voladizo de 3000mm, teniendo una deformación por metro de:

$$\delta_1 = \frac{13,5}{3} = 4,5 \frac{mm}{m}$$

Para hallar las zonas donde más se deforma el modelo se utiliza el estudio de deformación unitaria, en este caso solo pondré los detalles de las zonas más críticas:

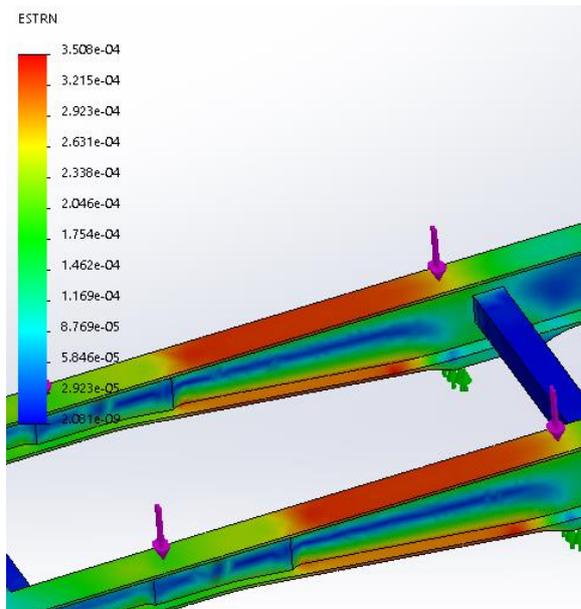


Imagen 25 Máxima deformación unitaria superior

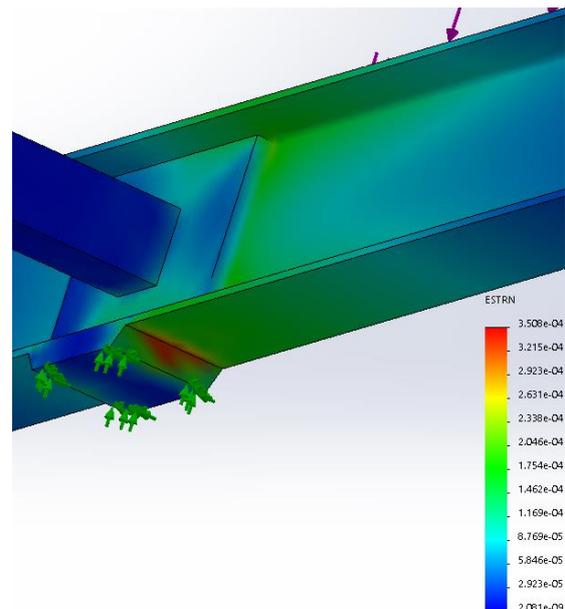


Imagen 24 Máxima deformación unitaria inferior

Se observa que las máximas deformaciones son en el cuello de cisne como se podía intuir por ser donde se dan las máximas tensiones y además en el apoyo del Eje 1, que también es donde se apoya el voladizo posterior del bastidor que tiene una longitud de 2000mm.

Coefficiente de seguridad:

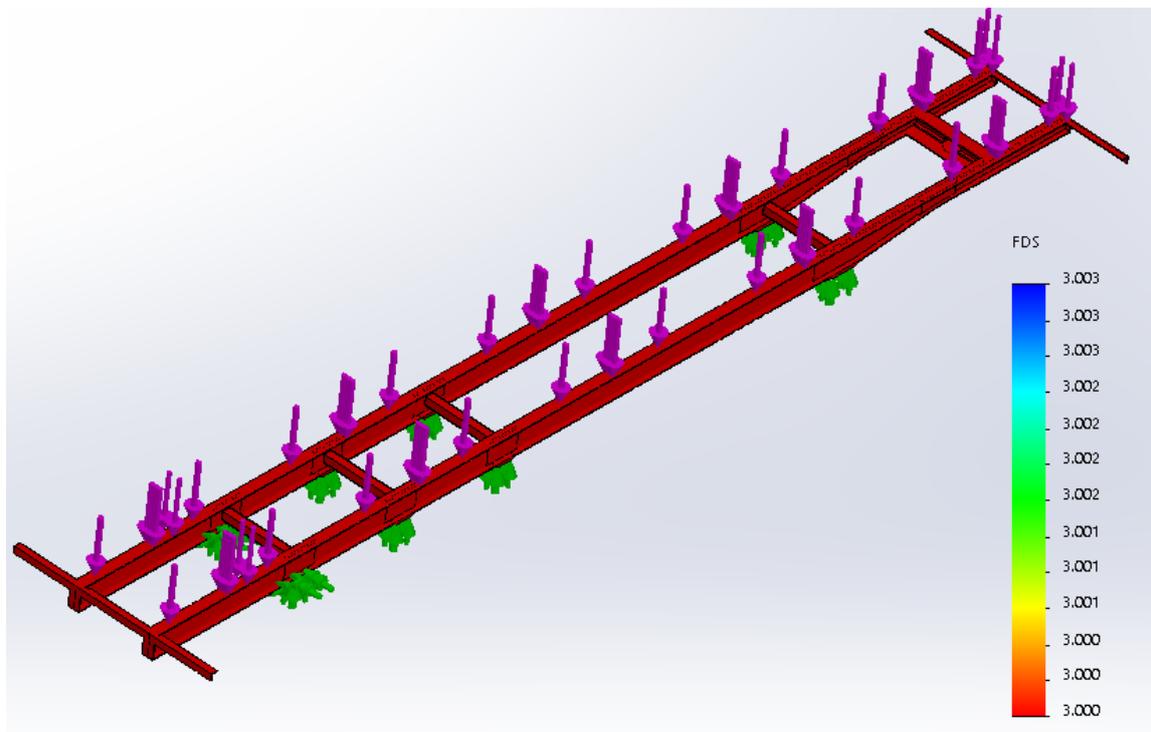


Imagen 26 Coeficiente de seguridad en el Caso 1, Estática

Como se ha comprobado en el primer estudio de estática del primer caso se cumple en todo el modelo que se sobrepase el coeficiente de seguridad de 3.

2.7.2 Calculo del bastidor en el Caso 2 Estático

Resistencia por Von Mises:

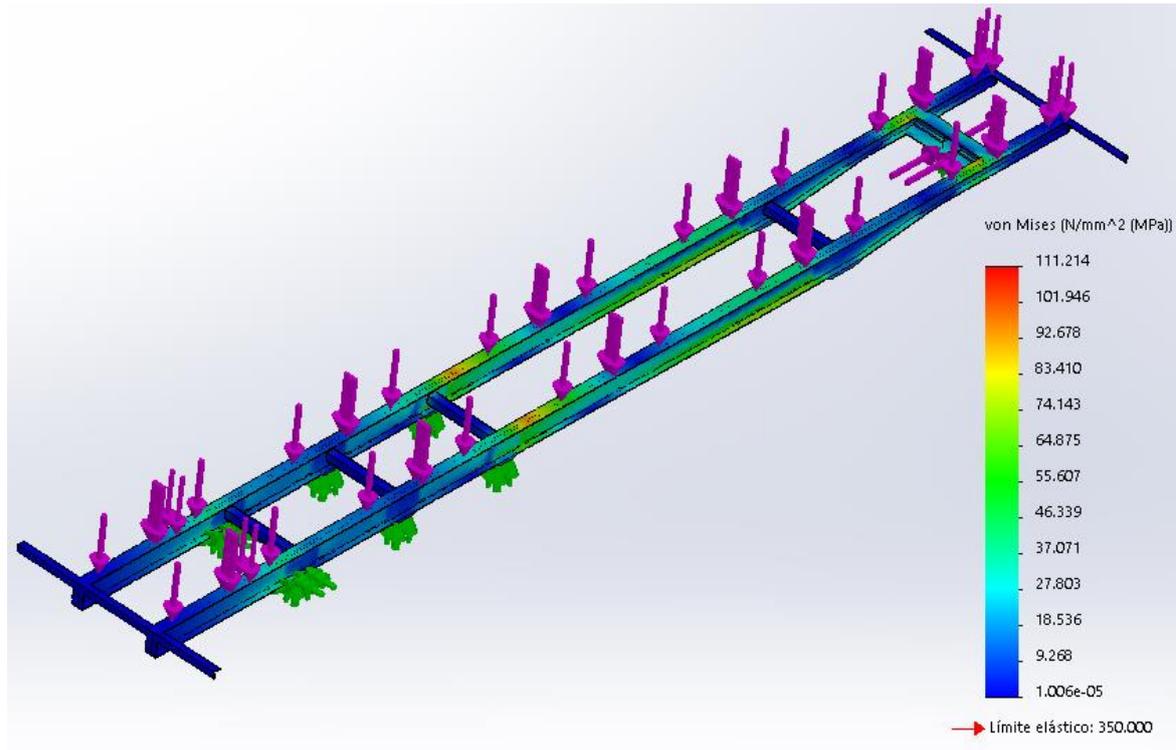


Imagen 27 Tensiones en el Caso 2, Estática

Para el caso 2, el estudio de estática se puede observar que en este caso las tensiones de encuentran focalizadas en puntos críticos el primero se genera por un concentrador de tensiones y es el más crítico de todos se puede ver en el detalle 1 del caso 2: estática.

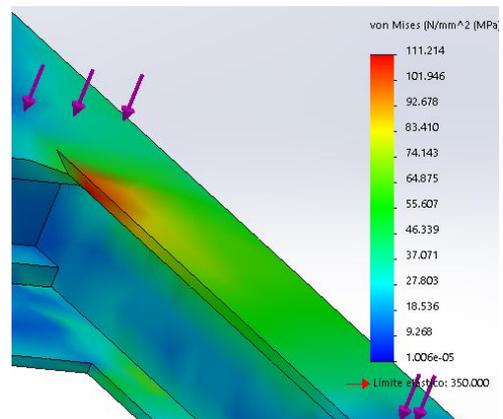


Imagen 28 Detalle concentrador de tensiones cuello de cisne en el Caso 2, Estática

La segunda zona crítica se da en el Eje 3 ya que es donde hay más luz junto con el concentrador de tensiones del detalle 1.

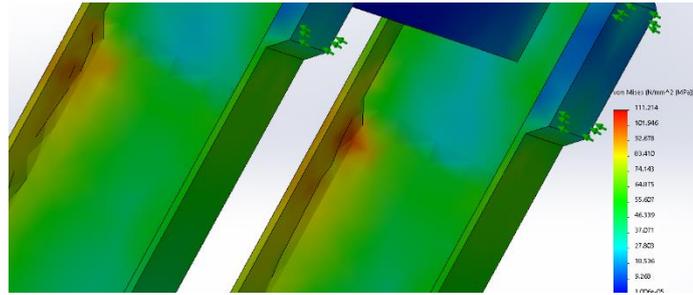


Imagen 29 Detalle concentrador de tensiones en el Eje 3 en el Caso 2, Estática

Con esta tensión se obtiene un coeficiente de seguridad de:

$$Coef_{seg} = \frac{338,1}{111,2} = 3.04$$

Este valor es el mas ajustado de todas las comprobaciones, pero cumple con el objetivo de mantener siempre un coeficiente de seguridad igual o superior a 3.

Deformación:

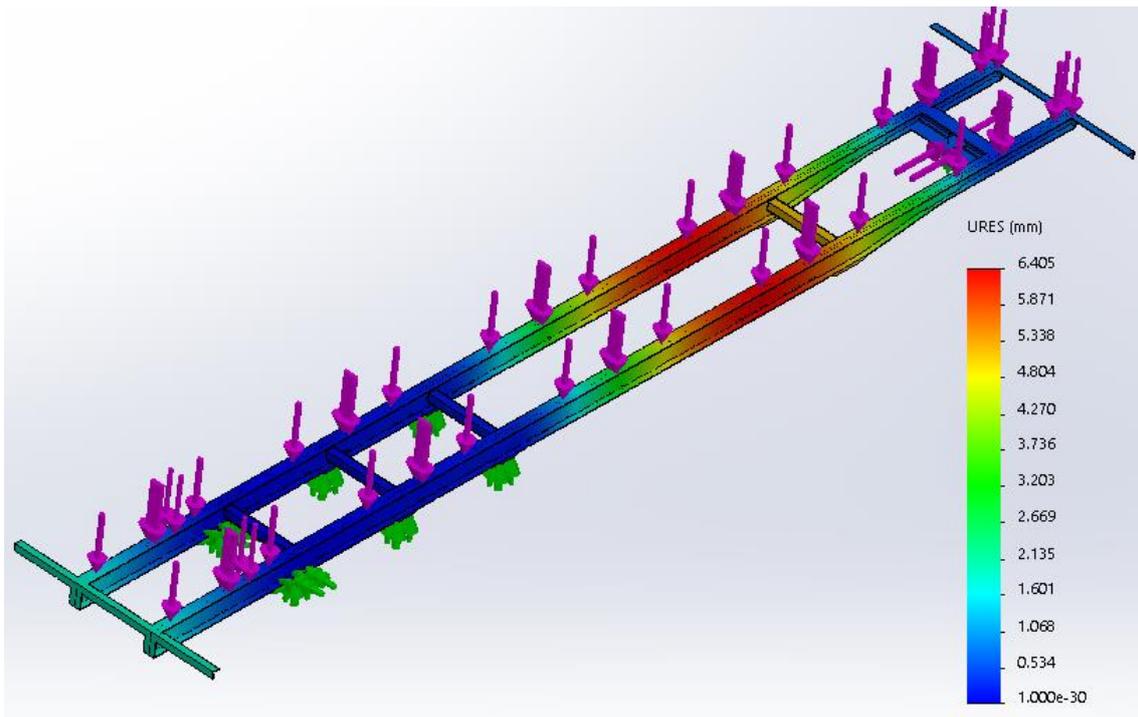


Imagen 30 Deformación en el Caso 2, Estática

La deformación máxima se da en el centro de la luz y ligeramente en el voladizo trasero, estos valores son racionales y admisible, ya que es mucho menor que en el Caso 1 de estar estático, en este caso una deformación grande sería bastante perjudicial ya que actúan otras fuerzas como el tiro o incluso el movimiento de la carga por no tener un buen apoyo.

Tiene una deformación máxima de 6,4mm en una luz de 6500mm, con esto obtenemos la deformación lineal.

$$\delta_1 = \frac{6,4}{6,5} = 0,984 \frac{mm}{m}$$

Con el detalle de la deformacion unitaria confirmamos que la deformacion unitaria es mas grande en los puntos donde se dan las tensiones maximas, en esta caso estan bastante repartidas, en el centro de la luz y en los dos apoyos.

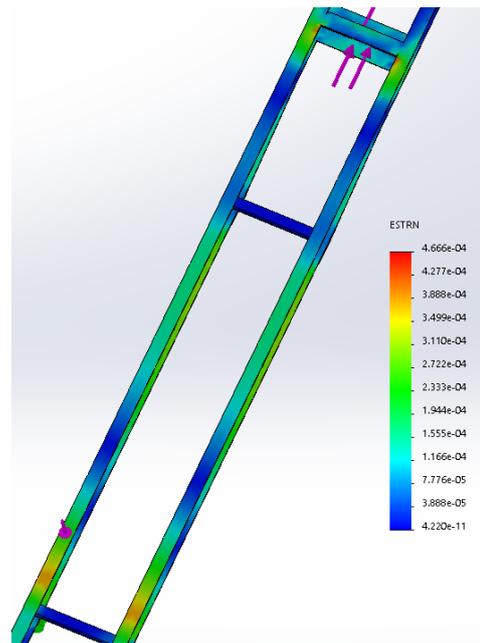


Imagen 31 Deformación unitaria en el Caso 2, Estática

Coefficiente de seguridad:

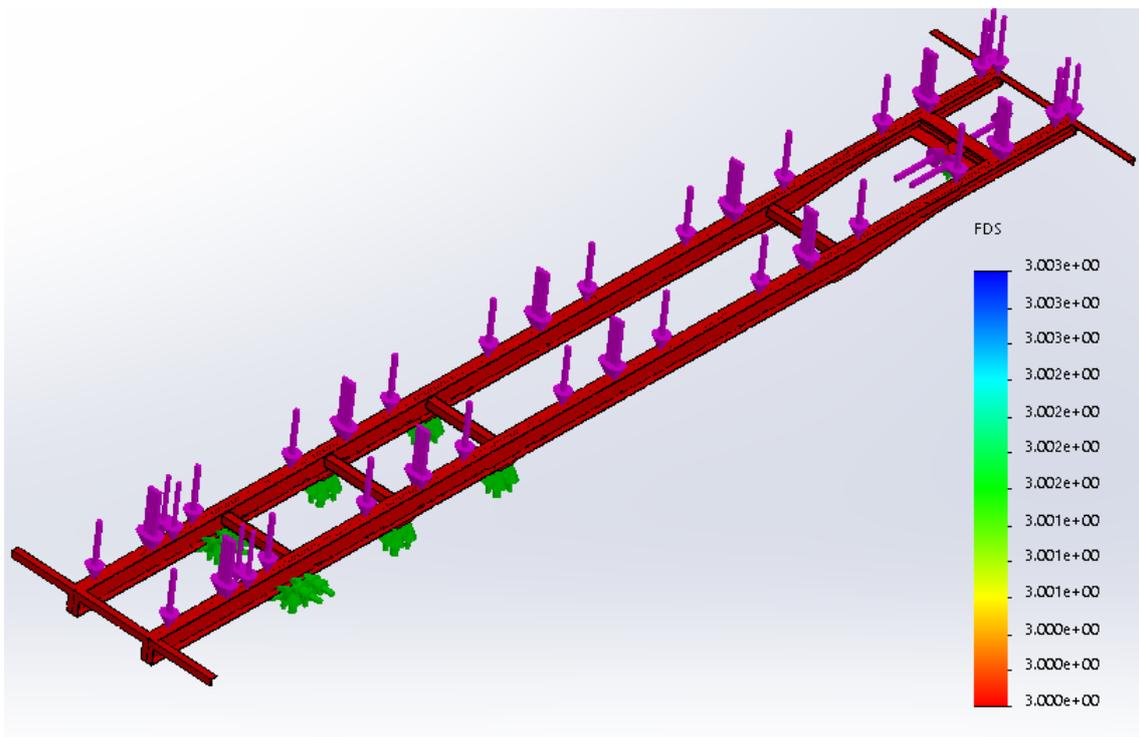


Imagen 32 Coeficiente de seguridad en el Caso 2, Estática

Como se ha comprobado en el primer estudio de estatica del segundo caso se cumple en todo el modelo que se sobrepase el coeficiente de seguridad de 3.

2.8 Calculo de resistencia del bastidor por elementos finitos, fatiga

2.8.1 Calculo del bastidor en el Caso 1 Fatiga

Porcentaje de daño sufrido:

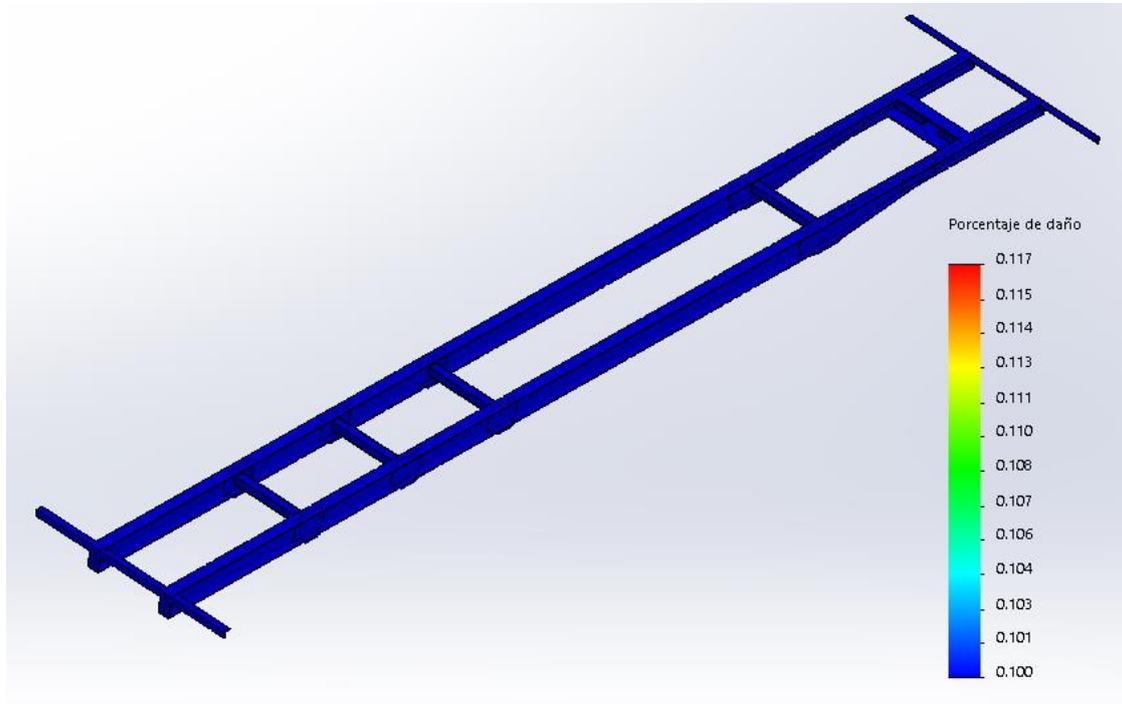


Imagen 33 Porcentaje de daño con 1000 ciclos en el Caso 1, Fatiga

Podemos observar que en este análisis para el caso 1, el modelo tendría un 0,117% de daño en el caso de 1000 ciclos utilizado en este análisis, si lo ejecutamos con un numero de ciclos de 10^6 para hallar vida infinita obtenemos que no se alcanzaría por la zona interior del cuello de cisne como de aprecia en el detalle 1.

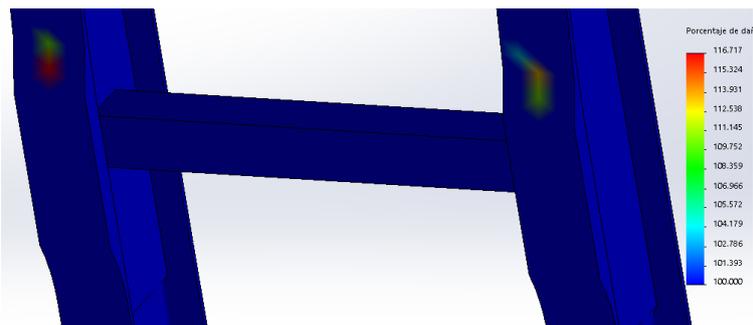


Imagen 34 Zona mas dañada en el Caso 1, Fatiga

Observando los resultados para los proximas revisiones del proyecto se mejorara esta seccion del cuello de cisne para que pueda tener 10^{10} ciclos.

Vida total:

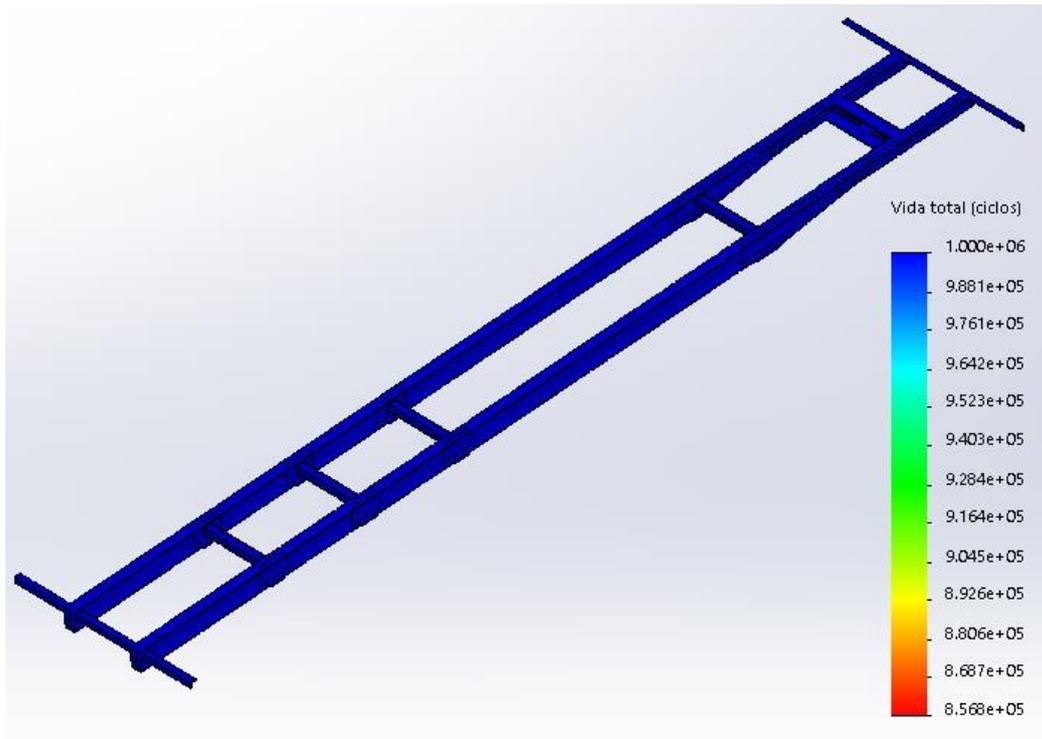


Imagen 35 Vida que se prevé en el Caso 1, Fatiga

Se observa que gran parte de la estructura tendre una vida infinita pero que fallara en la misma zona donde se ha hallado que para 10^{16} ciclos el daño supera el 100% ilustrado en el punto anterior.

Biaxialidad:

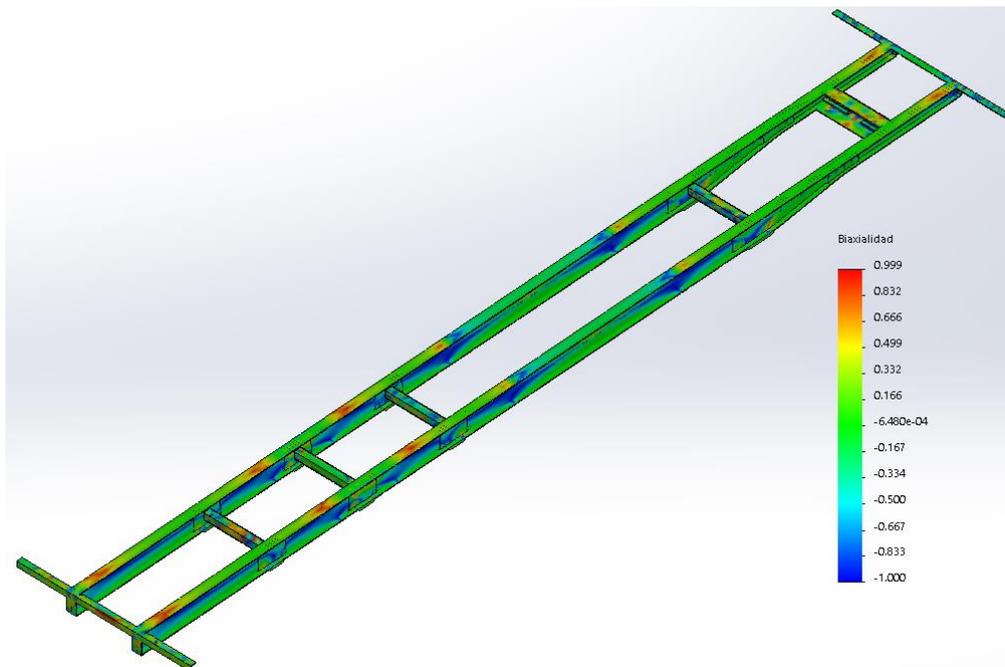


Imagen 36 Biaxialidad obtenida en el Caso 1, Fatiga

Este estudio es para ilustrar la relación de las tensiones principales, máximas y mínimas.

2.8.2 Calculo del bastidor en el Caso 2 Fatiga

Porcentaje de daño:

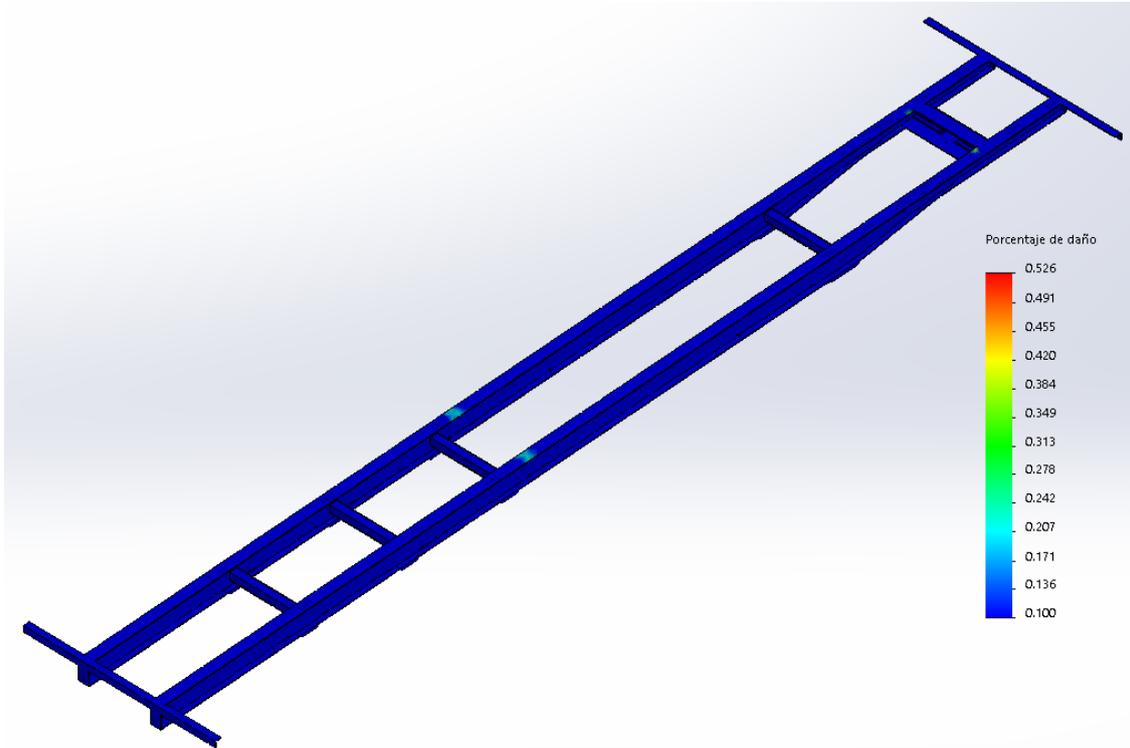


Imagen 37 Porcentaje de daño con 1000 ciclos en el Caso 2, Fatiga

En este estudio del caso 2 al tener unas tensiones mayores se puede observar donde están los mayores daños sin falta hacer detalles, se encuentran en los dos apoyos de la luz máxima.

Vida total:

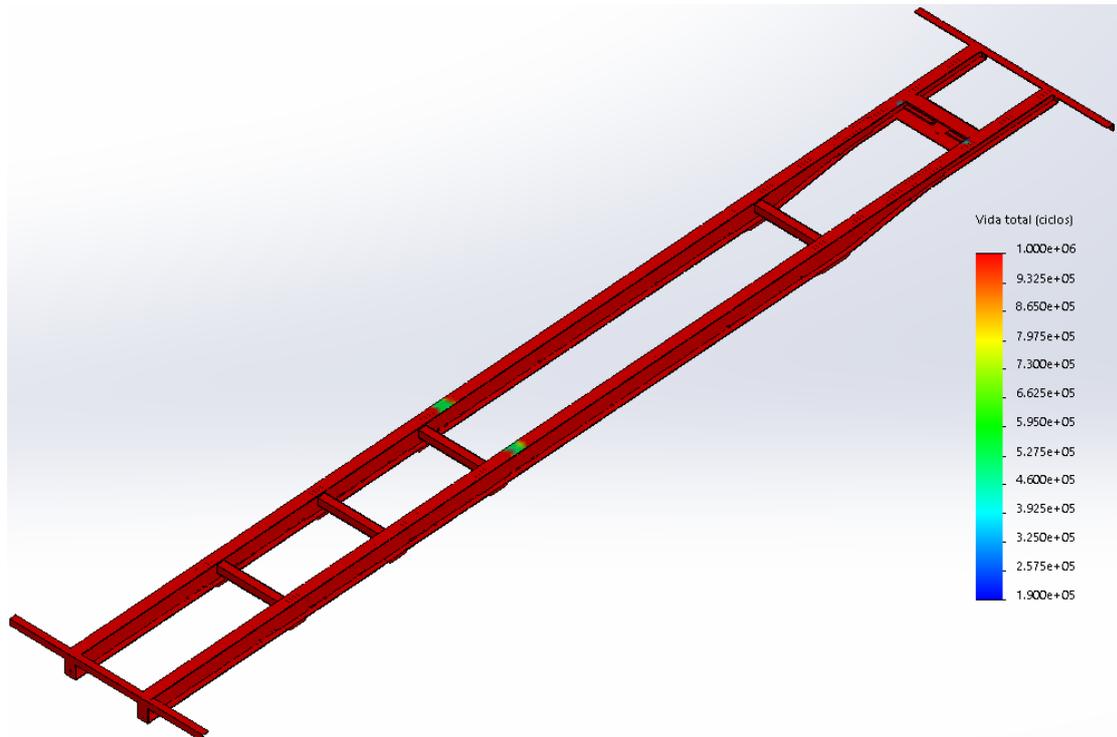


Imagen 38 Vida que se prevé en el Caso 2, Fatiga

En este estudio se confirma donde no tendrá vida infinita y además es más crítico que el mismo que en el caso 1.

En este caso se deberá mejorar las secciones del apoyo del Eje 3 al menos el ala superior y mejorar la sección de unión de la viga armada con los largueros ya que provoca un concentrador de tensiones.

Biaxialidad:

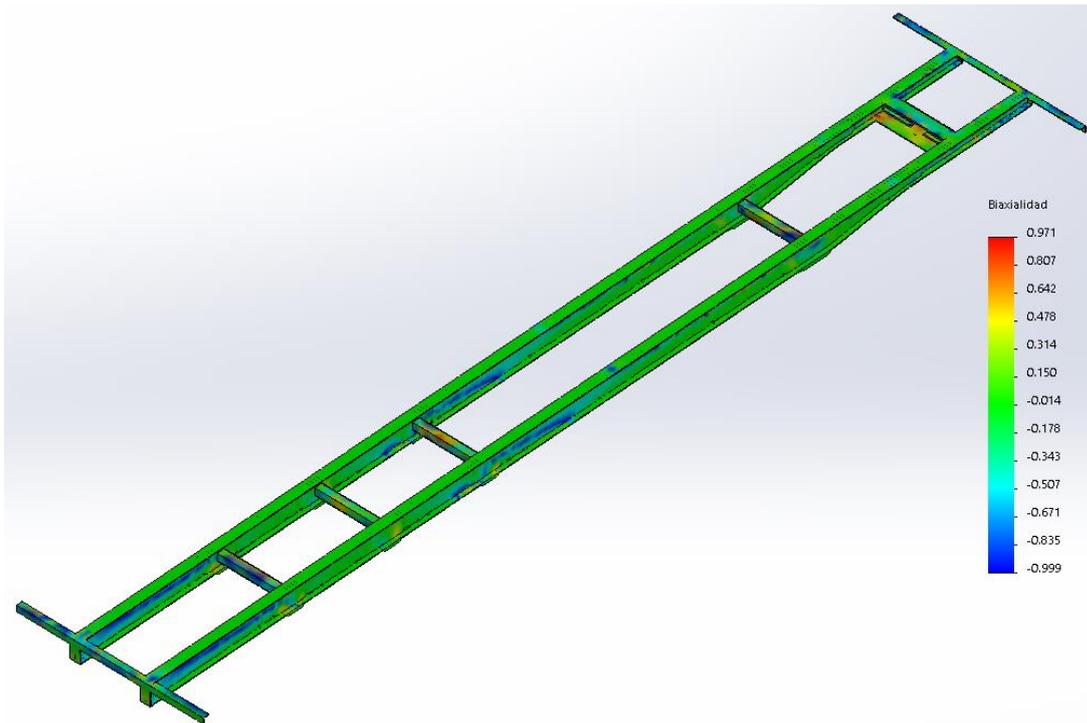


Imagen 39 Biaxialidad obtenida en el Caso 2, Fatiga

Este estudio es para ilustrar la relación de las tensiones principales, máximas y mínimas.

2.9 Comprobación

Al terminar la construcción se someterá al bastidor a una prueba de sobrecarga a 1 de cada 25 bastidores que consistirá en disponer el bastidor sobre los apoyos del Caso 2 cargado con un contenedor similar al tipo ISO-40 relleno con 60.960 litros de agua y se dejara reposar durante 24 horas, al retirar la carga se comprobará la deformación obtenida por sobrecargar el bastidor x2, si estos resultados son aceptables se buscaran mejoras para la próxima revisión del proyecto, en el caso de tener grandes deformaciones o incluso la rotura se parara la producción y se modificara hasta obtener un diseño valido.

3. Planos

3.1 Índice

1- 3D Bastidor con protecciones

1.1- Distribución de elementos

2- Bastidor (Indicador)

2.1- Despiece

2.2- Larguero y distribución

2.3- Travesaños

2.4- Pletinas 1

2.5- Pletinas 2

3- Anti-empotramiento lateral

4- Anti-empotramiento trasero

Los planos se encuentran en el final del documento en el Anexo 4.

4. Pliego de condiciones

4.1 Objeto

4.1.1 Objeto del pliego de condiciones

En el pliego de condiciones se definen las condiciones técnico-facultativas que se deben cumplir durante la ejecución de este proyecto, así como las obligaciones de las partes que intervienen en el proceso de ejecución. También se definen los procesos de ejecución para la construcción del bastidor y la relación entre los agentes que intervienen.

El objetivo de este pliego de condiciones es determinar las condiciones mínimas que deberán adoptar en la fabricación del proyecto.

4.1.2 Documentación del contrato

Este es el orden de prioridad de los documentos contractuales ya que todos están relacionados entre ellos.

1. Condiciones fijadas en el documento de contrato.
2. Planos
3. Pliego de condiciones particulares
4. Pliego general de condiciones
5. Precio de las unidades de obra
6. Memoria, en lo que se refiere a la definición de materiales y calidades.

Las instrucciones y ordenes que interprete la dirección facultativa para la construcción del bastidor se añadirán al proyecto como complementos de sus determinaciones. Las específicas prevalecerán en los planos, respaldados por los cálculos de la memoria.

4.1.3 Compatibilidad y prelación

Si hay contradicciones e incompatibilidades entre los apartados del proyecto se seguirán las siguientes relaciones:

- Los planos tendrán más importancia que los demás documentos de este proyecto, dimensionado y distribución.
- El pliego de condiciones técnicas tiene prelación sobre mediciones materiales ejecución y valoración en el esquema de ensamble.
- El presupuesto general tendrá prelación sobre las partidas y el presupuesto parcial.
- En el caso de que el cliente necesite un cambio de última hora solo se podrán modificar los presupuestos, planos y cálculos.

4.1.4 Contradicciones y omisiones del proyecto

En el caso de omisión o fallo en la redacción del presente pliego de condiciones que interfieran parcial o completamente en el desarrollo de la ejecución en el taller será responsabilidad del

ingeniero y/o director de la construcción del bastidor y deberá enmendar estos errores inmediatamente.

En el caso de error o dejadez por parte del contratista o subcontratista responsable del montaje deberá enmendar el error inmediatamente y se deberá hacer un informe de lo ocurrido que se entregará al director de la construcción.

4.2 Pliego de condiciones generales

4.2.1 Disposiciones generales

- La construcción de el bastidor será construida de modo y tiempos como se describen en la memoria y deberá quedar en el momento de su finalización como marcan los planos.
- La construcción se realizará en un taller autorizado, este deberá certificar toda la documentación que acredite su correcta situación, en el caso de que no cumpla con los requisitos se podrán tomar acciones legales.
- En el caso de necesitar una modificación sobre la realización de la construcción será comunicada con antelación al director de obra y será realizada en presencia de este. Pudiendo exigir el contratista el levantamiento del acta correspondiente, siendo el mismo, responsable de las circunstancias que se deriven por el incumplimiento de esta.
- El responsable de cumplir las normas sobre los instrumentos de control será el contratista, y estas comprobaciones se realizarán con el respaldo de la autoridad competente en cada caso.
- En caso de error o fallo en la ejecución del proyecto por parte del contratista, este no tendrá derecho a ninguna indemnización o compensación por el desajuste en el presupuesto.
- El responsable del cumplimiento de las normas de seguridad y salud, descritas en el Documento Básico de Seguridad y Salud será el contratista, además la dirección técnica podrá proponer normas complementarias a las ya existentes. El responsable de los accidentes durante la ejecución del proyecto será el contratista que en todo caso deberá velar por la seguridad de todo el personal.
- El contratista está obligado a proporcionar los elementos necesarios para la ejecución de las pruebas y ensayos oficiales. Por ello no podrá pedir una indemnización económica ya que es su deber.
- El director de obra podrá hacer modificaciones en cualquier momento de la ejecución del proyecto siempre que este justificado, en el caso de ser inferior al 10% no se necesitara autorización, en el caso de ser superior a 10% y menor que 25% se necesitará una autorización del equipo de diseño de proyectos, más de un 25% no se contempla, en este caso se debería revisar completamente el proyecto.
- Las dudas serán resultas por la dirección técnica apoyando sus argumentos en los planos y solo en el caso de tener dudas se recurrirá a los cálculos.
- En todo caso la dirección técnica podrá desechar y/o invalidar una operación que no tenga los estándares de calidad que se requiere para dicha operación.

En el caso de que el contratista abandone las directrices descritas en el proyecto y las de la dirección técnica o realice las tareas a una velocidad no adecuado podrá ser amonestado, en el caso de reincidir en un periodo de 2 días se procederá a hacerle una amonestación escrita, en el caso de superar los 5 días con la continua negligencia se procederá a rescindir el contrato sin indemnizar al contratista, ya que se entenderá que ha incumplido el contrato.

El contratista debería recibir la parte correspondiente a las piezas que estén listas para ser recogidas o las que ya estén recogidas.

4.2.2 Contratos

El contrato se firma entre el propietario y el contratista, en él se especifican los plazos que se debe cumplir la ejecución, las formas de cobro y las indemnizaciones en el caso de ser necesarias. En el caso de existir contradicciones entre el contrato y el pliego de condiciones siempre prevalecerá el pliego de condiciones.

El pliego de condiciones es un documento de obligado cumplimiento para realización del proyecto, tanto para la parte de dirección técnica como para la propiedad, ambas no podrán alegar desconocimiento de ningún punto del mismo documento.

4.2.3 Seguros

El contratista estará obligado a contratar una póliza a todo riesgo para cubrir la garantía de responsabilidad civil valorada en 100.000€. **-CIEN MIL EUROS-**.

Se deberá encargar los estudios y análisis sobre los elementos que indica la dirección técnica en cada caso, el coste de estos ensayos de laboratorio no deberá superar un 2% del coste total del proyecto y será abonado por el contratista.

Los instrumentos de protección y control, mecanismos y conducciones de la instalación deberán estar respaldadas con un seguro por el caso de fallar, poder abonar las correspondientes sanciones por el incumplimiento de los plazos de ejecución.

4.2.4 Garantías

El contratista deberá asegurar la producción durante al menos 1 año pudiendo durar más el contrato firmado, pero en el caso de parar la producción en menos de un año será un incumplimiento grave del contrato.

4.2.5 Recepción de la construcción

Se podrá considerar la recepción del producto terminado cuando sea revisado por la dirección técnica y esta de visto bueno, comprobando que se ha cumplido lo requerido en los planos y el pliego de condiciones.

La dirección técnica cuando certifique que está terminado deberá extender un certificado que deberá ser visado por el Colegio de Ingenieros Técnicos.

Desde el momento de la entrega del producto terminado el contratista deberá percibir el resto hasta el 90% del total, el último 10% se recibirá cuando termine el periodo de garantía que comienza desde el día que el Colegio visa el producto.

4.2.6 Final

Todo lo que se ha hecho constar en este documento es de obligado cumplimiento si es aceptado mediante la firma de este, el contratista deberá aceptar la responsabilidad que desprenda el incumplimiento de uno o más puntos del pliego de condiciones.

4.3 Pliego de condiciones facultativas

4.3.1 Obligaciones del contratista

4.3.2 Obligaciones de los operarios

El contratista deberá disponer de operarios cualificados y con la experiencia necesaria para el trabajo que se les va a encargar durante todo el proceso de construcción, en el caso de disponer de personal en prácticas deberán estar acompañados por su responsable que deberá revisar su trabajo. El encargado de taller o similar deberá hacer cumplir la normativa y legislación nombrada y la no nombrada que se vea afectada.

Los gastos que vengán derivados de sueldos, seguros de personal, dietas o similares deberán ser abonados por el contratista.

4.3.3 Medios auxiliares e impuestos

Todos los gastos de salarios e impuestos para Hacienda y derivados deberán ser abonados por el contratista, ya sean de los empleados regulares como del personal auxiliar sea cuando sea requerido.

4.3.4 Materiales

Todos los materiales que se utilicen en la producción deberán cumplir los requisitos de calidad y cumplir con las normativas que requieran cada tipo de material, deberán ser de la calidad o grado requerido o superior, pero el sobre coste deberá ser soportado por el contratista. La vigilancia del material, así como la recepción en taller de los materiales serán tareas con responsabilidad del contratista. En caso de duda se consultará al director técnico.

4.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato

El cliente del bastidor se reserva el derecho a disminuir o aumentar el volumen del contrato siempre que no supere un 25% del contrato en ambos casos.

En el caso de una modificación del volumen se podrán llegar acuerdos del tipo cambio de precio unitario y el plazo de entrega de este, las nuevas condiciones se deberán negociar entre el contratista y el director técnico, en el caso de no llegar a un acuerdo se deberá crear un nuevo contrato.

4.3.6 Subcontratación de actividades

No se podrá subcontratar ningún trabajo sin el aviso y consentimiento del director técnico.

Las solicitudes para ceder cualquier trabajo o revisión de la ejecución del proyecto se deberán formular por escrito y acompañado por las acreditaciones que justifiquen un motivo de peso y

también la documentación que asegure al director técnico que la nueva empresa también goza de los mismos estándares de calidad que la empresa original.

Si finalmente se acepta subcontratar una tercera empresa esta no eximirá a la contratista original de tener el deber de ofrecer un producto de las mismas calidades.

4.3.7 Seguro de incendios

El contratista deberá asegurar que sus instalaciones son seguras contra incendios totales o parciales, además de disponer un seguro que cubra incendios en la planta.

4.3.8 Plazo de ejecución

El contratista deberá comenzar los trabajos un máximo de 14 días hábiles después de que se le adjudique el contrato, este deberá de comunicar a la dirección técnica el comienzo de los trabajos.

Los bastidores serán entregados dentro de los plazos marcados en el contrato. No se considerarán los siguientes motivos como causa justificada de demora, falta de mano de obra, problemas con otras subcontrata, falla en la recepción de materiales ni cambios en el proyecto por el director técnico. El único motivo válido para la demora se podrá valorar en el caso de que exista un aumento o disminución del volumen del contrato, en este caso el plazo de ejecución se verá sujeta a los cambios que se decidan durante la negociación.

4.3.9 Sanciones por retraso en la entrega

Si el contratista no tuviese perfectamente concluidas la construcción y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente del contrato, la dirección técnica podrá reducir de las liquidaciones o finanzas de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre propiedad y contrata.

4.3.10 Cesión de traspaso

El contratista no podrá traspasar sus derechos a otra persona sin el consentimiento del propietario y de acuerdo con la dirección de obra, bastando la retirada del vehículo para la rescisión del contrato.

4.3.11 Atribuciones de la dirección de obra

El contratista deberá someterse a sus decisiones, ejecutando sin demora las ordenes que reciba. Podrá reconocer la construcción del vehículo siempre que lo estime oportuno, por lo que se les facilitará libre acceso a todos los puntos de la misma.

4.3.12 Documentación complementaria

El presente pliego estará complementado por las condiciones económicas que se fijen en las condiciones del concurso, bases de la ejecución de las obras o en el contrato. Las condiciones

del pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas de forma expresa por los anuncios, bases, contrato o escritura antes citada.

4.3.13 Liquidaciones parciales

Los pagos de la construcción del vehículo se ejecutarán según las especificaciones exigidas por la dirección técnica, las cuales se presentan por triplicado, el pago de las cuentas derivadas de las liquidaciones parciales tendrá carácter provisional y a buena cuenta, quedando sujeta a las certificaciones y variaciones que produjeran la liquidación y consiguiente cuenta final.

4.3.14 Recepción provisional

Una vez terminado el bastidor y en un plazo de 15 días, se reconocerán por la dirección técnica y, de hallarse ejecutadas de acuerdo por el contrato se procederá a recibirlas provisionalmente.

Se extenderá el acta correspondiente y será firmada por la dirección técnica y el representante del contratista, dándose el vehículo por recibido si se ha ejecutado correctamente y de acuerdo con las especificaciones del pliego de condiciones, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

De no haberse realizado la construcción según el contrato, se hará constar así en el acta y se dará al contratista las precisas y detalladas órdenes para remediar los defectos observados y fijándose un plazo de ejecución. Las tareas de reparación son por cuenta del contratista. Expirado dicho plazo, se procede de nuevo al reconocimiento de la reparación y una vez subsanados los defectos, se procede a la recepción provisional. Si el contratista no cumple estas prescripciones puede declararse rescindido el contrato, perdiendo la fianza.

4.3.15 Plazo de garantía del vehículo

A partir de que el vehículo se reciba provisionalmente, se contará el plazo de garantía que será de diez años.

Durante este periodo el contratista queda obligado a reparar por su cuenta todos los desperfectos o defectos que se encontraran y fueran debidos a la construcción defectuosa o a la mala calidad de los materiales usados.

Para responder de esta obligación quedara retenido por el propietario el 10% de la contrata citada en el artículo anterior. La responsabilidad que se exige al contratista mediante este artículo no exime de las que se establecen en las leyes generales.

4.3.16 Recepción definitiva

Una vez concluido el plazo de garantía, se reconocerá de nuevo el vehículo y de hallarse en buen estado, se recibirán definitivamente las formalidades de la recepción provisional. Si durante el reconocimiento se observan defectos en la construcción, el contratista ejecutará las medidas que la dirección técnica considere necesarias, a fin de dejarlas de acuerdo con el contrato, verificándose éstas con cargo a las fianzas, en caso de no aceptarlas el contratista a subsanar los defectos que se le hubieran ordenado o en caso de retrasarse en la ejecución.

Concluidas las obras ordenadas por la dirección técnica, se procederá a la recepción definitiva de la misma, alzando la responsabilidad al contratista y entregándole la cantidad que ha servido de garantía, o de lo que reste de ella, si hubo necesidad de realizar obras con cargo a la misma.

4.3.17 Libro de ordenes

El director técnico llevará un libro de órdenes en el que se anotarán las órdenes que dicte al contratista. Dichas órdenes están firmadas por ambas partes, quedando la matriz en el libro y entregando una copia al contratista. El director de obra podrá dar órdenes verbales, que serán igualmente de obligado cumplimiento si el contratista no exige que le sean dictadas por escrito.

A tales efectos existirá en las oficinas, un libro de órdenes en el que quedaran declaradas por escrito, por parte de la dirección facultativa, todas las órdenes que se precisen para una buena ejecución de los trabajos. El cumplimiento de estas órdenes expresadas en el libro es tan obligatorio para el taller como las que figuran en el contrato.

4.3.18 Datos del vehículo

Se entregará al contratista una copia de los planos y del pliego de condiciones del proyecto, así como de cuantos datos técnicos necesite para la ejecución de la construcción del vehículo

El contratista podrá tomar una copia o sacar nota, a su costa de todos los documentos del proyecto, haciéndose responsable de la conservación de los documentos originales, se serán devueltos al director técnico después de su utilización.

Tras finalizar los trabajos y en un plazo máximo de dos meses, el contratista debe actualizar los planos y documentos originales de acuerdo con las características del vehículo terminado, entregando al director técnico dos expedientes completos relativos a los trabajos ejecutados.

No se harán por parte del contratista las modificaciones, correcciones, comisiones, adiciones o variaciones en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación del director técnico por escrito.

4.3.19 Trabajos no previstos

Cuando el director de obra vea que es necesario ejecutar obras no previstas o modificar el origen de los materiales indicados en el contrato, se fijaran los precios contradictorios correspondientes, teniendo en cuenta los del contrato o por asimilación, los de las obras semejantes, pero siempre basándolos en las mismas condiciones económicas que las del contrato.

A falta de mutuo acuerdo, y en espera de la solución de las discrepancias se liquidará provisionalmente al adjudicatario sobre la base de los precios fijados por el director de obra.

En caso de que las obras no previstas sean por un valor superior al 10% del presupuesto, la contrata puede rechazar hacer los trabajos no previstos.

4.3.20 Facilidades para la inspección

El contratista proporcionará al Ingeniero Técnico Director o a subalternos o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y pruebas de materiales, así como para la

inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este pliego.

4.3.21 Facilidades para la inspección

El contratista será responsable, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, comisiones o negligencia del personal a su cargo o de una deficiente organización de obras.

También estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley de Contrato de Trabajo, en las Reglamentaciones de Trabajo y Disposiciones Reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

4.3.22 Seguridad en el trabajo

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el Estudio Básico de Seguridad y Salud y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación. Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad. El personal de la contrata viene obligado a usar los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas a reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si se estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que no son corregibles.

La Dirección Técnica de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social en la forma legalmente reconocida.

4.3.23 Seguridad publica

El contratista mantendrá una póliza de seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos con un mínimo de 100.000€.

4.3.24 Rescisión del contrato

El contratista no podrá rescindir el contrato, sino es por causa debidamente justificada, no pudiendo alegar ignorancia sobre precios, o alzas que se pudieran producir durante el curso de la construcción y en caso de retraso de 2 años desde el comienzo de la ejecución. Puede, en cambio, prever estas alzas y adelantar al propietario las cantidades que de acuerdo con la Dirección de Obra se consideren, para el acopio de materiales que depositará el contratista para uso exclusivo de la construcción del vehículo.

El propietario podrá, por su parte, exigir la rescisión del contrato cuando considere y compruebe que el contratista del proyecto ejecutado y del material existente en la construcción del vehículo no cumple debidamente lo estipulado, por incumplimiento de los plazos acordados o por cualquier otra causa imputable al contratista. En este caso se procederá a la tasación y abono al contratista del vehículo ejecutado y del material existente en la construcción del vehículo, deduciendo de su valor el 20% en concepto de indemnización para resarcir de daños y perjuicios

al propietario. La tasación la verificará el Ingenio Técnico Industrial Director, y será inapelable. También puede el Ingeniero Técnico Director de la construcción del vehículo optar porque se incluyan los materiales acopiados que le resulten convenientes. Si el saldo de la liquidación efectuada resultase así negativo, responderán el primer término la fianza y después la maquinaria y medios auxiliares propiedad del contratista, quien en todo caso se compromete a saldar diferencias, si estas existiesen.

4.4 Pliego de condiciones técnicas

4.4.1 Objeto

Este pliego de condiciones se aplica en el proyecto, y constituye un conjunto de instrucciones, normas, y especificaciones que deben respetar en la ejecución de la construcción por ambas partes implicadas, el proyectista y el taller.

4.4.2 Condiciones generales

4.4.2.1 Calidad de los materiales

Todos los materiales y equipos serán nuevos y vendrán provistos del correspondiente certificado de calidad, para las características y condiciones de utilización, sin este certificado deben ser rechazados en la recepción.

El nivel de calidad de los materiales a utilizar durante la construcción serán los especificados en los cálculos del proyecto o superiores.

4.4.2.2 Pruebas de los materiales y ensayos

Todos los materiales podrán ser sometidos a análisis por cuenta de la contrata. Cualquier otro material que haya sido adoptado deberá ser aprobado por la dirección técnica y será rechazado si no cumple las condiciones técnicas exigidas para la construcción del vehículo.

4.4.2.3 Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de la construcción proyectada en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender Proyectos adicionales.

4.5 Disposición final

Si como consecuencia de rescisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios establecidos en el presupuesto, según desglose, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho presupuesto.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación alguna, basada en la insuficiencia del presupuesto u omisión del coste de los elementos que constituyen los referidos precios.

La firma del contrato para la ejecución de las instalaciones cuyo proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas de que consta tanto el Pliego de Condiciones Generales como los Pliegos de Condiciones Facultativas y Técnicas.

5.Estado de las mediciones

5.1 Ingeniería

5.1.1 Medición de licencias de programas empleados

Tabla 5 Medición de licencias de programas empleados

	Programa	Uso meses
Licencias	SAP 2000	3
	SolidWorks	3
	Paquete Office	3
	Microsoft Visio	1

5.1.2 Medición de las fases de calculo

Tabla 6 Medición de las fases de calculo

Tarea	Personal	h
Realizar cálculos	Ingeniero junior	200
Realizar documentos		100

5.1.3 Medición del diseño mecánico

Tabla 7 Medición del diseño mecánico

Tarea	Personal	h
Estudio de diseño	Ingeniero junior	80
Diseño 3D		120

5.2 Materiales

5.2.1 Componentes diseñados

Tabla 8 Medición componentes diseñados

Componente	Material	Cantidad
Pletina 1 135x135x10	S 355 J0	2
Pletina 2 190x135x10	S 355 J0	2
Pletina 3 62,5x135x10	S 355 J0	2
Pletina 4 467x249,6x10	S 355 J0	12
Pletina 5 1650x249x10	S 355 J0	4
Pletina 6 1725x124,8x10	S 355 J0	4
Pletina 7 450x152x10	S 355 J0	4
Pletina 8 800x400x10,2	S 355 J0	1

Pletina 9 520x100x20	S 355 J0	4
Pletina 10 520x95x8	S 355 J0	2
Pletina 11 354,2x100x20	S 355 J0	2
Pletina 12 908,4x95x20	S 355 J0	1
Pletina 13 908,4x150x20	S 355 J0	1
Pletina 14 515x135x30	S 355 J0	2
Pletina 15 215x49,2x14	S 355 J0	4
Cuadrado hueco 100x100x5	S 355 J0	2725,2mm
Rectángulo hueco 40x40x4	S 355 J0	4820mm
Perfil en M	S 355 J0	14.400mm

5.2.2 Componentes comerciales

Tabla 9 Medición componentes comerciales

Componente	Material	Cantidad
King Pin 50"	JOST-KZ 1008	1
IPE-270	S 355 J0	24360mm
Barra 120x60x2500	S 355 J0	1

5.3 Producción y montaje

5.3.1 Medición de fabricación

Tabla 10 Medición costes de fabricación

Operación	Nº Repeticiones	Tiempo por repetición
Recortar pletinas	188	8 min
Amolar cantos	188	10min
Soldadura anti-empotramiento trasero	6,62m	13,24h
Soldadura anti-empotramiento lateral	2,52m	5,04h
Soldadura pletinas	60,75m	121,5h
Soldadura travesaños	10,39m	20,78h

Movimientos de material y fijación	15	10m
Pérdida de tiempo entre operaciones	30	5m
Corte de plasma	2	3m
Pintar	1	8h

5.3.2 Medición de control de calidad

Tabla 11 Medición costes de calidad

Control	Cantidad	Tiempo
Soldaduras	Todas	4
Cortes	2	30m
Banco de pruebas	1	24

6.Presupuesto

6.1 Ingeniería

6.1.1 Costes de licencias de programas empleados

Tabla 12 Costes de las licencias

	Programa	Coste anual €	Uso meses	Coste €
Licencias	SAP 2000	6.200	3	1550
	SolidWorks	8.250	3	2062.5
	Paquete Office	126	3	31.5
	Microsoft Visio	849	1	70.75
-	-	-	Total	3714,75

6.1.2 Costes de las fases de calculo

Tabla 13 Costes de las fases de calculo

Tarea	Personal	Salario/h	h	Coste €
Realizar cálculos	Ingeniero junior	15	200	3000
Realizar documentos			100	1500
		Total	300	4500

6.1.3 Costes del diseño mecánico

Tabla 14 Costes del diseño mecanico

Tarea	Personal	€/h	h	Coste €
Estudio de diseño	Ingeniero junior	15	80	1200
Diseño 3D			120	1800
		Total	200	3000

6.2 Materiales

6.2.1 Componentes diseñados

Tabla 15 Costes componentes diseñados

Componente	Material	Cantidad	Nº Plano	Peso kg	Precio por kg	Precio
Pletina 1 135x135x10	S 355 J0	2	4	2.84	1,19	3,38
Pletina 2 190x135x10	S 355 J0	2	2.4	4.00	1,19	4,76
Pletina 3 62,5x135x10	S 355 J0	2	2.4	1.32	1,19	1,57
Pletina 4 467x249,6x10	S 355 J0	12	2.5	109.12	1,19	129,85
Pletina 5 1650x249x10	S 355 J0	4	2.4	128.49	1,19	152,90
Pletina 6 1725x124,8x10	S 355 J0	4	2.4	67.17	1,19	79,93
Pletina 7 450x152x10	S 355 J0	4	2.5	21.34	1,19	25,39

Pletina 8 800x400x10,2	S 355 J0	1	2.4	25.46	1,19	30,29
Pletina 9 250x135x25	S 355 J0	6	2.5	32.45	1,19	38,62
Pletina 10 520x95x10	S 355 J0	2	2.5	6.17	1,19	7,34
Pletina 11 354,2x100x20	S 355 J0	2	2.3	11.05	1,19	13,15
Pletina 12 908,4x95x20	S 355 J0	1	2.3	13.46	1,19	16,02
Pletina 13 908,4x150x20	S 355 J0	1	2.3	21.26	1,19	25,29
Pletina 14 515x135x30	S 355 J0	2	2.5	32.54	1,19	38,73
Pletina 15 215x49,2x14	S 355 J0	4	2.4	4.62	1,19	5,49
Cuadrado hueco 100x100x5	S 355 J0	2725,2mm	2.3	76.52	1,19	91,06
Cuadrado hueco 40x40x4	S 355 J0	4820mm	3	21.66	1,19	25,78
Perfil en M	S 355 J0	14.400mm	3	95.47	1,19	113,61
					Total	803,16

6.2.2 Componentes comerciales

Tabla 16 Costes componentes comerciales

Componente	Material	Cantidad	Nº Plano	Pes kg	Precio por kg	Precio
King Pin 50"			JOST-KZ 1008			78,40
IPE-270	S 355 J0	24360mm	2.2	879.39	1,19	1046,47
Barra 120x60x2500	S 355 J0	1	4	140.40	1,19	167,08
					Total	1291,95

6.3 Producción y montaje

6.3.1 Costes de fabricación

Tabla 17 Costes de fabricación

Operación	Nº Repeticiones	Tiempo por repetición	Precio por hora	Precio €
Recortar pletinas	188	8 min	25	627.67
Amolar cantos	188	10min	25	783.33
Soldadura anti-empotramiento trasero	6,62m	2h/m	18€/h	238,32
Soldadura anti-empotramiento lateral	2,52m	2h/m	18€/h	90,72
Soldadura pletinas	60,75m	2h/m	18€/h	2187

Soldadura travesaños	10,39m	2h/m	18€/h	374,04
Movimientos de material y fijación	15	10m	20	50
Pérdida de tiempo entre operaciones	30	5m	20	50
Corte de plasma	2	3m	20€/m	120
Pintar	1	8h	15€/h	120
			Total	4.614,08€

6.3.2 Costes de control de calidad

Tabla 18 Costes de control de calidad

Control	Cantidad	Tiempo	Coste por tiempo	Coste
Soldaduras	Todas	4	15	60
Cortes	2	30m	15	15
Banco de pruebas	1	24	10	240
			Total	315

6.4 Resumen

6.4.1 Costes de ingeniería

Costes de las licencias de los programas empleados	3.714,75€
Costes de la fase de cálculo	4.500€
Costes de la fase de diseño	3.000€
Total	11.214,80€

6.4.2 Costes de componentes y materiales

Coste componentes diseñados	803,16€
Coste componentes comerciales	1.291,95€
Total	2.095,11€

6.4.3 Coste fabricación y control de calidad

Costes fabricación y pintura	4.614,08€
Costes de control de calidad y prueba de resistencia	315€
Total	4.956,08€

6.4.4 Total para una unidad

Coste total	18.265,99€
Gastos generales 13%	2.374,58€

Beneficio industrial 6%	1.095,96€
SUBTOTAL	21.736,53€
IVA 21%	4.564,67€
TOTAL	26.301,20€

**-VEINTISÉIS MIL TRESCIENTOS UN EUROS CON VEINTE
CENTIMOS-**

6.4.5 Total cien unidades

Costes de ingeniería del lote:

$$C_{ING} = 11.214,80€$$

Costes componentes y materiales:

$$C_{COM-MAT} = Coste \times Unidades = 2.095,11 \times 100 = 209.511€$$

Coste de fabricación y calidad:

$$C_{FAB-CAL} = Coste \times Unidades = 4.956,08 \times 100 = 495.608€$$

Coste total	706.240,48€
Gastos generales 13%	91.811,26€
Beneficio industrial 6%	42.374,43€
SUBTOTAL	840.426,17€
IVA 21%	176.489,49€
TOTAL	1.016.915,66€
CADA UNIDAD	10.169,16€

**-DIEZ MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISÉIS
CENTIMOS-**

7. Estudio básico de seguridad y salud

7.1 Justificación de estudio de seguridad y salud

El Real Decreto 1627/1997, es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz.

Como consecuencia de este Real Decreto, este proyecto requiere de la redacción de un Estudio de Seguridad y salud, dada su dimensión y ejecución, no se incluye en alguno de los supuestos contemplados en el artículo 4 del R.D. 1627/1997.

De acuerdo con el artículo 6 del R.D 1627/1997, el estudio de seguridad y salud, debe precisar las normas de seguridad y salud aplicadas a la construcción del vehículo, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para evitarlas, la relación de riesgos laborales que no pueden ser eliminadas especificando las medidas preventivas y protecciones tendentes a controlar y la reducción de dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en la construcción del vehículo.

7.2 Objeto del estudio de seguridad y salud

En este estudio de seguridad y salud se establecerán los riesgos que se pueden originar durante la construcción del vehículo. También se analizarán las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes laborales y de enfermedades profesionales.

Este estudio ofrecerá unas directrices básicas a la empresa para llevar a cabo sus obligaciones en lo que respecta a la prevención de riesgos profesionales, facilitando el desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo con el real decreto 1627/1997, por el cual se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un estudio básico de seguridad y salud en el trabajo.

Por ello se deben de contemplar los siguientes aspectos:

- Identificación de riesgos laborales que pueden ser evitados, indicando sus medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado previamente, especificándose las medidas preventivas y protecciones técnicas dirigidas a reducir riesgos valorando su eficacia, sobre todo cuando se propongan medidas alternativas
- Informaciones y previsiones útiles para realizar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud.

7.3 Datos de la construcción del vehículo

7.3.1 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos

Se emplearán los medios precisos para la aplicación de soldadura y apriete de los tornillos de alta resistencia, calibrados u ordinarios, en las uniones estructurales.

Los trabajos se realizarán empleando medios técnicos necesarios para que las cargas a elevar manualmente no provoquen lesiones a los trabajadores.

7.3.2 Ejecución de trabajos para la construcción de vehículos

- Manipulación de cargas, perfiles y chapas metálicas con puente grúa o manualmente.
- Trazado, corte y plegado de chapas con medios mecánicos.
- Corte de chapas y perfiles mediante oxicorte y plasma.
- Soldadura semiautomática de chapas metálicas y perfiles.
- Operaciones de montaje y desmontaje de elementos estructurales, carrocería.
- Mecanizado de piezas en general.
- Aplicación de pintura.

7.4 Identificación de riesgos

Durante la ejecución de la construcción del bastidor, pueden darse situaciones de riesgo de accidente tanto para el personal del taller como de los suministradores de materiales o elementos para la misma.

En ciertos casos también pueden aparecer riesgos de accidentes para personas ajenas derivadas de proyecciones desde el interior de las instalaciones.

7.4.1 Riesgos asociados al lugar de trabajo

- Quemaduras químicas y físicas.
- Atmosfera de trabajo pobre en oxígeno debido a gases inertes.
- Atmosferas tóxicas e irritantes.
- Proyección de objetos.
- Aplastamiento.
- Atrapamiento.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Golpes y cortes con objetos o máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos.
- Vuelco de maquinaria.
- Erosiones y contusiones en la manipulación.

7.4.2 Riesgos asociados a los materiales y la maquinaria

Equipo de soldadura, plasma y oxicorte:

- Quemaduras químicas y física.
- Caída de objetos y máquinas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Explosiones.
- Exposición a fuentes luminosas dañinas.

- Incendios
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Golpes y cortes.

Cizalla para chapa y plegadora:

- Atrapamiento.
- Caídas de objetos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobre esfuerzos.

Torno, prensa y taladro de columna:

- Proyecciones de objetos y fragmentos.
- Atrapamientos - Caída de objetos.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y cortes.
- Pisada con objetos cortantes.
- Sobreesfuerzos.

Montajes:

- Caída de objetos y máquinas.
- Golpes y cortes con objetos o máquinas.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

Pinturas:

- Atmosferas tóxicas irritantes.
- Incendios.
- Inhalación de sustancias tóxicas.

7.4.3 Medidas preventivas

- Se cumplirá las medidas relacionadas con el orden y limpieza.
- La iluminación de las instalaciones serán las adecuadas en función de la actividad.
- El operario debe de disponer de un sitio de trabajo seguro, no resbaladizo, sin la existencia de obstáculos, aislado del suelo y convenientemente alejado de la zona de paso.
- El área de trabajo estará convenientemente señalizada y delimitada.
- Todos los residuos generados durante el desempeño de la actividad depositaran en los contenedores correspondientes.
- Control de la correcta posición de las protecciones y útiles en los estantes.
- Los lugares de paso y las zonas de trabajo se mantendrán libres de obstáculos.
- Las herramientas eléctricas deben estar revisadas y mostraran su certificado de revisión.

- La viruta generada se separará con un gancho apropiado, queda totalmente prohibido retirarlo con las manos. Para retirar la viruta es obligatorio el uso de guantes de seguridad tipo montador.
- Las protecciones de las maquinas tienen que cumplir con lo establecido en la normativa.
- Es obligatorio el uso de gafas de seguridad.
- Es obligatorio llevar ropa de trabajo ajustada, siempre que sea posible usar mono, en caso de que no sea posible, la camisa debe ir por dentro del pantalón y las mangas abrochadas para evitar atrapamientos. Queda prohibido el uso de joyas en general, ya que son susceptibles de ser enganchados.
- El mecanizado de acabados manuales con papel de lija se ejecutará con cepillo.
- Cumplir con las normas de prevención sobre las herramientas eléctricas.
- Se comprobará que los cables de alimentación de las herramientas están en buen estado y que sus protecciones de seguridad se encuentran en la posición correcta.
- Es obligatorio el uso de protección auditiva a partir de un nivel superior a 85 dB.

7.4.4 Consideraciones para tener en cuenta

Manipulación manual de cargas:

La incorrecta manipulación manual puede originar lumbalgias, lesiones en las articulaciones, fatigas innecesarias, cortes, etc. Para evitarlo, se han de respetar las siguientes reglas:

- encontrar el equilibrio separando los pies y adelantando uno respecto al otro en el sentido de la marcha.
- Sujetar firmemente la carga con las palmas de las manos
- Mantener la espalda recta y los brazos estirados. Usar la fuerza de las piernas para subir o bajar la carga.
- Evitar no efectuar giros de tronco. Es recomendable mover los pies para colocarse en la posición adecuada.

Manutenciones técnicas:

Es primordial revisar periódicamente el estado de los equipos y cables de seguridad. Cuando se realicen las operaciones de mantenimiento mecánicas se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Las carretillas elevadoras solo pueden ser manejadas por personal autorizado.
- Se usarán siempre los equipos adecuados a las cargas manejadas.
- No se excederá la carga de los equipos.
- Se prohíbe el transporte de personas en las carretillas.

Máquinas e instalaciones:

En el manejo de maquinaria e instalaciones se adoptarán una serie de medidas, que mejorarán la seguridad del operario y conservación de las máquinas e instalaciones, citadas a continuación:

- Antes de comenzar el trabajo, se comprobará que todos los útiles, equipos y máquinas estén en perfecto estado.
- No alterar ni anular los dispositivos de seguridad.
- No usar relojes, anillos o pulseras. Pueden producir enganchamientos y quemaduras de tipo eléctrico. Se evitarán también los cabellos sueltos y la ropa holgada.
- Se avisará al mando correspondiente en caso de anomalía.

Herramientas portátiles y manuales:

- Es imprescindible utilizar las herramientas adecuadas, que garantizan tanto la seguridad como la calidad de trabajo.
- Guardar las herramientas en un lugar adecuado.
- Conservarlas limpias y en buen estado.

Herramientas eléctricas:

- Las herramientas eléctricas serán revisadas previamente e irán acompañadas del certificado de revisión.
- No usar cables gastados, pelados o reparados con cinta aislante.
- Utilizar enchufes adecuados y en buen estado.
- En zonas húmedas, utilizar voltaje de seguridad (24 V o 12 V).
- No poner cables sobre hierros, tuberías o muebles de metal, o cruzando vías de circulación.

Herramientas neumáticas:

- Antes de su utilización, se comprobará el buen estado de manguitos y acoplamientos.
- No se usará el aire comprimido ni para aseo personal, ni para limpieza del puesto de trabajo.

Intervenciones:

Las operaciones inadecuadas en el mantenimiento y reparación de máquinas e instalaciones son las causas más frecuentes de accidentes de trabajo, por lo que se deben extremar las precauciones en las mismas.

Estas intervenciones solo pueden ser realizarlas el personal autorizado, que tomará las siguientes precauciones:

- Dejar la instalación fuera de servicio si es posible y asegurar la imposibilidad del funcionamiento de la instalación durante la intervención.
- Usar los dispositivos de bloqueo.
- No intervenir sobre elementos de máquinas en movimiento.
- Antes de la puesta en marcha, comprobar la ausencia de personal sobre el radio de actuación de la máquina.

- Al terminar, dejar la instalación en perfecto estado.

Productos peligrosos:

- No guardar productos peligrosos en recipientes distintos de los dispuestos para tal fin, adecuados y etiquetados.
- Respetar las instrucciones de etiquetado.
- Cumplir las reglas de almacenamiento y, en el puesto de trabajo, acumular la mínima cantidad posible.
- Evitar derrames y realizar los vertidos en los lugares previstos para ello.
- Mantener los recipientes tapados y eliminar aquellos que estén vacíos.
- No provocar llamas ni chispas cerca de productos inflamables.
- Usar los medios previstos para la evacuación de gases y vapores peligrosos.

7.4.5 Riesgos de daños a terceros

Se considerará la posibilidad de la aparición de riesgos de daños a terceros o personas o bienes ajenos a las instalaciones debidos a la entrada y/o salida de vehículos y maquinaria a las vías públicas o por la presencia de curiosos en la proximidad de las instalaciones.

Se señalarán los accesos naturales a las instalaciones prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma.

7.5 Prevención de riesgos profesionales

Para prevenir los riesgos profesionales citados anteriormente, se necesitará de la utilización de los siguientes elementos de protección.

7.5.1 Protecciones colectivas

Las protecciones colectivas son mucho más eficaces que las protecciones individuales, pero no las sustituyen, las protecciones individuales serán obligatorias tanto como las grupales.

Con los riesgos descritos se utilizarán estas protecciones o similares:

- Señalización de zonas con riesgo de caída de objetos.
- Extintores.
- Mamparas de protección contra fuentes luminosas intensas.
- Delimitación de las áreas de trabajo o de zonas.
- Señales indicadoras de obligatoriedad de uso de protección personal.
- Señales de prohibido el paso a personas ajenas al taller.

El uso de señales normalizadas es obligatorio, se dispondrán en los lugares de trabajo, almacén, recepción y donde sean necesario ya que en el ambiente laboral nada queda sin riesgo, indicarán los medios de seguridad que deberán utilizar y las medidas que deberán tomar en cada zona.

7.5.2 Protecciones individuales

En las situaciones donde exista riesgo y que no se pueda prever será obligatorio el uso de los equipos de protección individual (EPI), estos deben ser normalizados y tener la certificación CE. Deberán ser suministrados por la empresa.

Según la situación se utilizarán estos:

- Guantes de uso general.
- Guantes de soldador.
- Botas de seguridad de uso general.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Mascarillas antipolvo.
- Cascos o tapones para los oídos contra el ruido.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.

Los equipos deberán estar limpios y en buen estado de funcionamiento. En caso de que se estropeen o pierdan parte de la efectividad deberán ser sustituidos por otros nuevos. Se deberá tener un botiquín sanitario previsto con los necesarios especificados en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

7.5.3 Higiene

La fábrica deberá tener instalados servicios de higiene personal para los empleados, como lavabos, baños taquillas, inodoros y limpia ojos en el caso de trabajar con productos tóxicos.

7.5.4 Formación

Todos los trabajadores deberán estar cualificados para la labor que van a realizar esto debe ser garantizado por los contratistas y subcontratistas. Los trabajadores deberán recibir un curso o en todo caso demostrar que saben cómo se debe trabajar y comportar en ese trabajo. El curso debe ser comprensible y exponer los métodos de trabajo y los riesgos que se pueda correr al trabajar en su lugar de trabajo y las medidas de seguridad que deberá adoptar.

En la plantilla deberá haber personal cualificado para hacer maniobras de socorrismo en el caso de tener alguna emergencia, este personal será seleccionado entre los más cualificados en cada etapa de la construcción del bastidor.

Las responsabilidades en el caso de que ocurra algún accidente también afectarán al contratista y subcontratista, además de la dirección facultativa y del promotor.

7.5.5 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de la construcción

Estas son las medidas generales que siempre se deberán de adoptar en todos los pasos de la fabricación.

- Las instalaciones se mantendrán en buen estado de orden y limpieza.
- La manipulación de los distintos materiales y elementos se realizarán con los medios adecuados en cada caso.
- Debe realizarse el mantenimiento periódico e inspecciones que requiera las instalaciones y dispositivos a emplear en la construcción del vehículo.
- Deben delimitarse y acondicionarse las zonas de almacenamiento y depósito de los materiales y elementos prefabricados en su caso.
- Deben recogerse tras su empleo todos los materiales peligrosos usados.
- Las interacciones e incompatibilidades entre trabajos o actividades dentro de las instalaciones deben de ser estudiadas con objeto de impedir interferencias que puedan originar problemas derivados de seguridad.

7.5.6 Medicina preventiva y primeros auxilios

Botiquines:

Debe haber botiquines tantos y equipados como disponga la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Primeros auxilios:

Se deberá dar información a los trabajadores sobre que centros hospitalarios están más cerca o si disponen de mutua, se deberá disponer un numero de emergencia para contactar con el hospital o centro médico más cercano en un lugar visible.

Reconocimiento médico:

Todo el personal que este en la plantilla como el nuevo personal deberá pasar un examen de reconocimiento médico y este se repetirá anualmente.

Agua para el consumo humano:

En el caso de disponer de conexión a la red de agua potable no hay problema, pero en el caso no de disponer de dicha conexión se deberá disponer de filtros para el agua, tantos como sean necesarios para que el agua utilizada sea potable.

7.6 Análisis de riesgos

La finalidad de la identificación y análisis de riesgos que tiene la fase de ejecución del proyecto.

7.6.1 Evaluación de riesgos

Una vez identificados los riesgos, se evaluarán. La evaluación del proceso cuantifica la gravedad de los riesgos que no se hayan podido evitar, con esta información se crearán e impondrán unas

medidas preventivas más eficaces. Se valoran identificando la probabilidad y las consecuencias de cada riesgo. Con estos valores se identificará una prioridad para intentar paliar su frecuencia.

La evaluación de riesgos es el punto de partida para obtener la información que permita tomar las decisiones apropiadas sobre la necesidad y el tipo de medidas preventivas que deben tomarse para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

7.6.2 Descripción de riesgos de carácter general

7.6.2.1 *Riesgos por falta de orden y limpieza*

Uno de los principales problemas durante la fabricación en taller es el tener basura, materiales de desecho u otros elementos necesarios pero desordenados en el lugar de trabajo causando accidentes como incendios (si es material inflamable) heridas por rozaduras o tropiezos e incluso caídas.

Se deberá trazar un plan de limpieza y desecho para evitar estos accidentes y molestias, en cada lugar de trabajo el propio operario no deberá abandonar su lugar de trabajo sin dejarlo limpio y seguro ya sea para otro operario que ocupe su lugar o para el mismo operario para la siguiente jornada laboral.

Se deberá tener cuidado en no obstruir las vías de acceso ni las vías de las salidas de emergencias.

Se tendrá especial cuidado a los materiales inflamables como aceite, grasa, trapos, papeles o madera, se guardarán en contenedores metálicos y cerrados.

En caso de derrames de líquidos o productos similares se procederá a la inmediata limpieza.

Todo objeto o perfil cortante se señalará o se eliminará, así como chapas, clavos, o tablas que sobre salgan.

Las zonas de descanso y convivencia, baños y servicio sanitarios deben estar limpios siempre, se limpiarán al finalizar su uso.

Los materiales desechados se deberán separar para su posterior reciclaje, separando materiales inflamables, tipos de metales y maderas.

Se utilizarán detergentes para limpiar o desengrasar y solo si es estrictamente necesario se utilizarán derivados del petróleo.

Se acotarán y señalarán las vías y zonas de paso, tránsito o emergencia donde se puedan ocasionar daños personales o materiales.

Las mercancías del almacén deberán estar bien ordenadas y distribuidas uniformemente para evitar colapsos de la estructura de soporte.

No se almacenarán materiales o máquinas en lugares que obstaculicen las vías hasta los extintores y/o otros elementos de protección.

Los recipientes de gas a presión se almacenarán y utilizarán siempre de forma vertical y además deberán estar siempre protegidos a las altas temperaturas.

Todas las vías de paso deberán estar debidamente iluminadas artificial o naturalmente.

Estará prohibido fumar en toda la fábrica además estará prohibido hacer cualquier tipo de fuego en el almacén.

7.6.2.2 Riesgos por falta de iluminación

Se deberá tener una iluminación adecuada para el trabajo en un taller mecánico, en el caso de trabajos de precisión como algunas soldaduras se necesitará más iluminación, tanta como sea necesaria.

7.6.2.3 Riesgos electricos

Todas las maquinas eléctricas soldadoras deberán estar perfectamente protegidas mediante un relé diferencial y un magnetotérmico, los cables deberán tener un aislamiento adecuado para el caso de que sean pisadas por un transpaleta o toro mecánico, además de resistir cierto grado de temperatura ya que en esa zona se trabajara en un ambiente caluroso y pueden ser tocados por el foco de calor o antorcha de los soldadores.

Todas las demás propiedades de los circuitos de soldadura y alargaderas y sus conexiones deberán seguir las instrucciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Solamente los empleados ya sean del departamento eléctrico o mantenimiento o similares con personal cualificado, preparado y acreditado podrá manipular los sistemas eléctricos ya sean cuadros eléctricos, conducciones y motores eléctricos.

Estos son los elementos de protección mínimo que se les dotara a los encargados de los aparatos e instalaciones eléctricas:

- Guantes de material aislante.
- Pantalla facial transparente de policarbonato.
- Calzado aislante.
- Alfombra o banqueta aislante.
- Medidor de tensión.
- Herramientas aisladas homologadas.
- Material de señalización.

Los demás empleados ante una falla o sospecha de falla deberán recurrir al personal del punto anterior ya que no están preparados.

Todo equipo eléctrico deberá estar conectado a tierra y en los circuitos más sensibles deberán tener una protección extra con magnetotérmico y relé diferencial.

Cuando se necesite detener algún aparato o circuito se deberá comunicar a los superiores para que estos hablen con los demás superiores y estos a la zona afectada para que los empleados estén avisados del posible peligro que existe en esos momentos en determinada zona, además se utilizaran otros métodos como la desconexión total o parcial de la línea de producción,

aparato o línea, además me extraer los fusibles si es posible y dejar tarjetas rojas o de algún color llamativo para avisar de que se está trabajando en ese aparato o sección.

En el caso de incendio de aparatos eléctricos quedara prohibido el uso de extintores de agua o espuma, solo se podrán emplear extintores de halones, polvo químico o gas carbónico, que deberá estar debidamente señalizado y homologado.

7.6.2.4 Riesgos de proyección de partículas

Toda máquina portátil de arrancado de viruta por esmerilado deberá tener puestas y/o activas todas las prestaciones de seguridad que pueda ofrecer para evitar afectar a los demás operarios del taller, para la propia protección del operario se deberá llevar obligado unas gafas de seguridad, guantes y sería ventajoso para el operario trabajar con ropa de manga larga y no muy holgada.

Se deberá tener medicamentos y el equipo necesario para sacar cosas de los ojos en el caso de que aun con las seguridades anteriormente establecidas ocurra un accidente.

7.6.2.5 Riesgos generales de herramientas, materiales y maquinas

Estará vigilado en todo momento el correcto uso de las herramientas y el estado en que se encuentran. En el caso de mínima sospecha de inseguridad se deberá detener la operación.

Los grupos de soldadura y de corte de plasma se deberán proteger con relés diferenciales y magnetotérmicos correctamente conectados. Y se deberá comprobar la existencia de la toma tierra de todas las partes de las maquinas que puedan ser tocadas.

Los cables que sean o se aprecie que sean inseguros deberán ser sustituidos por otros nuevos y desechados y posteriormente reciclados por una empresa competente.

8. Resumen

Se ha logrado dimensionar y comprobar un bastidor muy versátil para que sea utilizado como un elemento fiable y bastante ligero en comparación de los demás bastidores, en principio el bastidor podría soportar hasta una carga máxima de 91.440kg ya que en todas las comprobaciones obtiene un coeficiente de seguridad igual o mayor a 3.

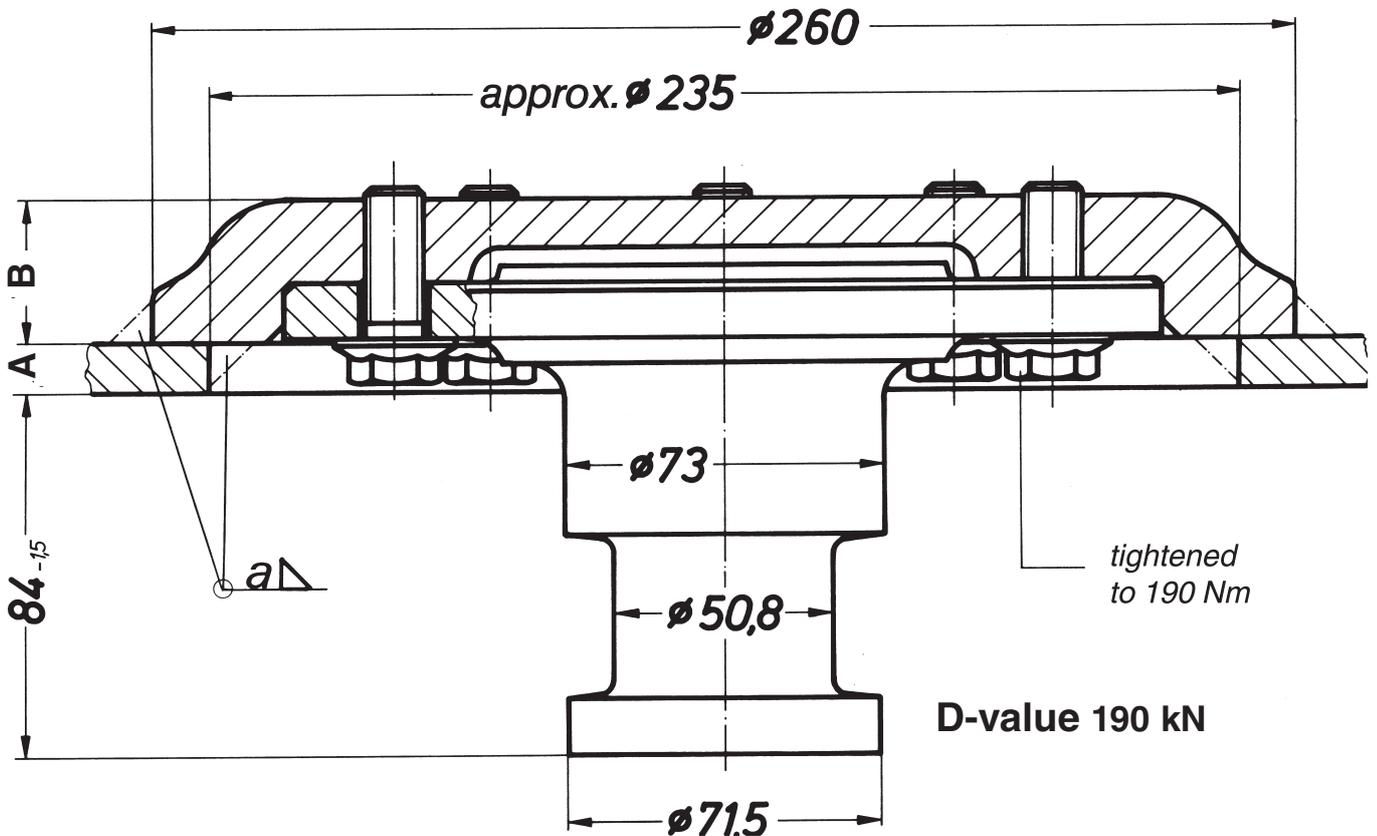
Se podría mejorar el diseño para conseguir vida infinita, es decir conseguir que dure 10^6 ciclos en el examen de fatiga. Además, se han omitido los cálculos de soldaduras ya que estos mismos podría constituir un TFG en sí mismos.

El coste de este bastidor ha sido el aspecto más castigado ya que al utilizar pletinas de refuerzo se obtienen unos costes de soldadura más elevados de lo esperado, pero aun si se reduce el peso total del conjunto he incluso bajar la altura al utilizar un perfil con menos canto.

Gran parte del pliego de condiciones y del documento básico de salud y seguridad se ha obtenido del TFG del ingeniero José Ángel Godoy Martos, de la universidad de Jaén, estos han sido leídos, comprendido y modificados en bastantes casos para adaptarse al presente proyecto, pero son muy similares ya que tratan del mismo método de fabricación, pero con diferente producto.

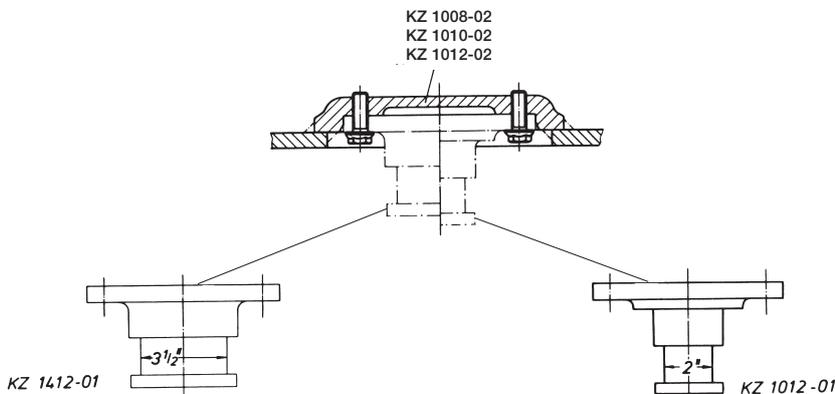
Anexo 1 Catalogo JOST

KZ 1008 - KZ 1012



Components

Skid plate thickness A	Type	Thickness B	Retention	King pin plate	Welding seam thickness a	CRN
8 mm	KZ 1008	37mm	KZ 1008-02	KZ 1012-01	6 mm	24156
10 mm	KZ 1010	34mm	KZ 1010-02		7 mm	24156
12 mm	KZ 1012	33mm	KZ 1012-02		7 mm	24156



B.Double & Road train Rated

Dimensions according to DIN 74080 and ISO 337

JOST king pins can be used in self steering axle systems.

Mounting must be carried out according to the instructions.

3 1/2" & 2" king pins are easily interchangeable

The right to alter specifications is reserved.

8/08

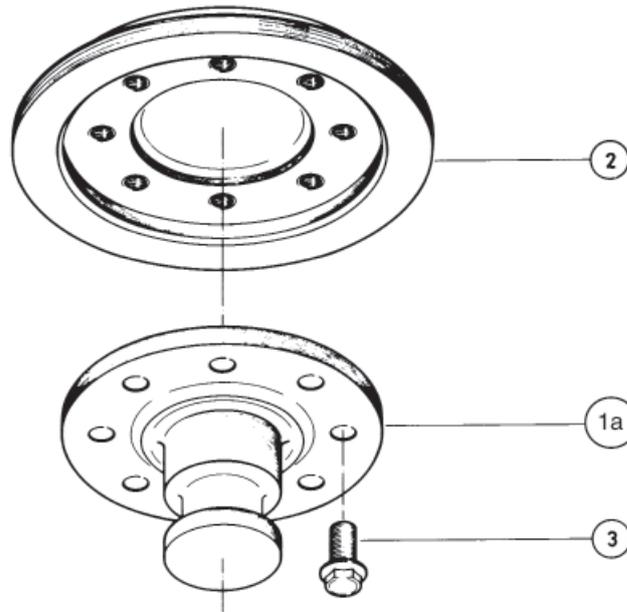


Fig.	Description	Part No.
1a	King pin 2" Dia	KZ 1012-01
2	Retention plate for: 12 mm skid plate 10 mm skid plate 8 mm skid plate	KZ 1012-02 KZ 1010-02 KZ 1008-02
3	Self-securing bolt	KZE 1012-03

Anexo 2 Material utilizado

ESTADO DE SUMINISTRO

Bruto de laminación.

PROPIEDADES Y APLICACIONES

Acero al carbono con una resistencia media y con buena soldabilidad y tenacidad. Contemplando sus características mecánicas es muy buen sustituto del C25 y C35. Resultados aceptables en la cementación en piezas de responsabilidad limitada. Sus aplicaciones más comunes son para bulones, cadenas, ejes de ferrocarril, bielas y estructuras metálicas.

DIMENSIONES EN STOCK MM.



20-100



30x5 -220-50

NORMA DE APLICACIÓN

EN 10025-2

COMPOSICIÓN QUÍMICA

	C	Mn	Si	P	S	Otros
MIN						Cu. Máx. 0,55 Al. Min. 0,020
MAX	0,22	1,60	0,55	0,030	0,030	

TRATAMIENTOS TÉRMICOS - TEMPERATURAS APROXIMADAS

RECOCIDO °C	TEMPLE °C	REVENIDO °C
670-700	870 - 890 Agua	480-650

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Propiedades mecánicas a temperatura ambiente en el estado normalizado (+N).

Dimensiones		Re (N/mm ²)	Rm (N/mm ²)		A (%)	KV MIN. (0 ° C)	DUREZA ORIENTATIVA
mm.		min.	min.	máx.	min.	J	HB
≥ 3	≤ 16	355	470	630	22	27	146-187
> 16	≤ 40	345	470	630	22	27	146-187
> 40	≤ 63	335	470	630	21	27	146-187
> 63	≤ 80	325	470	630	20	27	146-187
> 80	≤ 100	315	470	630	20	27	146-187
> 100	≤ 150	295	450	600	18	27	143-179
> 150	≤ 200	285	450	600	17	27	143-179
> 200	≤ 250	275	450	600	17	27	143-179
> 250	CONSULTAR						

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

EN	DIN	Nº STAND	UNE	STAS	AFNOR	BS	UNI	AISI/SAE	GOST
	ST52-3U	1.0553	AE355C		E36-3	50C	Fe510C	K12000	17Г1С

CÓDIGO DE COLOR



Anexo 3 Informes generados por el SolidWorks.

En este anexo se añadirán los informes generados en cada simulación, en orden, primero el Caso 1; estática y fatiga, segundo el Caso 2; estática y fatiga, y para terminar los informes de los sistemas anti-empotramiento:



Descripción

No hay datos

Simulación de Bastidor

Fecha: martes, 25 de junio de 2019

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Caso 1 Estática

Tipo de análisis: Análisis estático

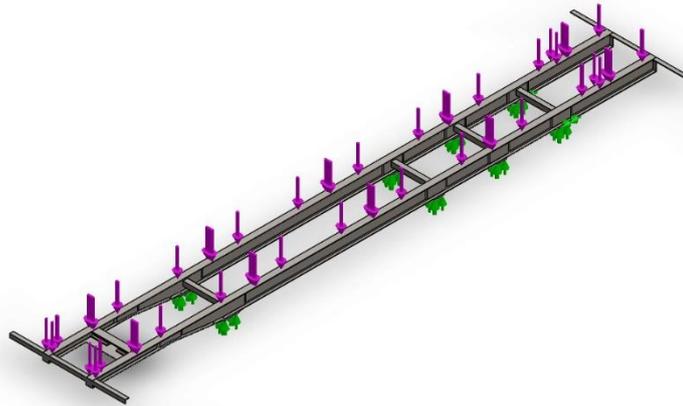
Tabla de contenidos

Descripción	11
Suposiciones	22
Información de modelo	22
Propiedades de estudio.....	33
Unidades	33
Propiedades de material	44
Cargas y sujeciones.....	55
Definiciones de conector	66
Información de contacto	66
Información de malla	77
Detalles del sensor	88
Fuerzas resultantes.....	88
Vigas	88
Resultados del estudio.....	99
Conclusión	1111



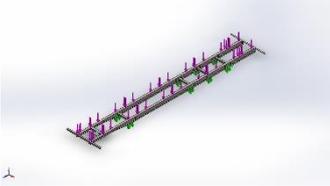
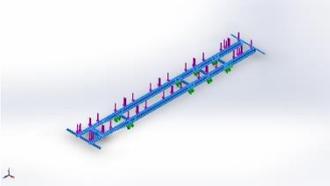
Suposiciones

Información de modelo



Nombre del modelo: Bastidor
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Saliente-Extruir15	Sólido	Tiempo: 6.18108 kg Volumen:0.000785398 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:60.5746 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019
 Saliente-Extruir22	Sólido	Tiempo: 1396,73 kg Capacidad:0.177475 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:13688 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019



Propiedades de estudio

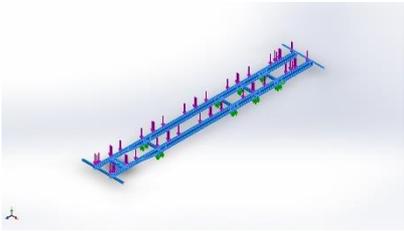
Nombre de estudio	Caso 1 Extasiado
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solucionador	Direct Sparse de Intel
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (modelo E:-tfg-3d - IPE-270 de los recortes)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Fila/Unos
Presión/Tensión	N/m2

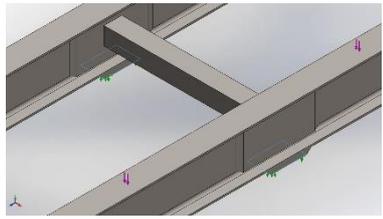
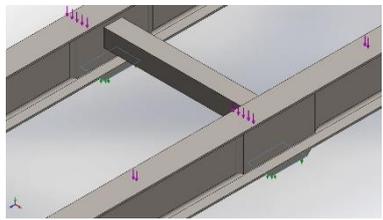
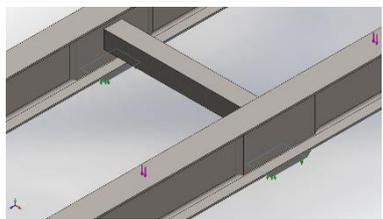
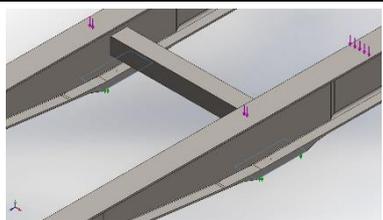


Propiedades de material

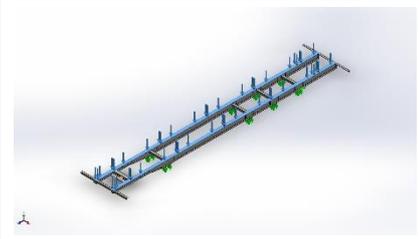
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Número: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 3.50e-08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4.20e-08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05e+11 N/m</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8.0e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.17 e-05/Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir15)(Bastidor), Sólido 3(Saliente-Extruir22)(Bastidor)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		



Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Eje 1		Entidades:	2 caras(s)	
		Tipo:	Sobre caras planas	
		Traslación:	0, 0, 0	
		Unidades:	Mm	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.0131836	81360.8	-0.00439453	81360.8
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Eje 2		Entidades:	2 caras(s)	
		Tipo:	Rodillo/Control deslizante	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0	5684.94	0	5684.94
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Eje 3		Entidades:	2 caras(s)	
		Tipo:	Rodillo/Control deslizante	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0	79608.9	0	79608.9
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Apoyos telescópicos		Entidades:	2 caras(s)	
		Tipo:	Rodillo/Control deslizante	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante

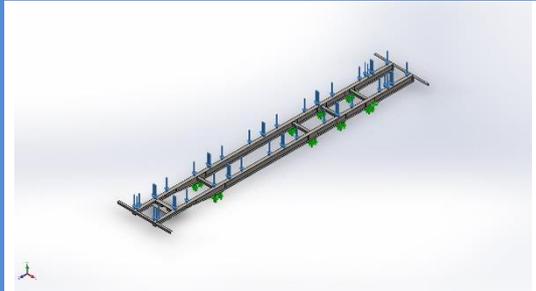
Fuerza de reacción(N)	0	132354	0	132354
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Carga Maxima		Entidades: 2 caras(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 149505 N

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 Componentes(s) Opciones: Mallado compatible



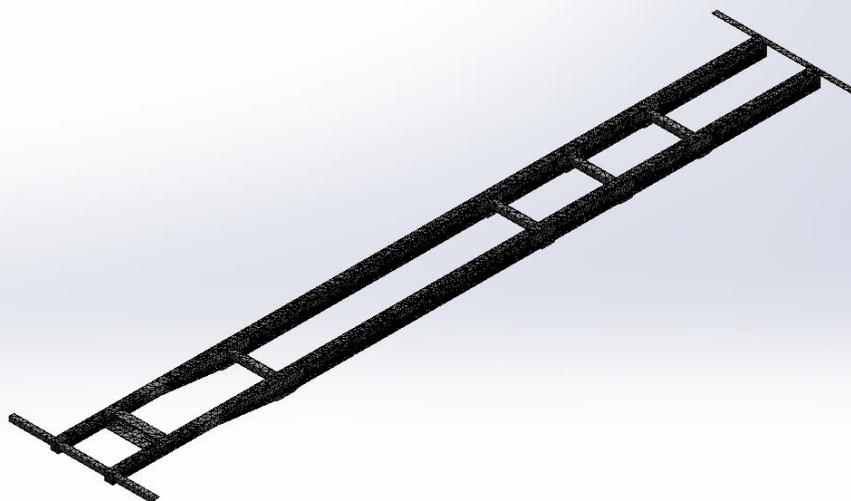
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	108.995 mm
Tamaño mínimo del elemento	21.799 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	169956
Número total de elementos	84537
Cociente máximo de aspecto	30.793
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	28.7
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	4.19
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:20
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: Bastidor
Nombre de estudio: Caso 1 Estática (Predeterminado)
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.0131836	299009	-0.00439453	299009

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	Nm	0	0	0	0

Vigas

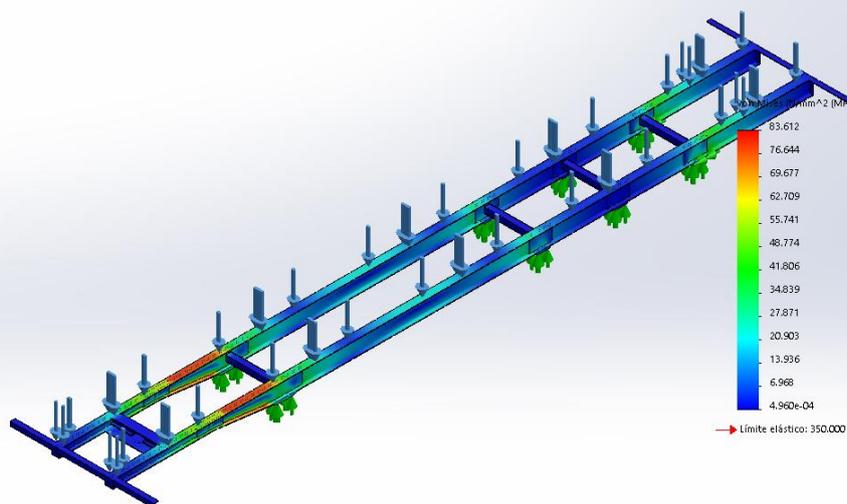
No hay datos



Resultados del estudio

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de Von Mises	4.960e-04 N/mm ² (MPa) Nodo: 42074	83.612 N/mm ² (MPa) Nodo: 34408

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 1 Estática (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Análisis: estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 1



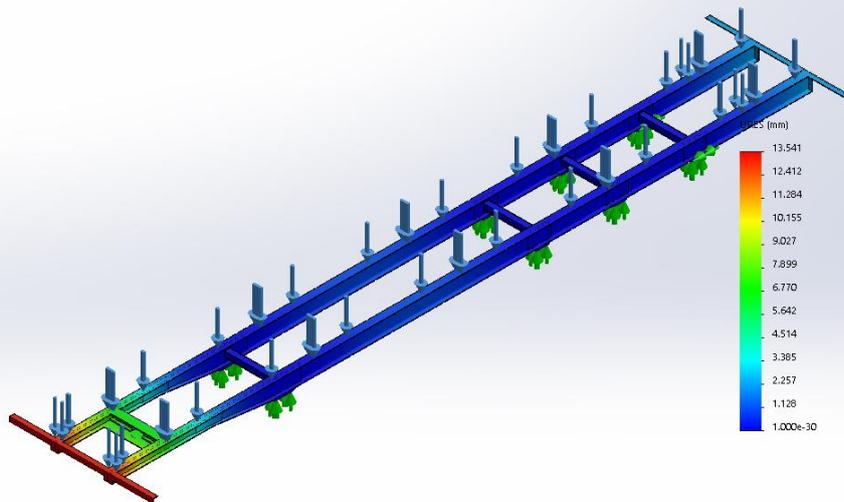
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 1 Estática-Tensiones-Tensiones1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e-00 mm Nodo: 243	13.541 mm Nodo: 12928



Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 1 Estatica-(Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1

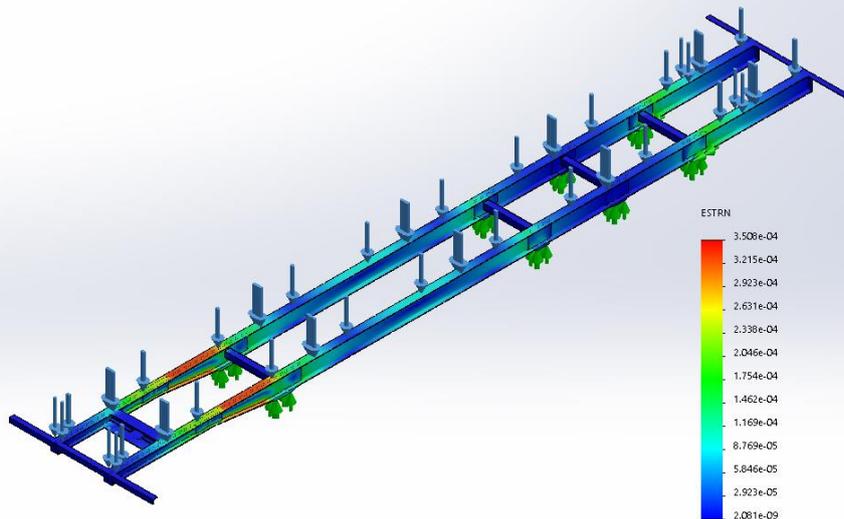


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 1 Estatica-Desplazamientos-Desplazamientos1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación de la unidad equivalente	2.081e-09 Nodo: 42074	3.508e-04 Nodo: 34408

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 1 Estatica-(Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 1



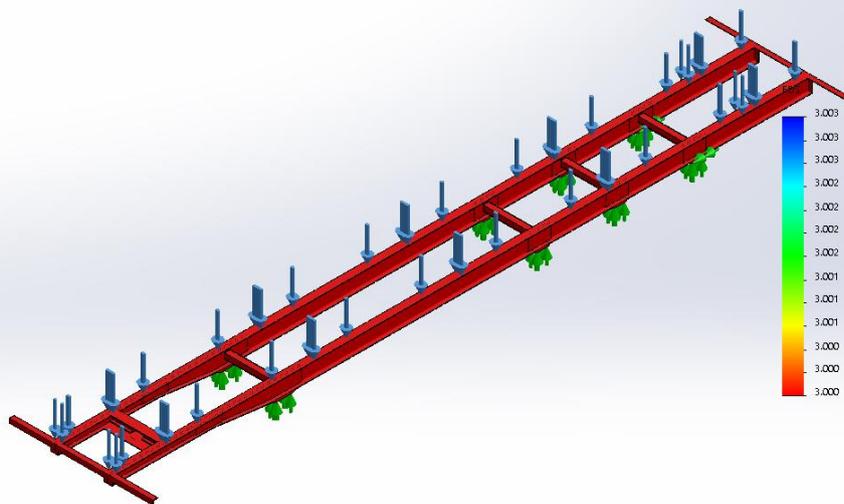
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 1 Estatica-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	3.000 Nodo: 1	3.000 Nodo: 1

Nombre del modelo: Bastidor
Nombre de estudio: Caso 1 Estatica-(Predeterminado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 1 Estatica-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusión



Simulación de Bastidor

Fecha: martes, 25 de junio de 2019

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Caso 1 Fatiga

Tipo de análisis: Fatiga (Amplitud constante)

Tabla de contenidos

Descripción	11
Suposiciones	22
Información de modelo	22
Propiedades de estudio	33
Unidades	33
Propiedades de material	44
Opciones de carga	44
Resultados del estudio	55
Conclusión	77



Descripción

No hay datos



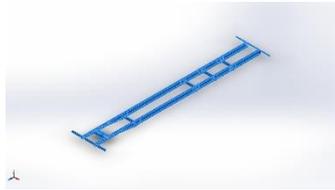
Suposiciones

Información de modelo



Nombre del modelo: Bastidor
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Saliente-Extruir15</p> 	Sólido	Tiempo: 6.18108 kg Volumen:0.000785398 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:60.5746 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019
<p>Simetría4</p> 	Sólido	Tiempo: 1396,73 kg Capacidad:0.177475 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:13688 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019



Propiedades de estudio

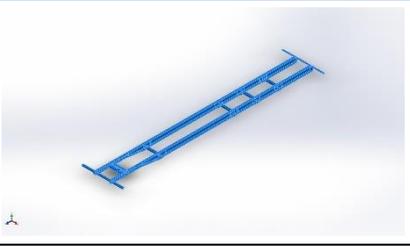
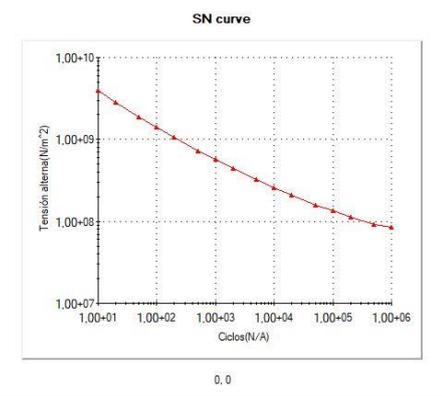
Nombre de estudio	Caso 1 Fatiga
Tipo de análisis	Fatiga (Amplitud constante)
Interacción entre sucesos	Aleatoria
Calcular tensiones alternas usando	Intensidad de tensión (P1-P3)
Cara de elemento SHELL	Cara superior
Corrección de la tensión media	Ninguno
Factor de reducción de resistencia a la fatiga	1
Vida infinita	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (modelo E:-tfg-3d - IPE-270 de los recortes)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Fila/Unos
Presión/Tensión	N/m ²



Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Número: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir15)(Bastidor), Sólido 2(Simetría4)(Bastidor)</p>
<p>Datos de curva:</p> <div style="text-align: center;">  <p>Curva SN</p> </div>		

Opciones de carga

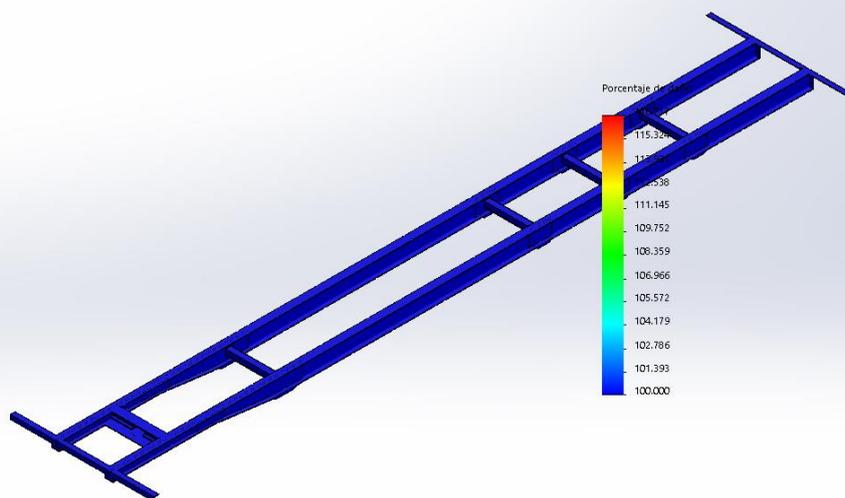
Nombre del evento	N.º de ciclos	Tipo de carga	Asociación de estudios		
			Nombre de estudio	Factor de escala	Incremento
Suceso-1	1000000	Completamente invertido(LR -1)	Caso 1 Extasiado	1	0



Resultados del estudio

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Resultados1	Daño acumulado	100.000 Nodo: 1	116.717 Nodo: 112304

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 1 Fatiga(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Fatiga(Daño) Resultados1



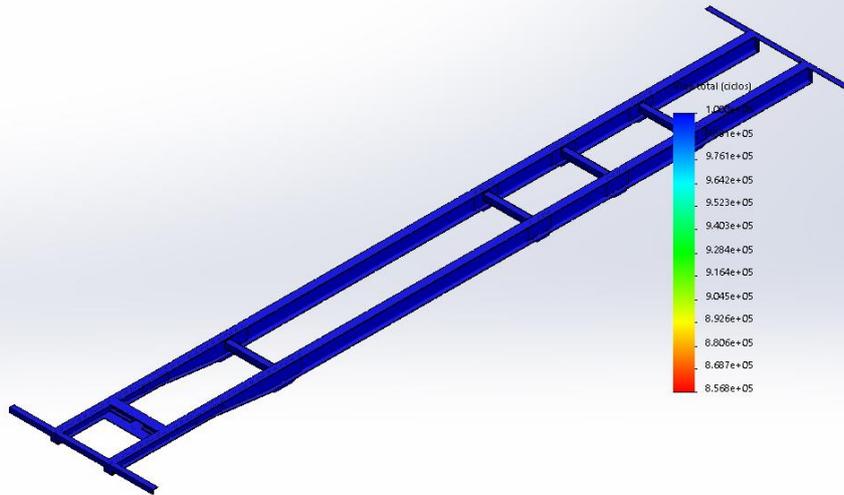
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 1 Fatiga-Resultados-Resultados1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Resultados2	Vida total	8.568 y + 05 ciclos Nodo: 112304	1.000 y + 06 ciclos Nodo: 1



Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 1 Fatiga (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Fatiga (Vida) Resultados2

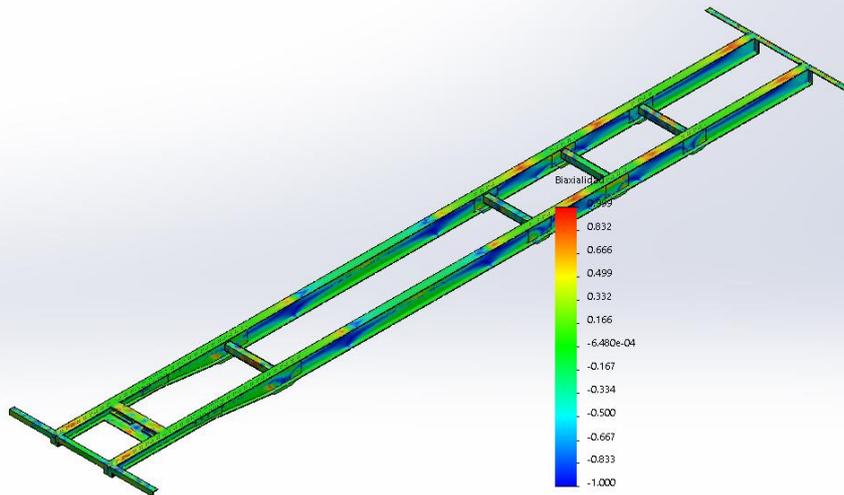


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 1 Fatiga-Resultados-Resultados2

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Resultados3	Trazado de indicador de biaxialidad	-1.000 Nodo: 131215	0.999 Nodo: 103887

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 1 Fatiga (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Fatiga (Biaxialidad) Resultados3



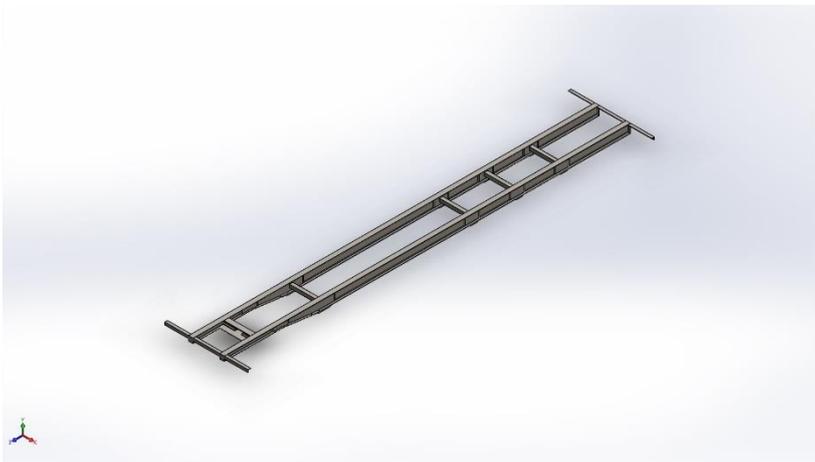
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 1 Fatiga-Resultados-Resultados3



Conclusión





Descripción

No hay datos

Simulación de Bastidor

Fecha: martes, 25 de junio de 2019

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Caso 2 Estática

Tipo de análisis: Análisis estático

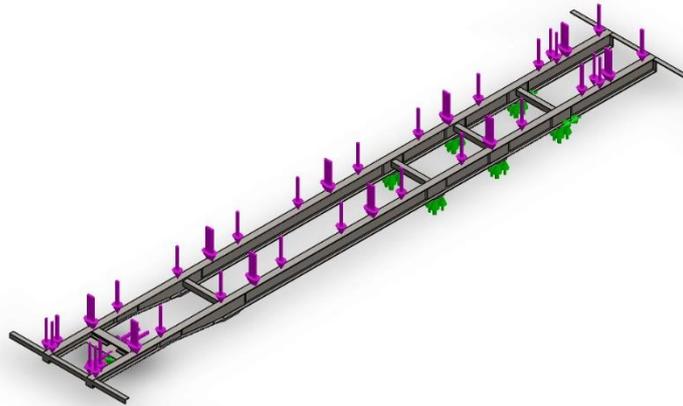
Tabla de contenidos

Descripción	11
Suposiciones	22
Información de modelo	22
Propiedades de estudio.....	33
Unidades	33
Propiedades de material	44
Cargas y sujeciones.....	55
Definiciones de conector	66
Información de contacto	66
Información de malla	77
Detalles del sensor	88
Fuerzas resultantes.....	88
Vigas	88
Resultados del estudio	99
Conclusión	1111



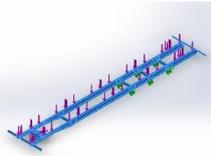
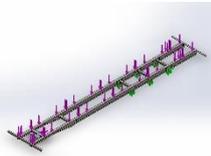
Suposiciones

Información de modelo



Nombre del modelo: Bastidor
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Saliente-Extruir22	Sólido	Tiempo: 1396,73 kg Capacidad:0.177475 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:13688 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019
 Saliente-Extruir15	Sólido	Tiempo: 6.18108 kg Volumen:0.000785398 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:60.5746 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019



Propiedades de estudio

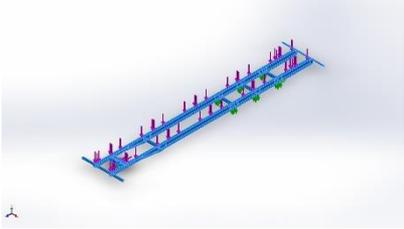
Nombre de estudio	Caso 2 Extasiado
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solucionador	Direct Sparse de Intel
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (modelo E:-tfg-3d - IPE-270 de los recortes)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Fila/Unos
Presión/Tensión	N/m2

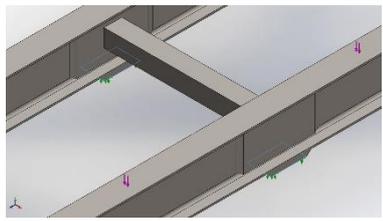
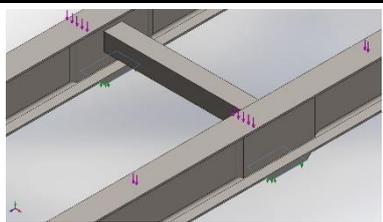
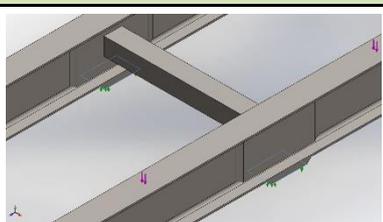
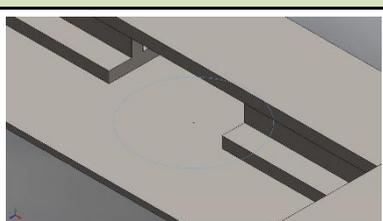


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Número: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de Von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 3.50e-08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4.20e-08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05e+11 N/m</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8.0e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.17 e-05/Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir22)(Bastidor), Sólido 3(Saliente-Extruir15)(Bastidor)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

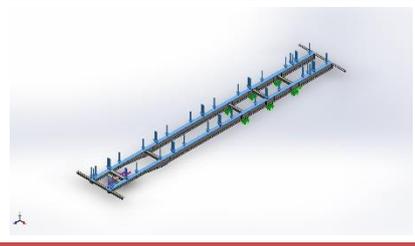
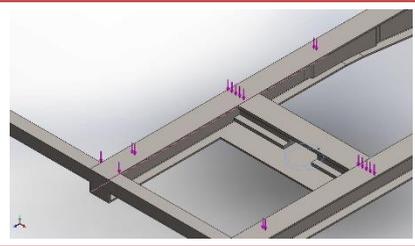


Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Eje 1		Entidades: 2 caras(s) Tipo: Sobre caras planas Traslación: 0, 0, 0 Unidades: Mm		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.00268555	73776.6	-150000	167162
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Eje 2		Entidades: 2 caras(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0	-2257.34	0	2257.34
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Eje 3		Entidades: 2 caras(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0	129605	0	129605
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
King Pin		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante



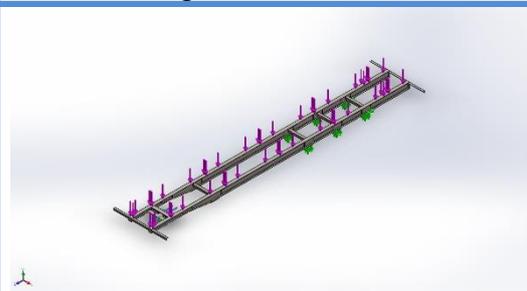
Fuerza de reacción(N)	0	97884.7	0	97884.7
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Carga máxima		Entidades: 2 caras(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 149505 N
Fuerza de tiro máxima		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -150000 N

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 Componentes(s) Opciones: Mallado compatible



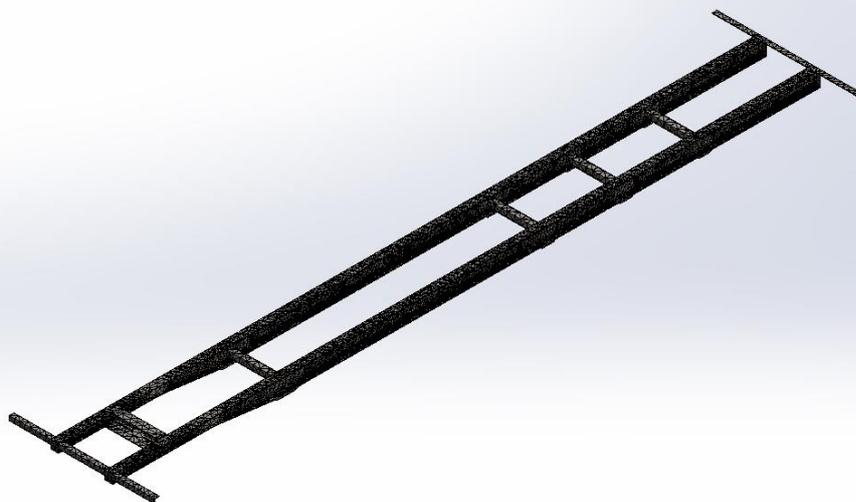
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	114.445 mm
Tamaño mínimo del elemento	22.889 mm
Trazado de calidad de malla	Malla con calidad de borrador

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	27297
Número total de elementos	79655
Cociente máximo de aspecto	32.285
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	26.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	4.49
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:19
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: Bastidor
Nombre de estudio: Caso 2 Estática [Predeterminado]
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.00268555	299009	-150000	334524

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	Nm	0	0	0	0

Vigas

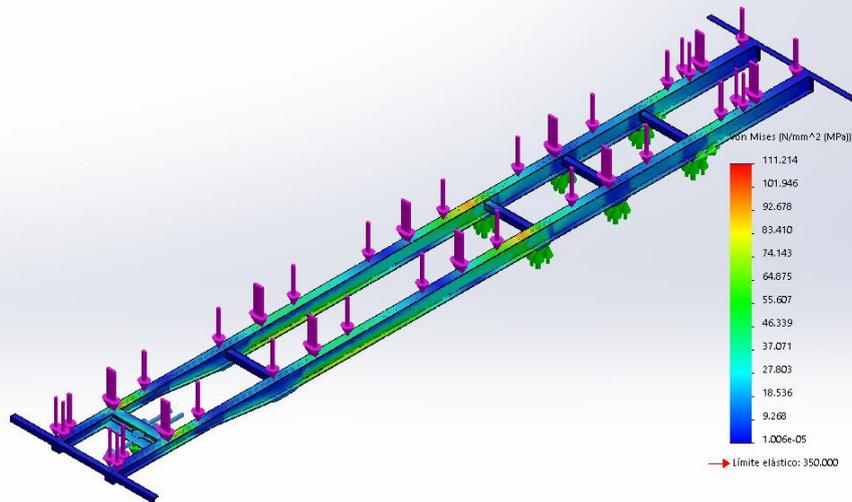
No hay datos



Resultados del estudio

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	1.006e-05 N/mm ² (MPa) Nodo: 461	111.214 N/mm ² (MPa) Nodo: 9903

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 2 Estática (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 1



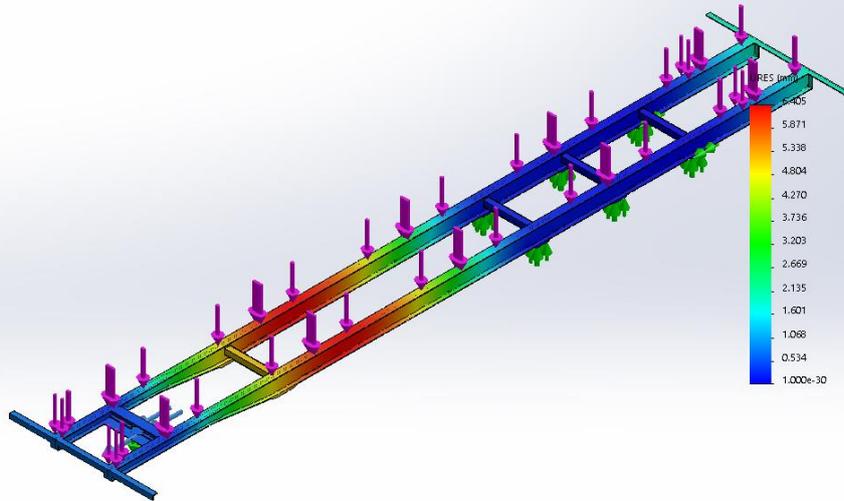
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 2 Estática-Tensiones-Tensiones1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e-00 mm Nodo: 184	6.405 mm Nodo: 17687



Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 2 Estatica-(Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 1

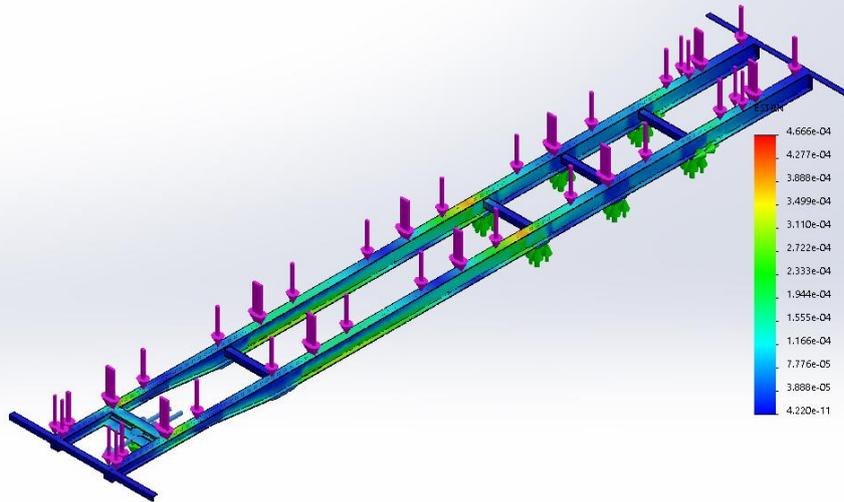


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 2 Estatica-Desplazamientos-Desplazamientos1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación de la unidad equivalente	4.220e-11 Nodo: 461	4.666e-04 Nodo: 9903

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 2 Estatica-(Predeterminado)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 1



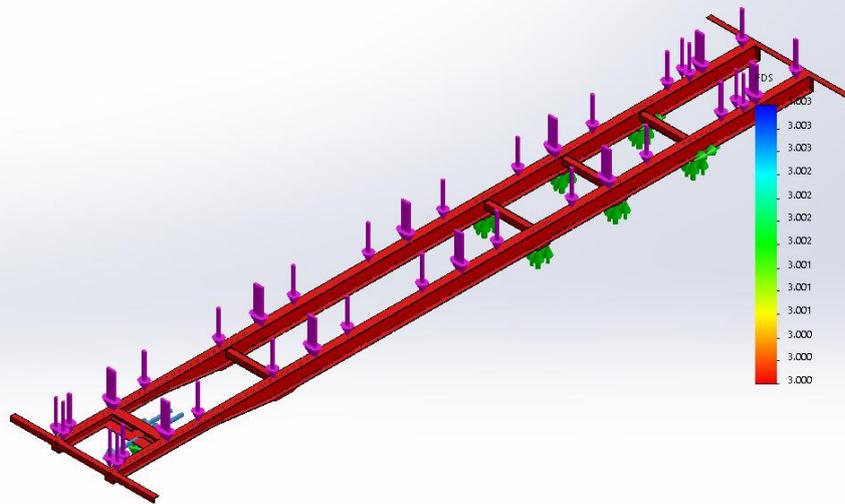
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 2 Estatica-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1



Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	3.000 Nodo: 1	3.000 Nodo: 1

Nombre del modelo: Bastidor
Nombre de estudio: Caso 2 Estatica-(Predeterminado)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3

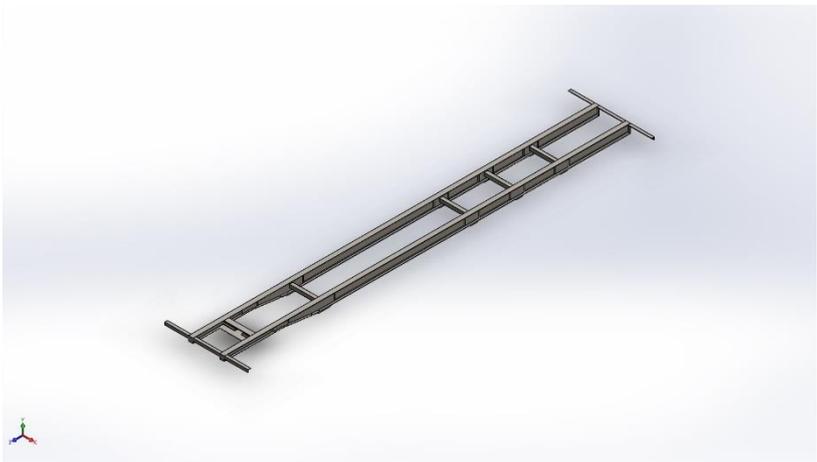


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 2 Estatica-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusión





Descripción

No hay datos

Simulación de Bastidor

Fecha: martes, 25 de junio de 2019

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Caso 2 Fatiga

Tipo de análisis: Fatiga (Amplitud constante)

Tabla de contenidos

Descripción	11
Suposiciones	22
Información de modelo	22
Propiedades de estudio.....	33
Unidades	33
Propiedades de material	44
Opciones de carga	44
Resultados del estudio.....	55
Conclusión	77



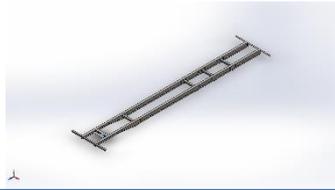
Suposiciones

Información de modelo



Nombre del modelo: Bastidor
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 Saliente-Extruir15	Sólido	Tiempo: 6.18108 kg Volumen:0.000785398 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:60.5746 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019
 Simetría4	Sólido	Tiempo: 1396,73 kg Capacidad:0.177475 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:13688 N	E:-TFG-RECORTES-BASTIDOR.SLDPRT modelo 3D - IPE-270 21 de junio 03:20:49 2019



Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Caso 2 Fatiga
Tipo de análisis	Fatiga (Amplitud constante)
Interacción entre sucesos	Aleatoria
Calcular tensiones alternas usando	Intensidad de tensión (P1-P3)
Cara de elemento SHELL	Cara superior
Corrección de la tensión media	Ninguno
Factor de reducción de resistencia a la fatiga	1
Vida infinita	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (modelo E:-tfg-3d - IPE-270 de los recortes)

Unidades

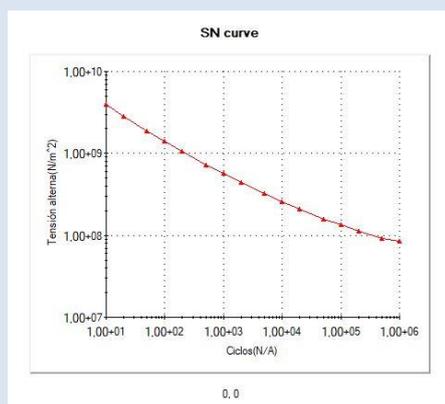
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Fila/Unos
Presión/Tensión	N/m ²



Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Número: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de Von Mises máx.</p>	<p>Sólido 1(Saliente-Extruir15)(Bastidor), Sólido 2(Simetría4)(Bastidor)</p>

Datos de curva:



Curva SN

Opciones de carga

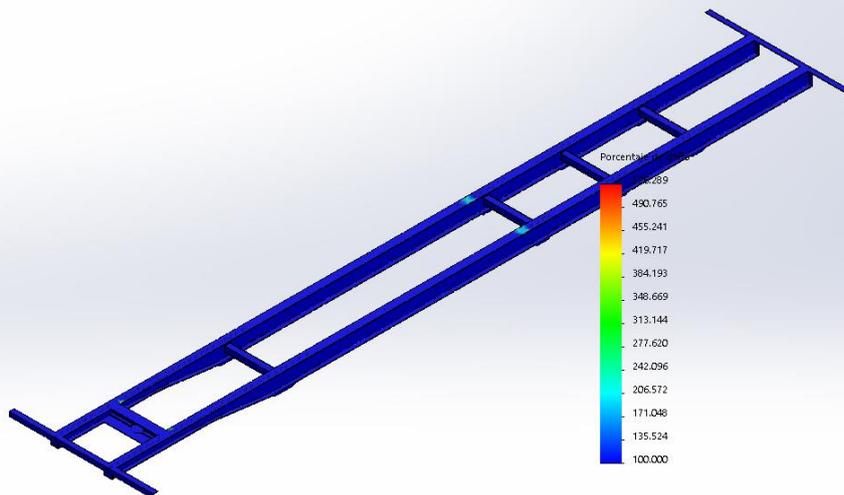
Nombre del evento	N.º de ciclos	Tipo de carga	Asociación de estudios		
			Nombre de estudio	Factor de escala	Incremento
Suceso-1	1000000	Completamente invertido(LR -1)	Caso 2 Extasiado	1	0



Resultados del estudio

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Resultados1	Daño acumulado	100.000 Nodo: 1	526.289 Nodo: 9903

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 2 Fatiga (-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Fatiga (Daño) Resultados1



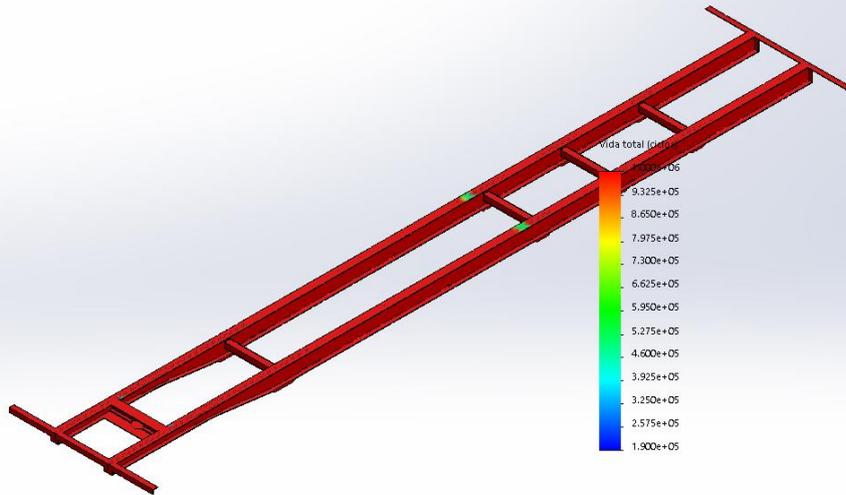
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 2 Fatiga-Resultados-Resultados1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Resultados2	Vida total	1.900 y + 05 ciclos Nodo: 9903	1.000 y + 06 ciclos Nodo: 1



Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 2 Fatiga (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Fatiga (Vida) Resultados2

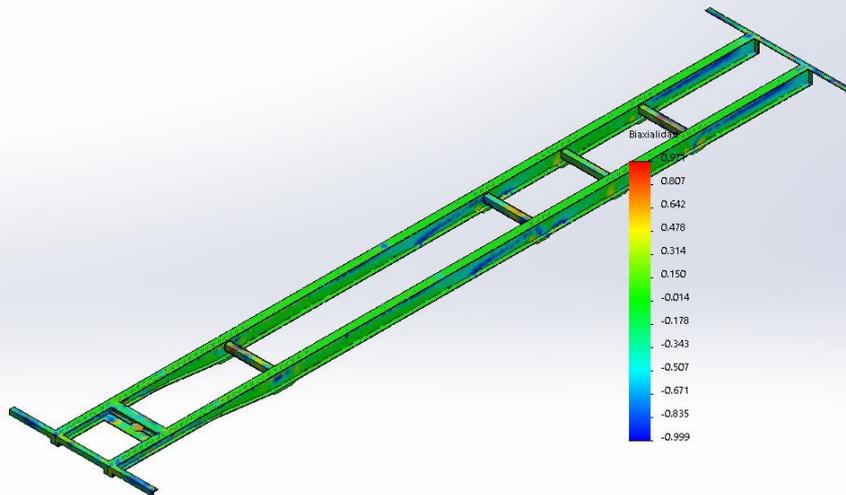


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 2 Fatiga-Resultados-Resultados2

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Resultados3	Trazado de indicador de biaxialidad	-0.999 Nodo: 12916	0.971 Nodo: 14174

Nombre del modelo: Bastidor
 Nombre de estudio: Caso 2 Fatiga (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Fatiga (Biaxialidad) Resultados3



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Bastidor-Caso 2 Fatiga-Resultados-Resultados3



Conclusión



Simulación de Anti-emportamiento lateral

Fecha: martes, 25 de junio de 2019

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N extremo

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción	11
Suposiciones	22
Información de modelo	22
Propiedades de estudio.....	33
Unidades	33
Propiedades de material	44
Cargas y sujeciones.....	44
Definiciones de conector	55
Información de contacto	55
Información de malla	66
Detalles del sensor	77
Fuerzas resultantes.....	77
Vigas	77
Resultados del estudio.....	88
Conclusión	1010



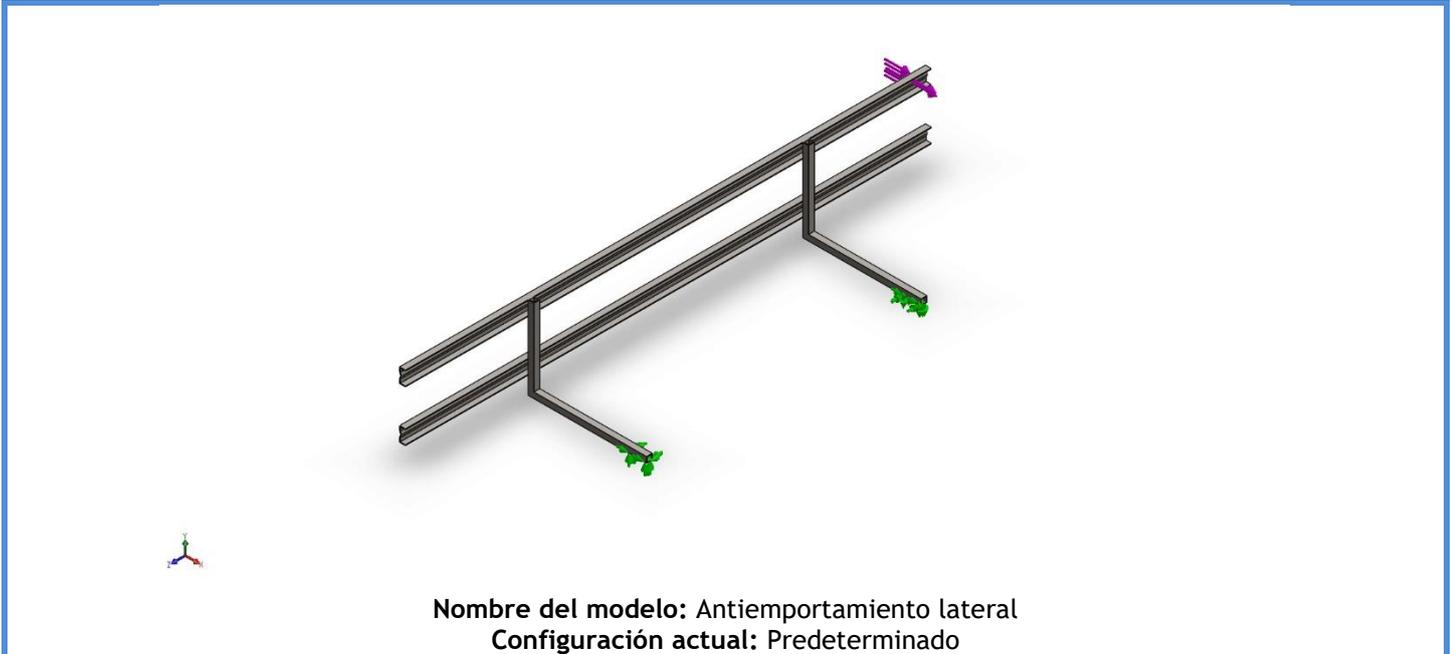
Descripción

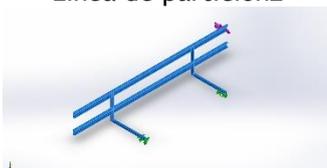
No hay datos



Suposiciones

Información de modelo



Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición2 	Sólido	Tiempo: 60.3132 kg Volumen:0.00766368 m-3 Densidad:7870 kg/m^3 Peso:591.069 N	E:'tfg'3d Modelo'anti-Dust lateral ' Antiempotamiento. SLDPRT 25 de junio 20:02:40 2019



Propiedades de estudio

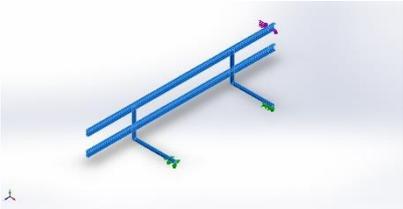
Nombre de estudio	Esfuerzo 1000N extremo
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solucionador	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (E:-tfg-3dModelo-antiempotramientoLateral)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Fila/Unos
Presión/Tensión	N/m2

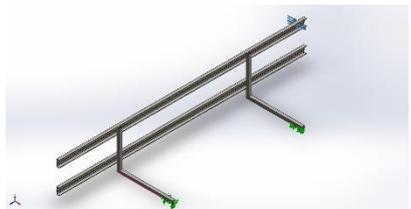


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Número: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 3.50-08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4.2nd-08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05th-11 N/m</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 80-10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.17 e-05/Kelvin</p>	Sólido 1(Línea de partición2)(Antiempotamiento lateral)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Sobre caras planas-1		<p>Entidades: 2 caras(s)</p> <p>Tipo: Sobre caras planas</p> <p>Traslación: 0, 0, 0</p> <p>Unidades: Mm</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-997.354	-0.0586548	5.05238	997.367
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 4 arista(s)</p> <p>Referencia: Arista< 1 ></p> <p>Tipo: Aplicar fuerza</p> <p>Valores: ---, ---, 1000 N</p>



Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



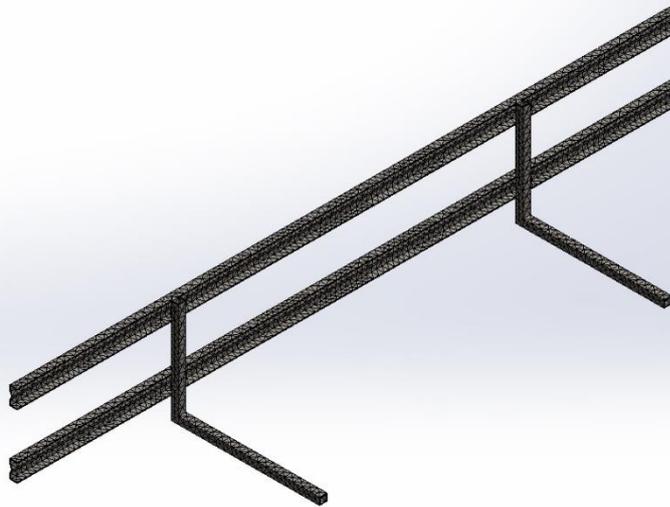
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	30.4673 mm
Tamaño mínimo del elemento	30.4673 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	30174
Número total de elementos	14297
Cociente máximo de aspecto	22.832
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	0.0909
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.476
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: Antiemportamiento lateral
Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N extremo; Predeterminado;
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-997.354	-0.0586548	5.05238	997.367

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	Nm	0	0	0	0

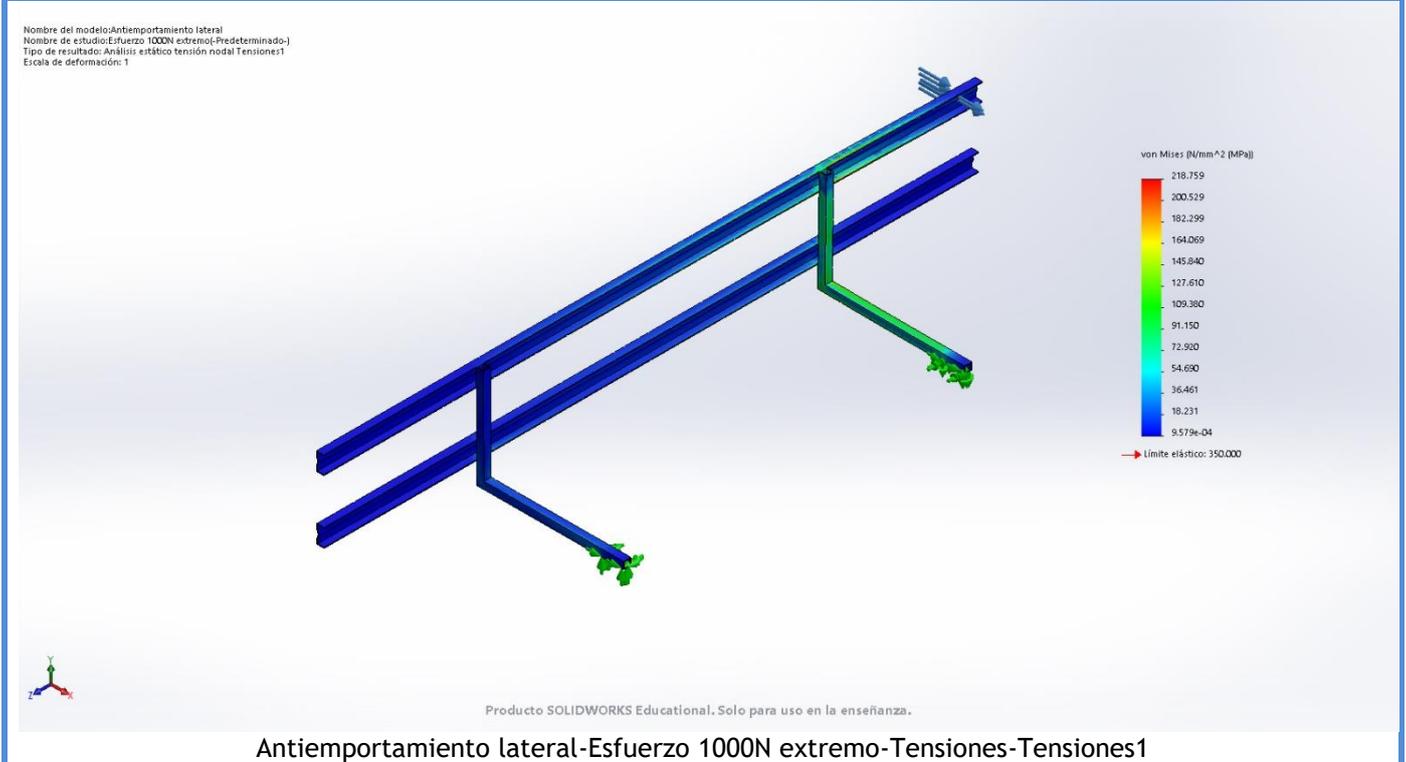
Vigas

No hay datos



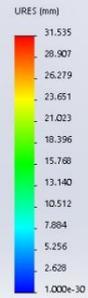
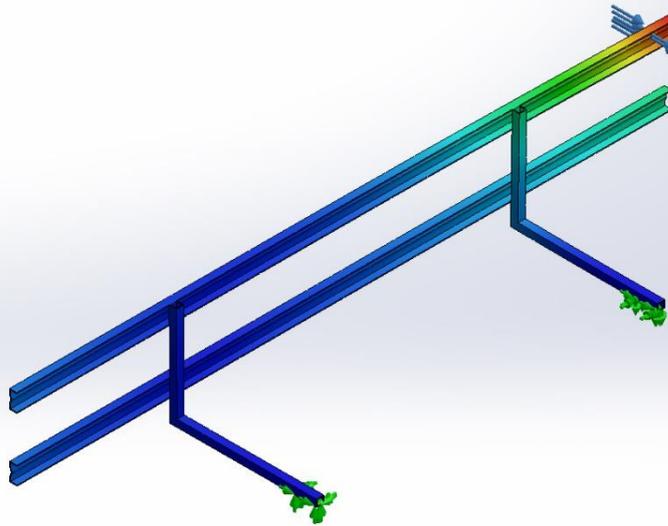
Resultados del estudio

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	9.579e-04 N/mm ² (MPa) Nodo: 26432	218.759 N/mm ² (MPa) Nodo: 7473



Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e-00 mm Nodo: 31	31.535 mm Nodo: 123

Nombre del modelo: Antieportamiento lateral
 Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N extremo (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento1
 Escala de deformación: 1

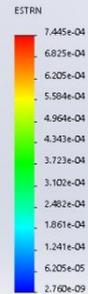
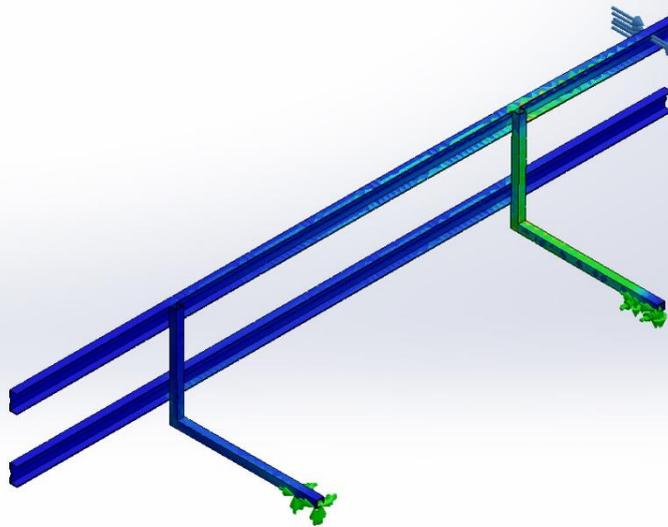


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antieportamiento lateral-Esfuerzo 1000N extremo-Desplazamientos-Desplazamientos1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación de la unidad equivalente	2.760e-09 Artículo: 9861	7.445e-04 Artículo: 10040

Nombre del modelo: Antieportamiento lateral
 Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N extremo (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 1

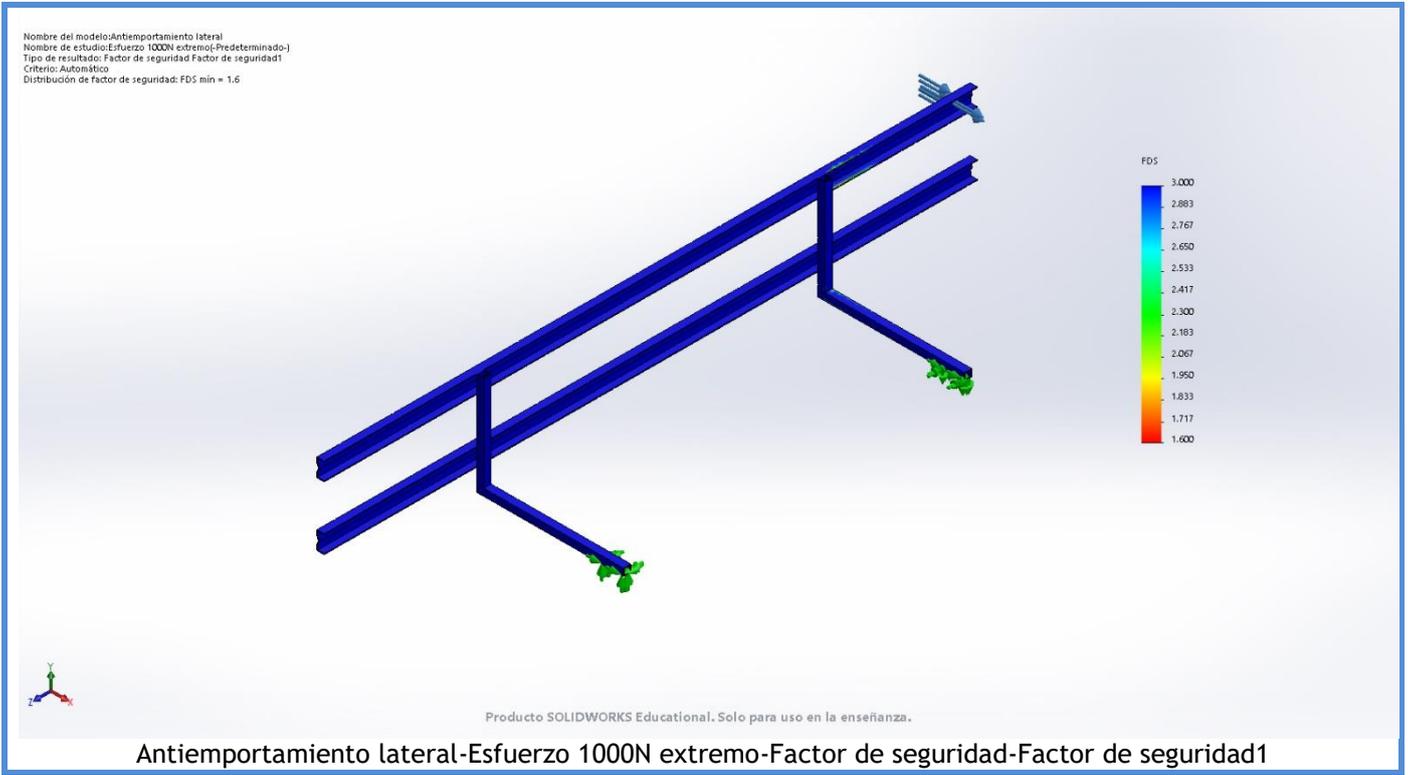


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antieportamiento lateral-Esfuerzo 1000N extremo-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.600 Nodo: 7473	3.000 Nodo: 1





Conclusión



Simulación de Anti-emportamiento lateral

Fecha: martes, 25 de junio de 2019

Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N central

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción	11
Suposiciones	22
Información de modelo	22
Propiedades de estudio.....	33
Unidades	33
Propiedades de material	44
Cargas y sujeciones.....	44
Definiciones de conector	55
Información de contacto	55
Información de malla	66
Detalles del sensor	77
Fuerzas resultantes.....	77
Vigas	77
Resultados del estudio.....	88
Conclusión	1010



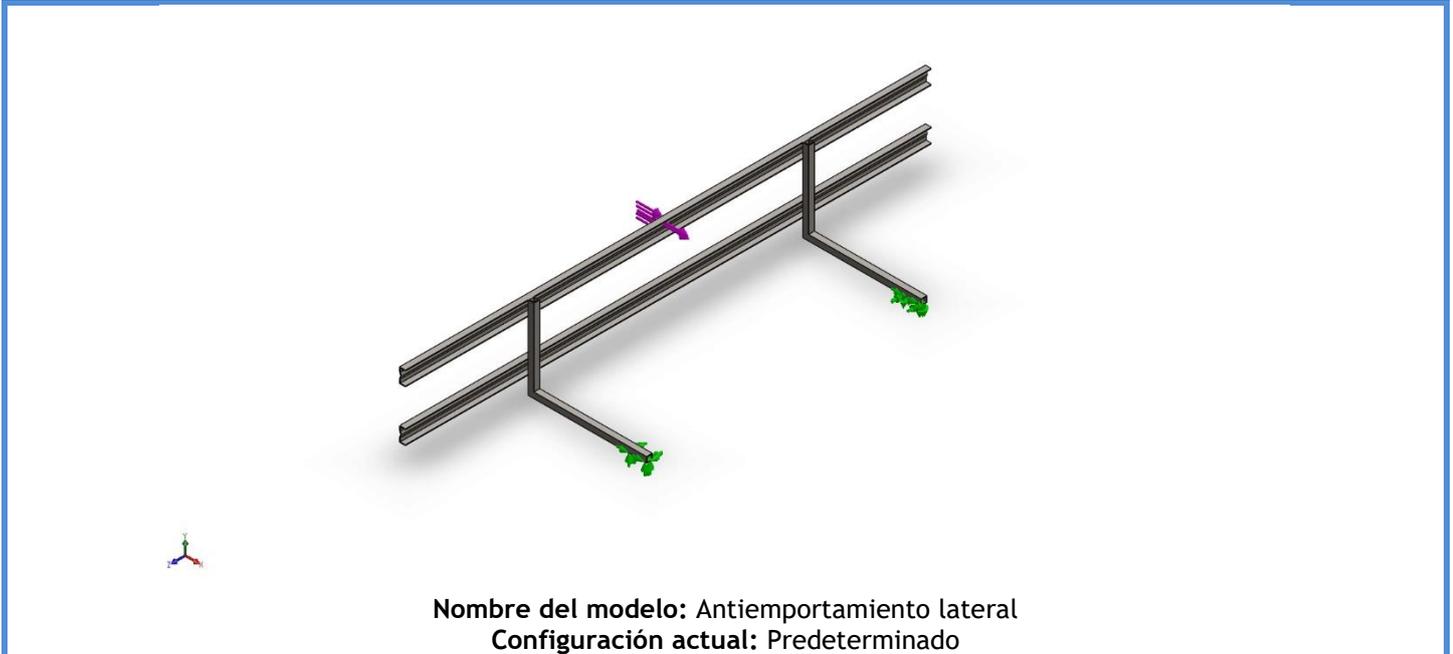
Descripción

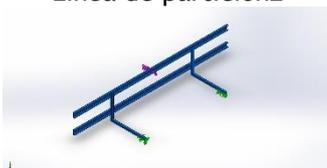
No hay datos



Suposiciones

Información de modelo



Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición2 	Sólido	Tiempo: 60.3132 kg Volumen:0.00766368 m ³ Densidad:7870 kg/m ³ Peso:591.069 N	E:'tfg'3d Modelo'anti-Dust lateral ' Antiempotamiento. SLDPRT 25 de junio 19:56:30 2019



Propiedades de estudio

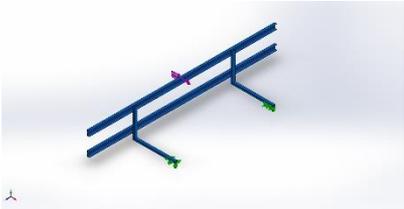
Nombre de estudio	Esfuerzo 1000N central
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solucionador	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (E:-tfg-3dModelo-antiempotramientoLateral)

Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Fila/Unos
Presión/Tensión	N/m2

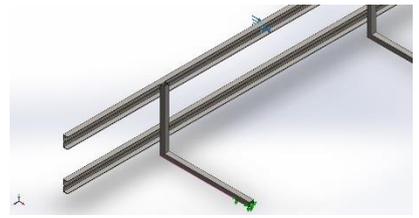


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Número: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 3.50e-08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4.2nd-08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05th-11 N/m</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 80-10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.17 e-05/Kelvin</p>	Sólido 1(Línea de partición2)(Antiempotamiento lateral)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Sobre caras planas-1		<p>Entidades: 2 caras(s)</p> <p>Tipo: Sobre caras planas</p> <p>Traslación: 0, 0, 0</p> <p>Unidades: Mm</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-1000.59	1.71206	-2.23718	1000.59
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 4 arista(s)</p> <p>Referencia: Arista< 1 ></p> <p>Tipo: Aplicar fuerza</p> <p>Valores: ---, ---, 1000 N</p>



Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



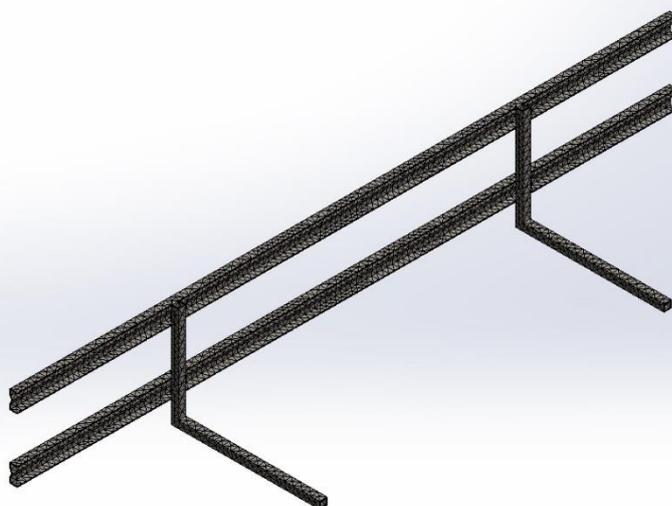
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	30.4673 mm
Tamaño mínimo del elemento	30.4673 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	30174
Número total de elementos	14297
Cociente máximo de aspecto	22.832
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	0.0909
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.476
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: Antiemportamiento lateral
Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N central- Predeterminado-
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-1000.59	1.71206	-2.23718	1000.59

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	Nm	0	0	0	0

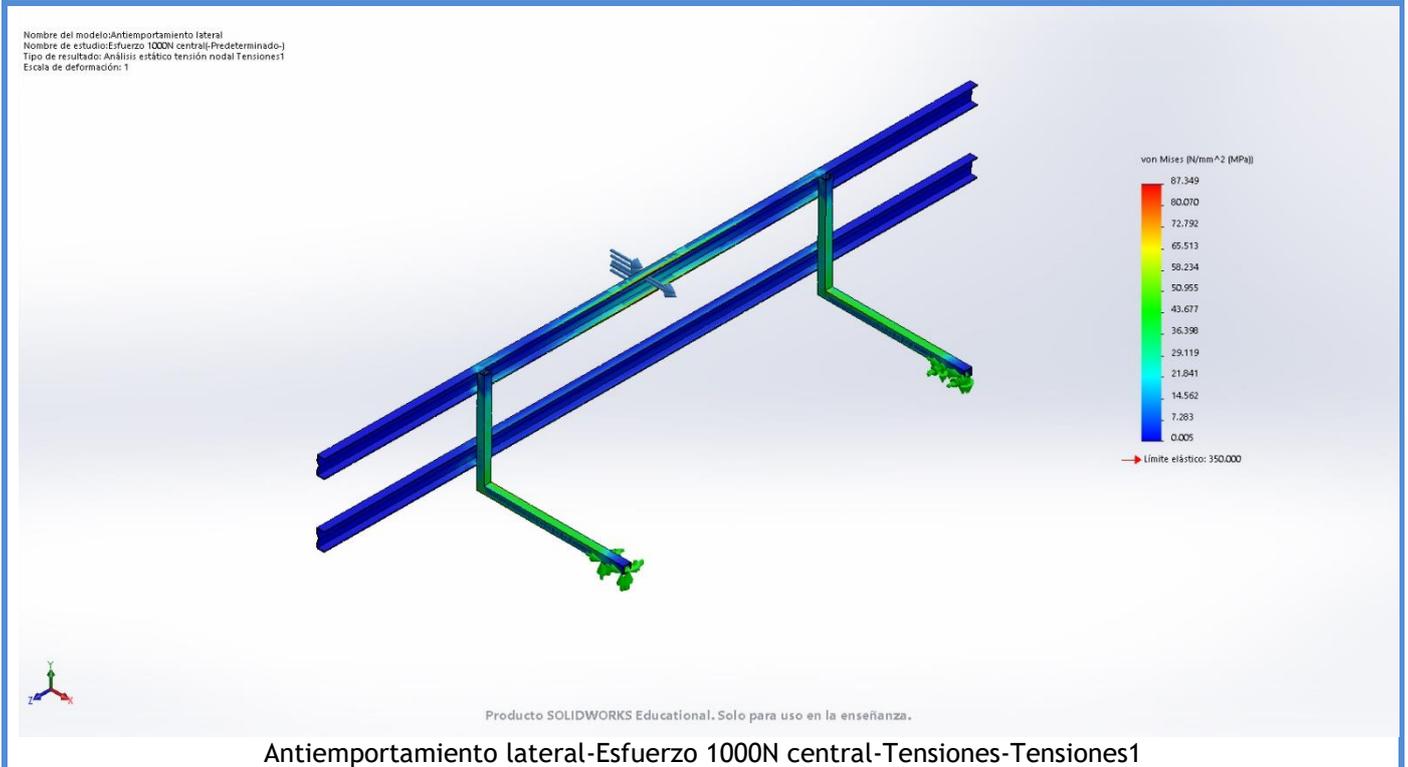
Vigas

No hay datos



Resultados del estudio

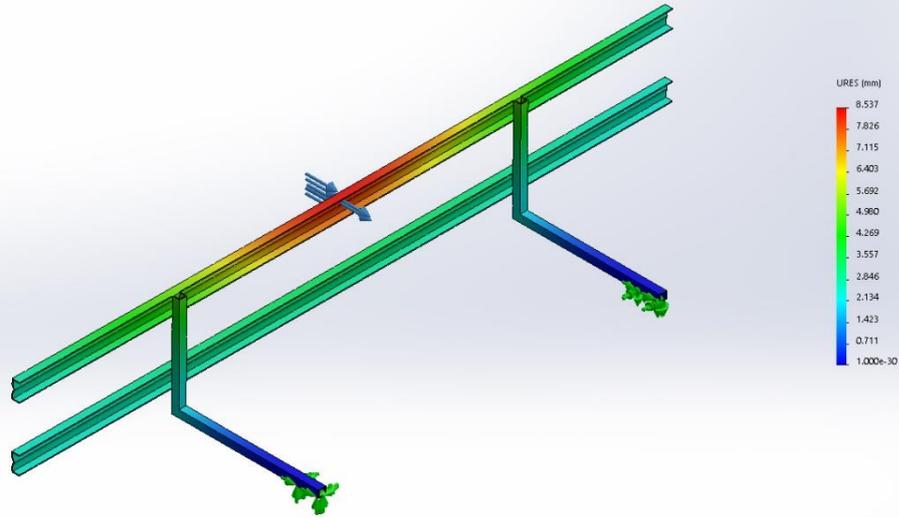
Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.005 N/mm-2 (MPa) Nodo:28346	87.349 N/mm-2 (MPa) Nodo: 3169



Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e-00 mm Nodo: 31	8.537 mm Nodo: 21



Nombre del modelo: Antiemportamiento lateral
 Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N central (Predeterminado)-j
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento1
 Escala de deformación: 1

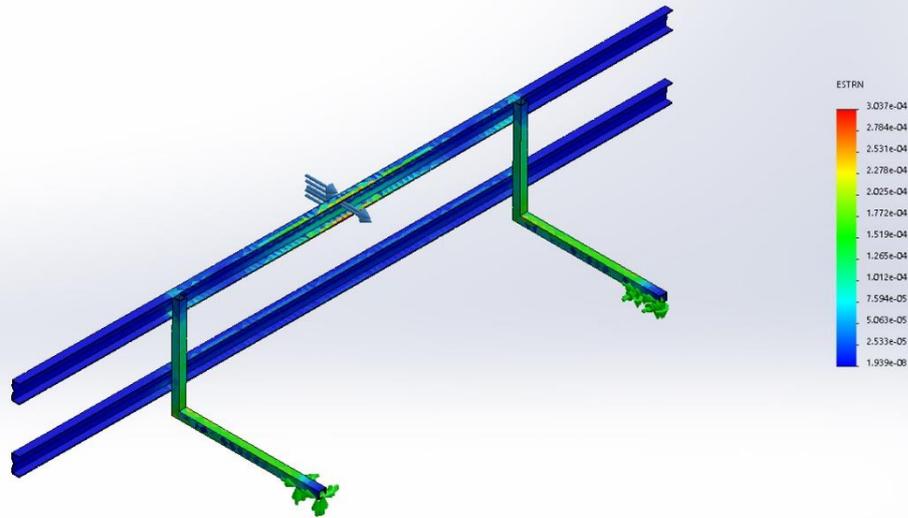


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antiemportamiento lateral-Esfuerzo 1000N central-Desplazamientos-Desplazamientos1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación de la unidad equivalente	1.939e-08 Artículo: 9861	3.037e-04 Artículo: 6984

Nombre del modelo: Antiemportamiento lateral
 Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N central (Predeterminado)-j
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 1



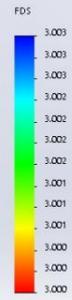
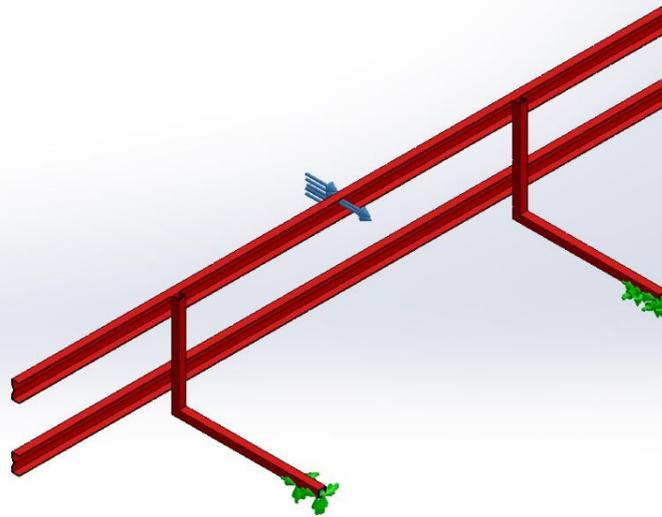
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antiemportamiento lateral-Esfuerzo 1000N central-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	3.000 Nodo: 1	3.000 Nodo: 1



Nombre del modelo: Antiempotamiento lateral
Nombre de estudio: Esfuerzo 1000N central (Predeterminado)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antiempotamiento lateral-Esfuerzo 1000N central-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusión

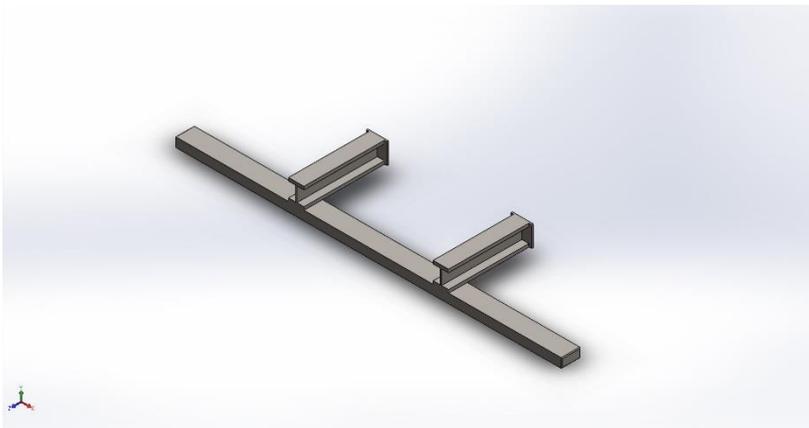


Simulación de Anti-empotramiento trasero

Fecha: martes, 25 de junio de 2019
Diseñador: Solidworks
Nombre de estudio: Examen 1 180kN
Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción	11
Suposiciones	22
Información de modelo	22
Propiedades de estudio.....	33
Unidades	33
Propiedades de material	44
Cargas y sujeciones.....	44
Definiciones de conector	55
Información de contacto	55
Información de malla	66
Detalles del sensor	77
Fuerzas resultantes.....	77
Vigas	77
Resultados del estudio.....	88
Conclusión	1010



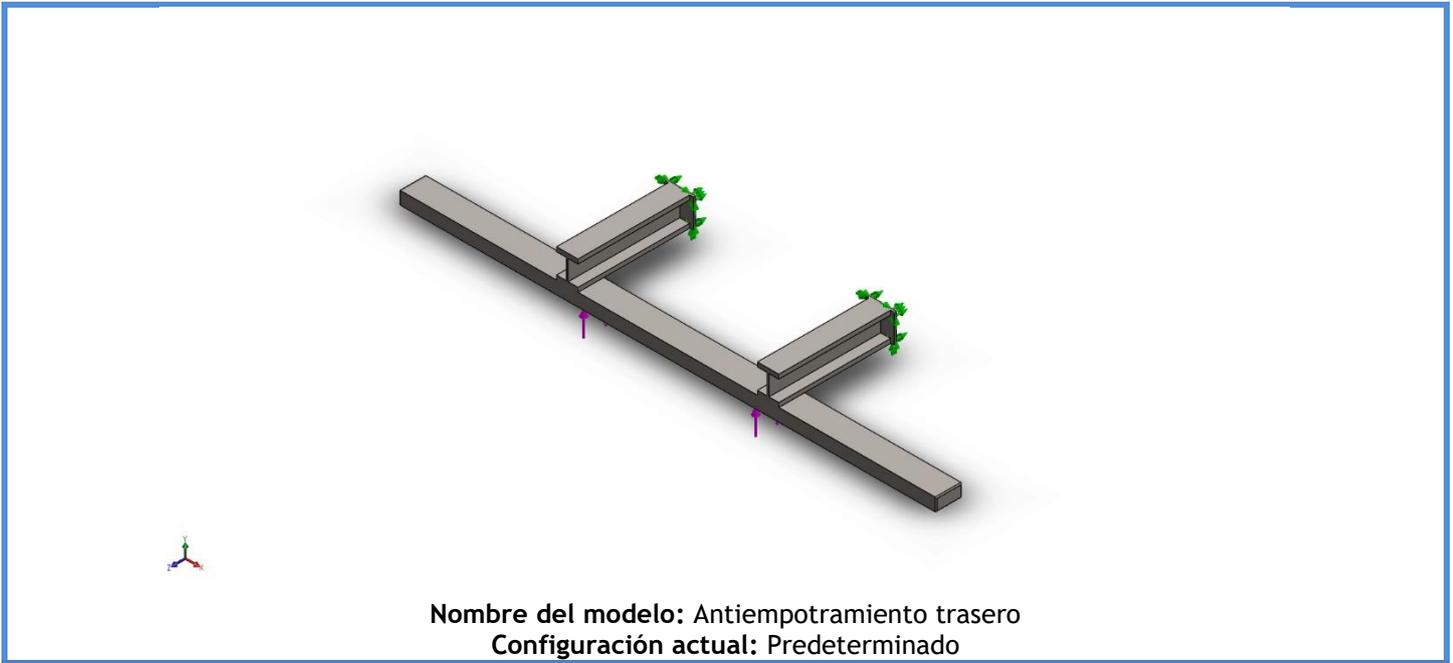
Descripción

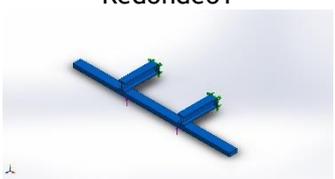
No hay datos



Suposiciones

Información de modelo



Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo1 	Sólido	Tiempo: 183.458 kg Volumen:0.0233111 m-3 Densidad:7870 kg/m^3 Peso:1797.89 N	E:\TFG\Modelo 3D\Antiempotramiento trasero\Antiempotramiento trasero. SLDPRT 25 de junio 19:50:11 2019

Propiedades de estudio

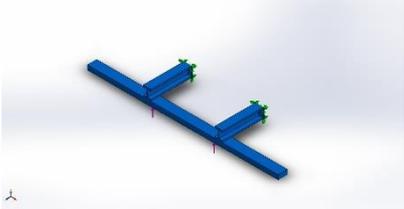
Nombre de estudio	Examen 1 180kN
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solucionador	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (E:\TFG\Modelo 3D\Antiempotramiento trasero)

Unidades

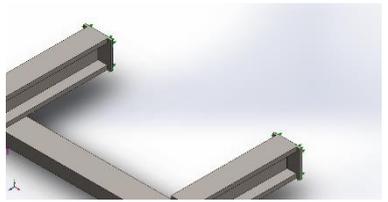
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Fila/Unos
Presión/Tensión	N/m2

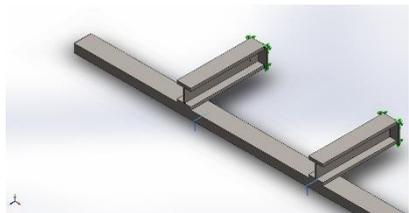


Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Número: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 3.50e-08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4.2nd-08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05th-11 N/m</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 80-10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.17 e-05/Kelvin</p>	Sólido 1(Redondeo1)(Antiempotramiento trasero)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Sobre caras planas-1		<p>Entidades: 2 caras(s)</p> <p>Tipo: Sobre caras planas</p> <p>Traslación: 0, 0, 0</p> <p>Unidades: Mm</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	89.5173	-180027	-15.4531	180027
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 2 aristas (s)</p> <p>Referencia: Arista < 1 ></p> <p>Tipo: Aplicar fuerza</p> <p>Valores: ---, ---, 180.000 N</p>



Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

No hay datos



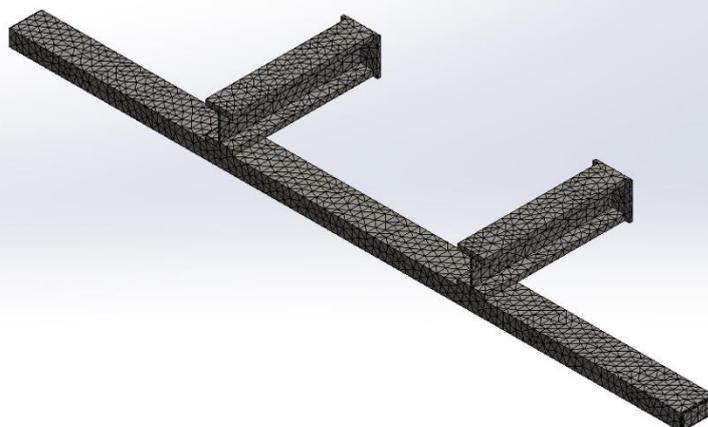
Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	27.4384 mm
Tamaño mínimo del elemento	27.4384 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	21666
Número total de elementos	11976
Cociente máximo de aspecto	7.7348
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	89.3
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo:Antiepotramiento trasero
Nombre de estudio:Examen 1 160KN-Predeterminado-1
Tipo de malla: Malla sólida



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	89.5173	-180027	-15.4531	180027

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Sum Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	Nm	0	0	0	0

Vigas

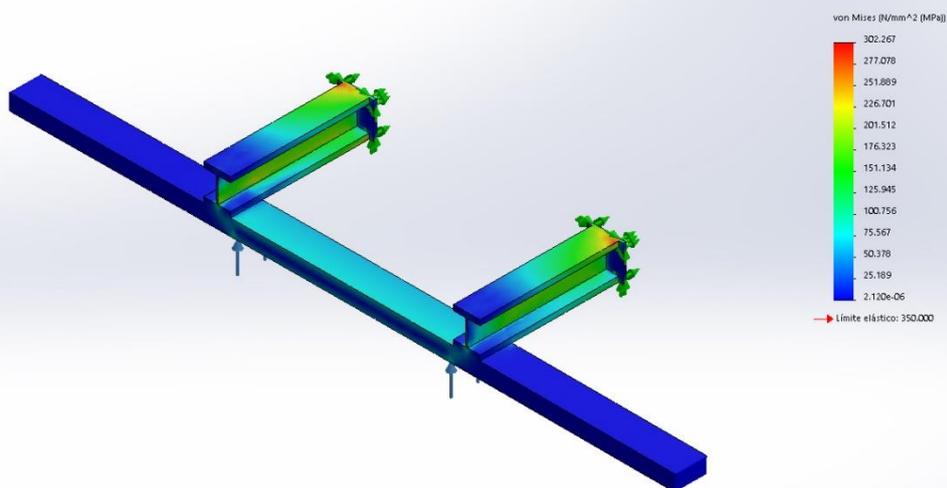
No hay datos



Resultados del estudio

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.120e-06 N/mm ² (MPa) Nodo: 1176	302.267 N/mm ² (MPa) Nodo: 4411

Nombre del modelo: Antiempotramiento trasero
 Nombre de estudio: Examen 1 180kN-Predefinido-1
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 1



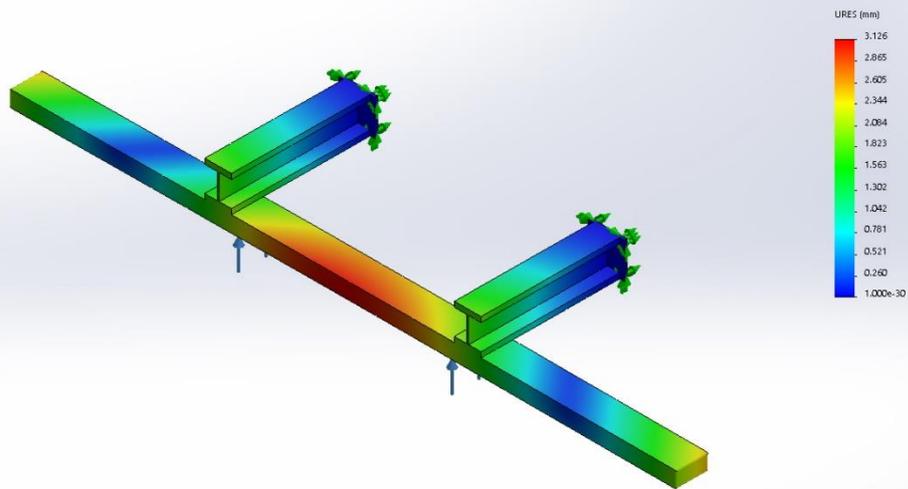
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antiempotramiento trasero-Examen 1 180kN-Tensiones-Tensiones1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e-00 mm Nodo: 47	3.126 mm Nodo: 577



Nombre del modelo: Antiepotramiento trasero
 Nombre de estudio: Examen 1 180kN-Predefinido.1
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento.1
 Escala de deformación: 1

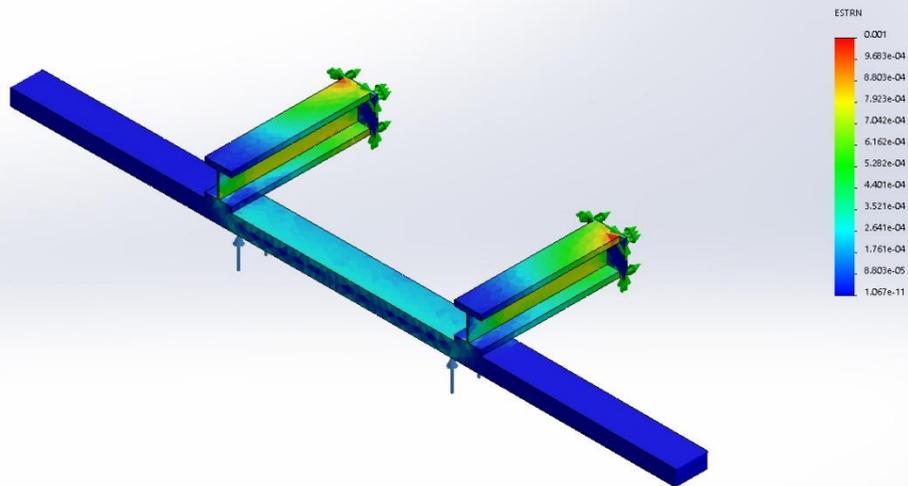


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antiepotramiento trasero-Examen 1 180kN-Desplazamientos-Desplazamientos1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación de la unidad equivalente	1.067e-11 Artículo: 7095	0.001 Artículo: 10949

Nombre del modelo: Antiepotramiento trasero
 Nombre de estudio: Examen 1 180kN-Predefinido.1
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 1



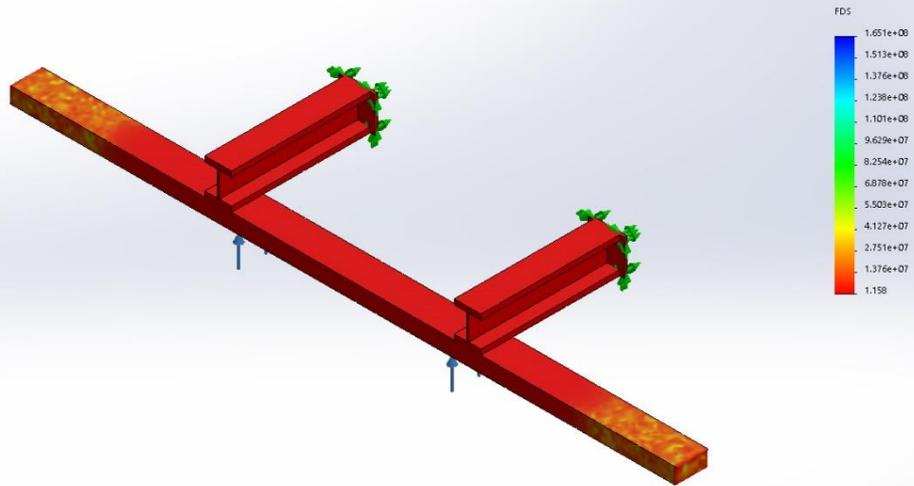
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antiepotramiento trasero-Examen 1 180kN-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Número	Tipo	Min Walk	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1.158 Nodo: 4411	1.651e-08 Nodo: 1176



Nombre del modelo: Antiepotramiento trasero
Nombre de estudio: Examen 1 180kN-Indeterminado.1
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.2



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Antiepotramiento trasero-Examen 1 180kN-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

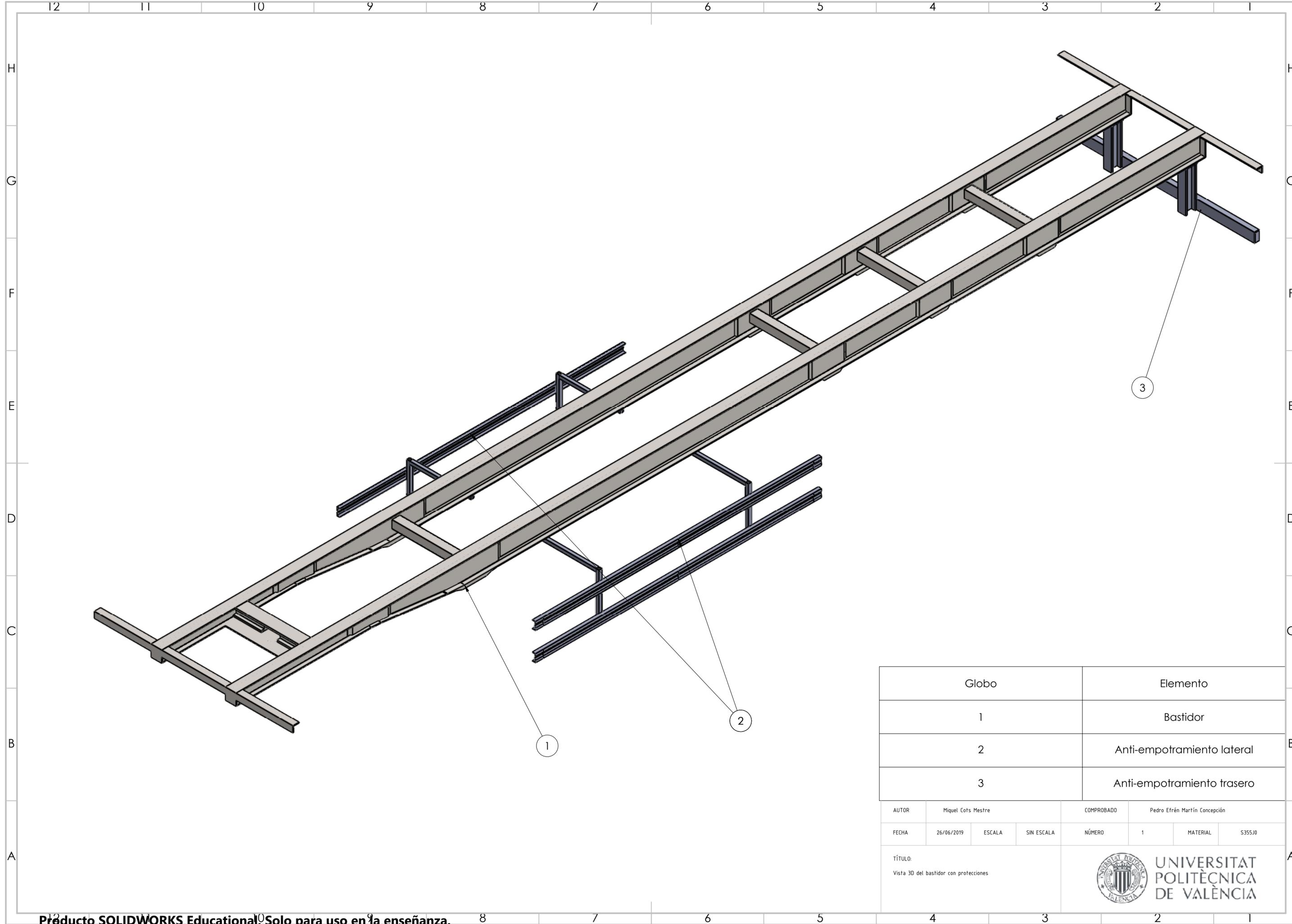
Conclusión



Anexo 4 Planos

Índice

- 1- 3D Bastidor con protecciones
 - 1.1-Distribución de elementos
- 2- Bastidor (Indicador)
 - 2.1- Despiece
 - 2.2- Larguero y distribución
 - 2.3- Travesaños
 - 2.4- Pletinas 1
 - 2.5- Pletinas 2
- 3- Anti-empotramiento lateral
- 4- Anti-empotramiento trasero



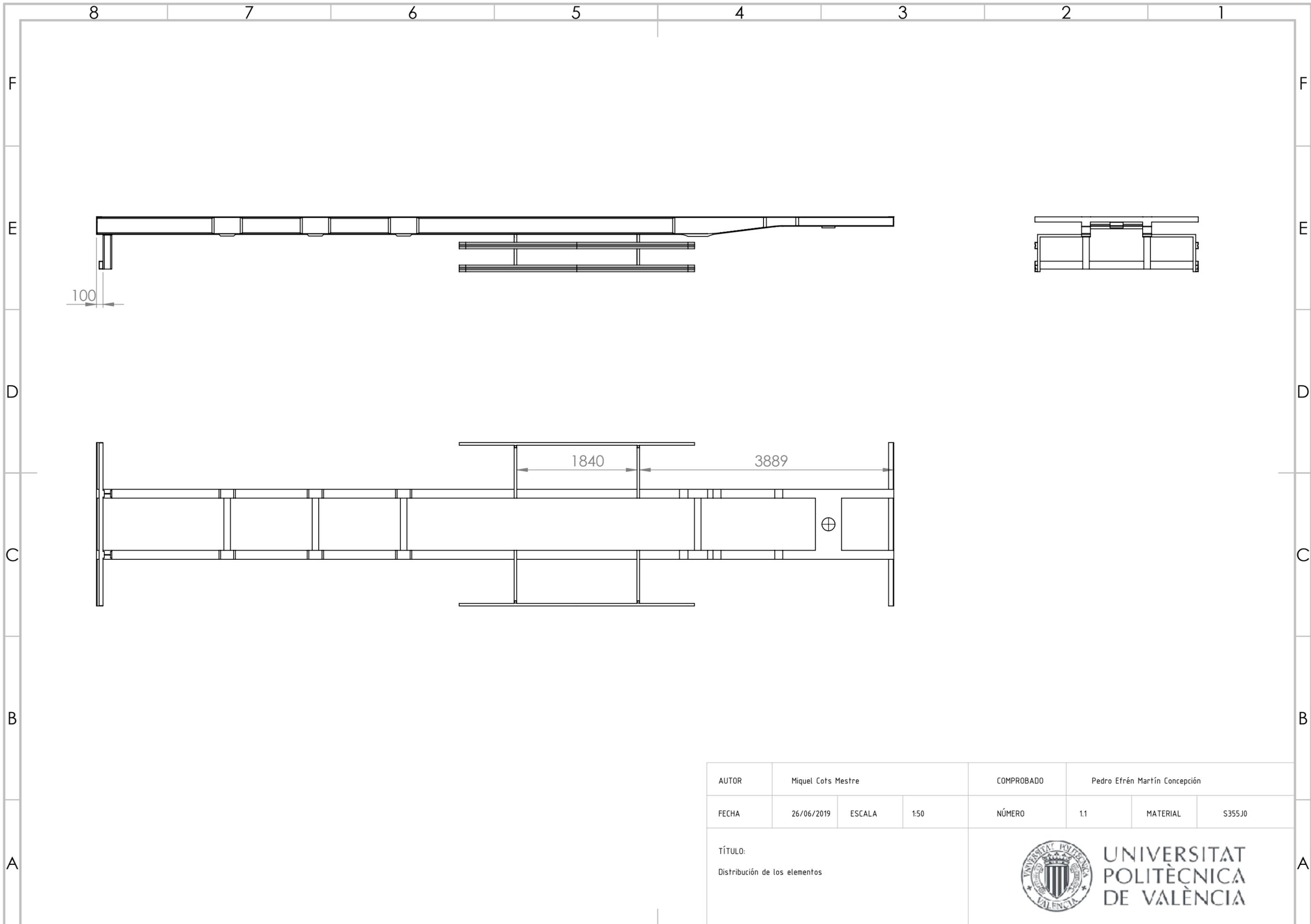
Globo	Elemento
1	Bastidor
2	Anti-empotramiento lateral
3	Anti-empotramiento trasero

AUTOR	Miquel Cots Mestre	COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción
FECHA	26/06/2019	ESCALA	SIN ESCALA
NÚMERO	1	MATERIAL	S355J0

TÍTULO:
Vista 3D del bastidor con protecciones



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

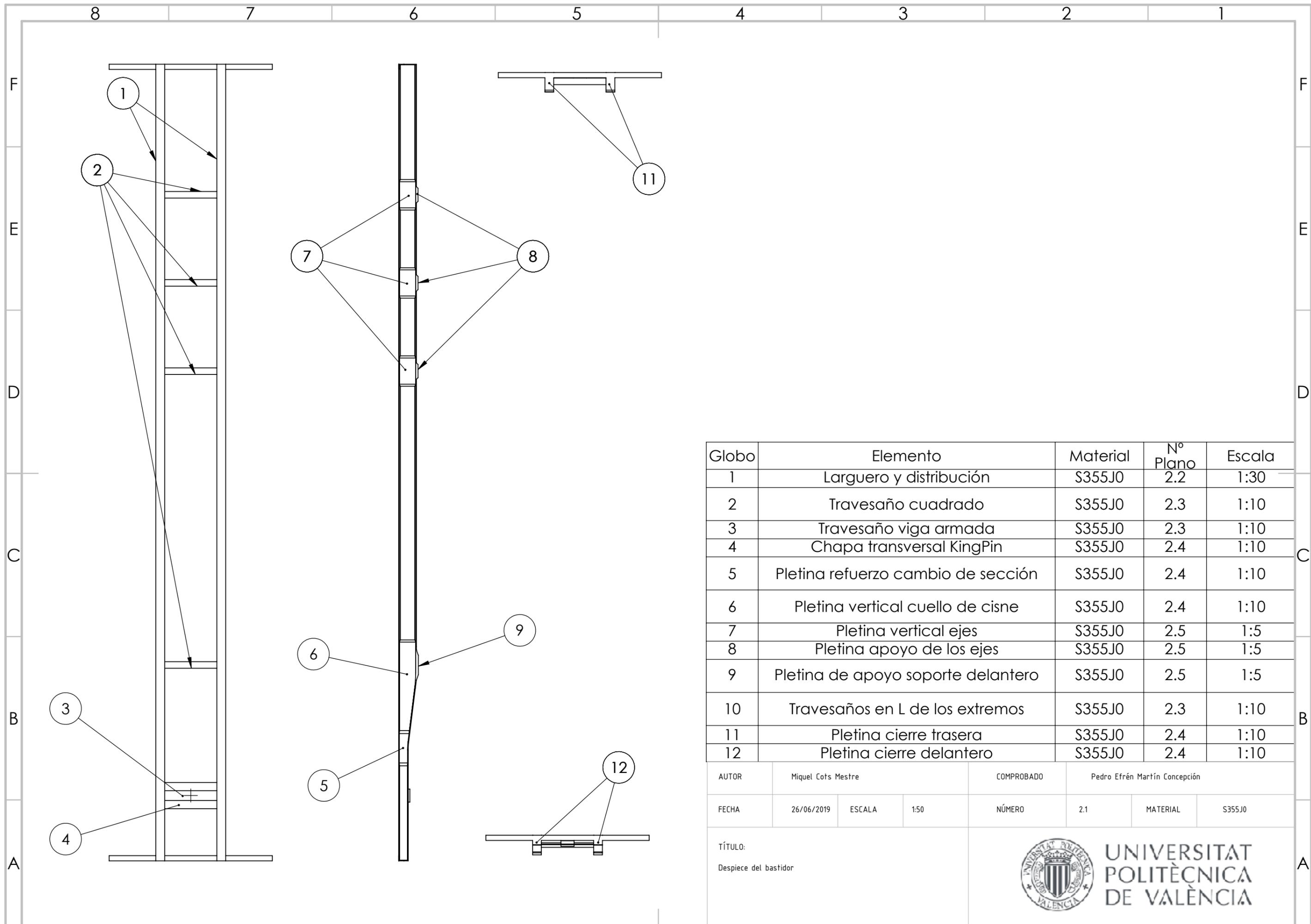


AUTOR	Miquel Cots Mestre			COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción		
FECHA	26/06/2019	ESCALA	1:50	NÚMERO	1.1	MATERIAL	S355J0

TÍTULO:
Distribución de los elementos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Globo	Elemento	Material	Nº Plano	Escala
1	Larguero y distribución	S355J0	2.2	1:30
2	Travesaño cuadrado	S355J0	2.3	1:10
3	Travesaño viga armada	S355J0	2.3	1:10
4	Chapa transversal KingPin	S355J0	2.4	1:10
5	Pletina refuerzo cambio de sección	S355J0	2.4	1:10
6	Pletina vertical cuello de cisne	S355J0	2.4	1:10
7	Pletina vertical ejes	S355J0	2.5	1:5
8	Pletina apoyo de los ejes	S355J0	2.5	1:5
9	Pletina de apoyo soporte delantero	S355J0	2.5	1:5
10	Travesaños en L de los extremos	S355J0	2.3	1:10
11	Pletina cierre trasera	S355J0	2.4	1:10
12	Pletina cierre delantero	S355J0	2.4	1:10

AUTOR	Miquel Cots Mestre			COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción		
FECHA	26/06/2019	ESCALA	150	NÚMERO	2.1	MATERIAL	S355J0

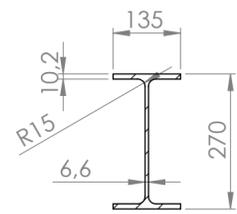
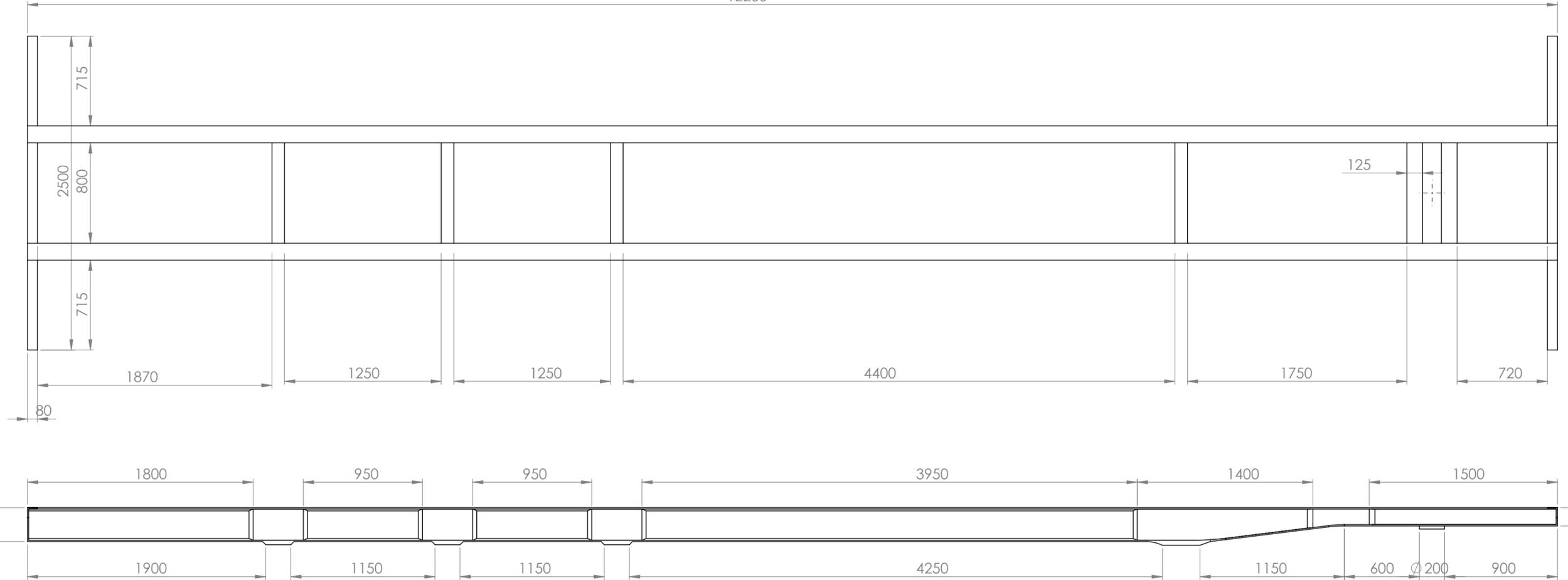
TÍTULO:
Despiece del bastidor



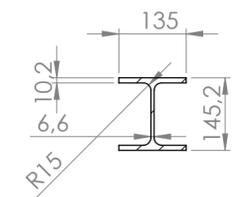
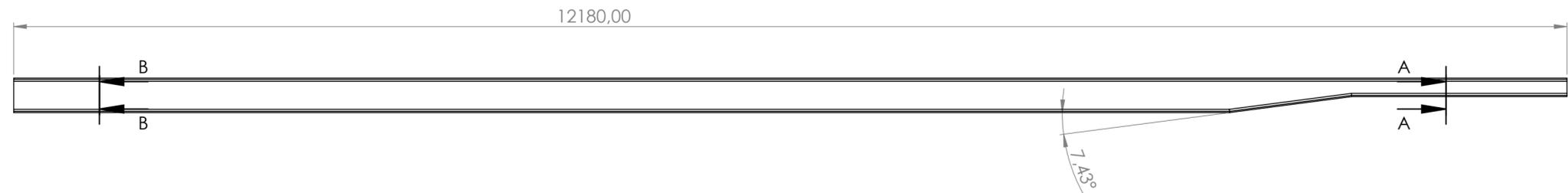
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

DISTRIBUCIÓN
ESCALA 1 : 25

12200



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 10



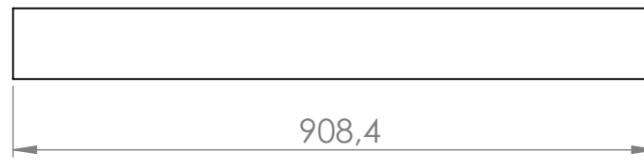
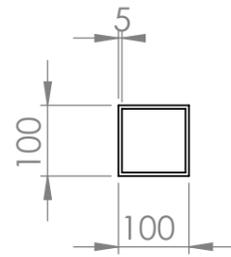
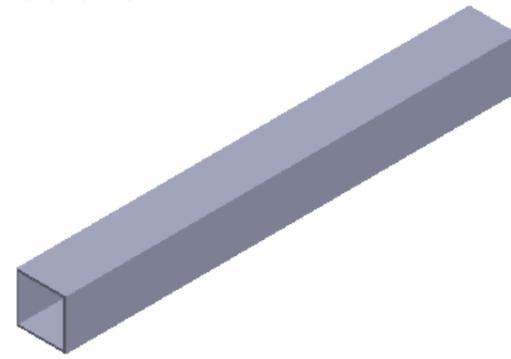
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

AUTOR	Miquel Cots Mestre	COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción				
FECHA	26/06/2019	ESCALA	1:30	NÚMERO	2.2	MATERIAL	S355J0

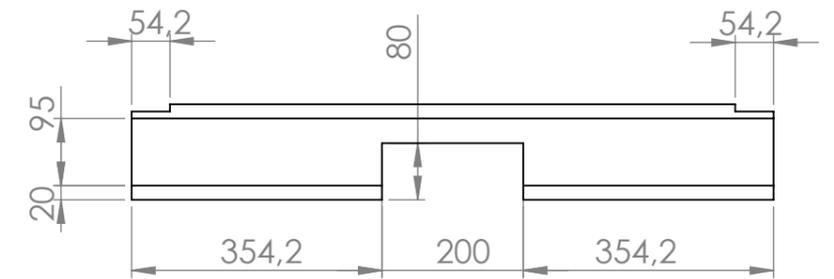
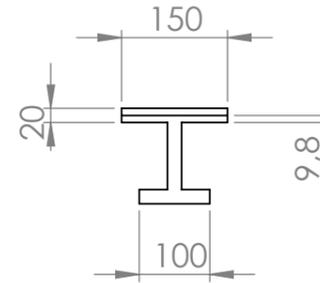
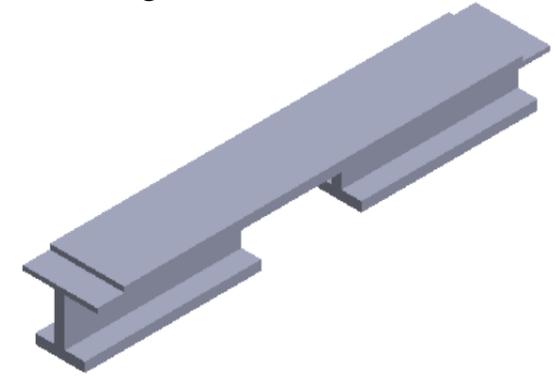
TÍTULO:
Larguero y distribución



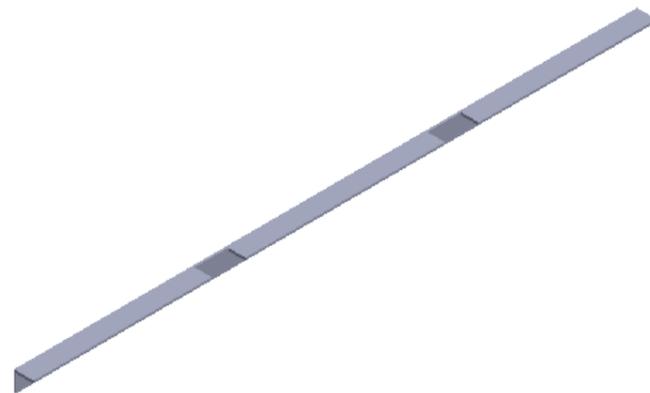
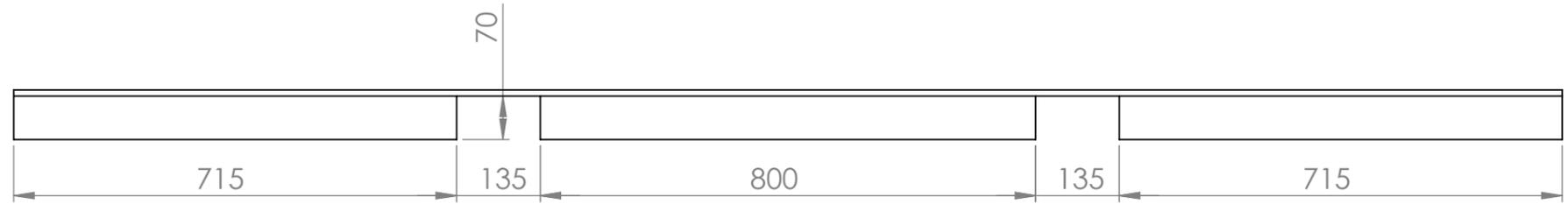
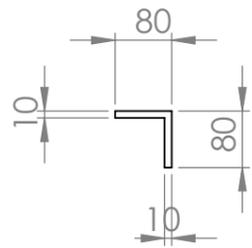
2. Traesaño cuadrado



3. Travesaño viga armada



10. Travesaños L extremos



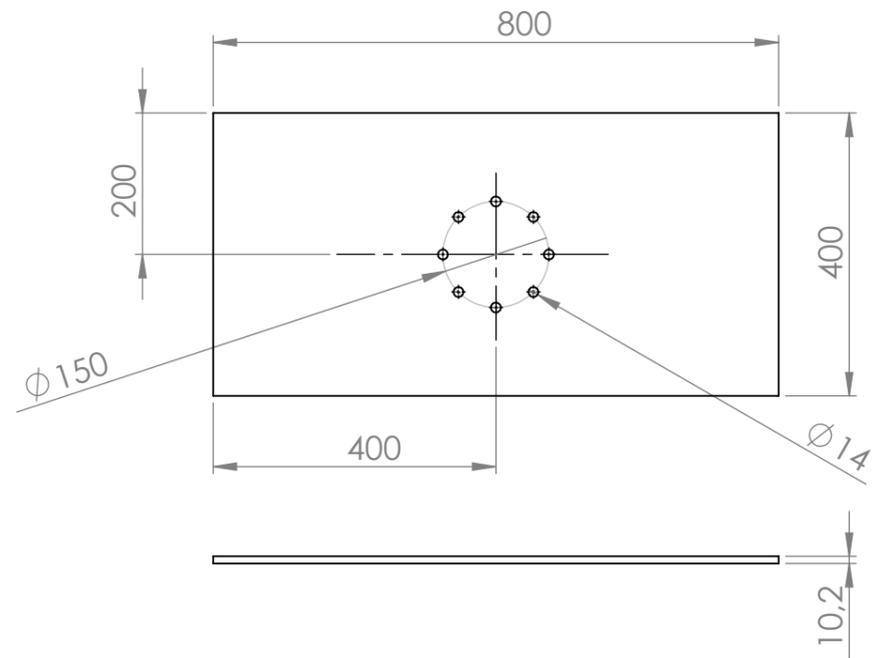
AUTOR	Miquel Cots Mestre			COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción		
FECHA	26/06/2019	ESCALA	1:10	NÚMERO	2.3	MATERIAL	S355J0

TÍTULO:
Travesaños

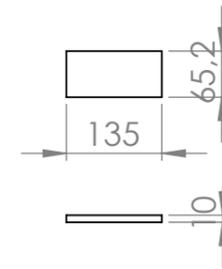


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

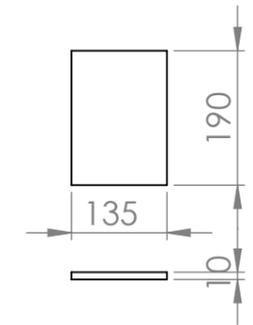
4. Chapa transversal King Pin



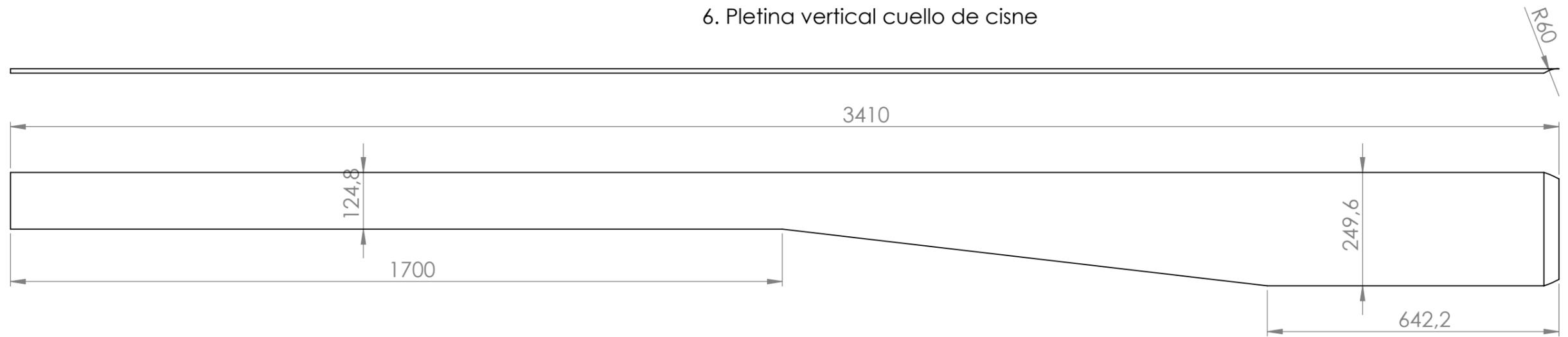
12. Pletina cierre delantera



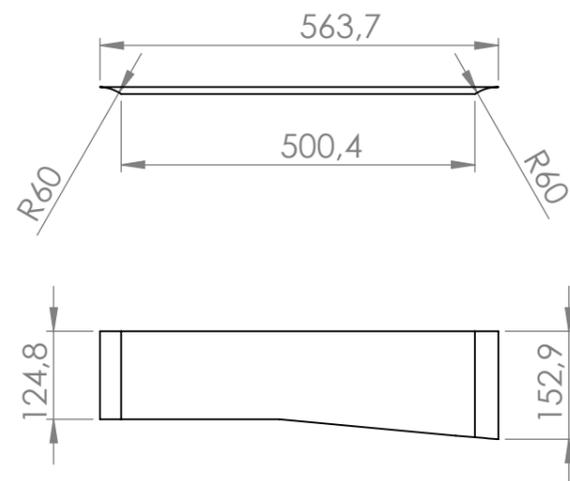
11. Pletina cierre trasera



6. Pletina vertical cuello de cisne



5. Pletina refuerzo cambio de sección

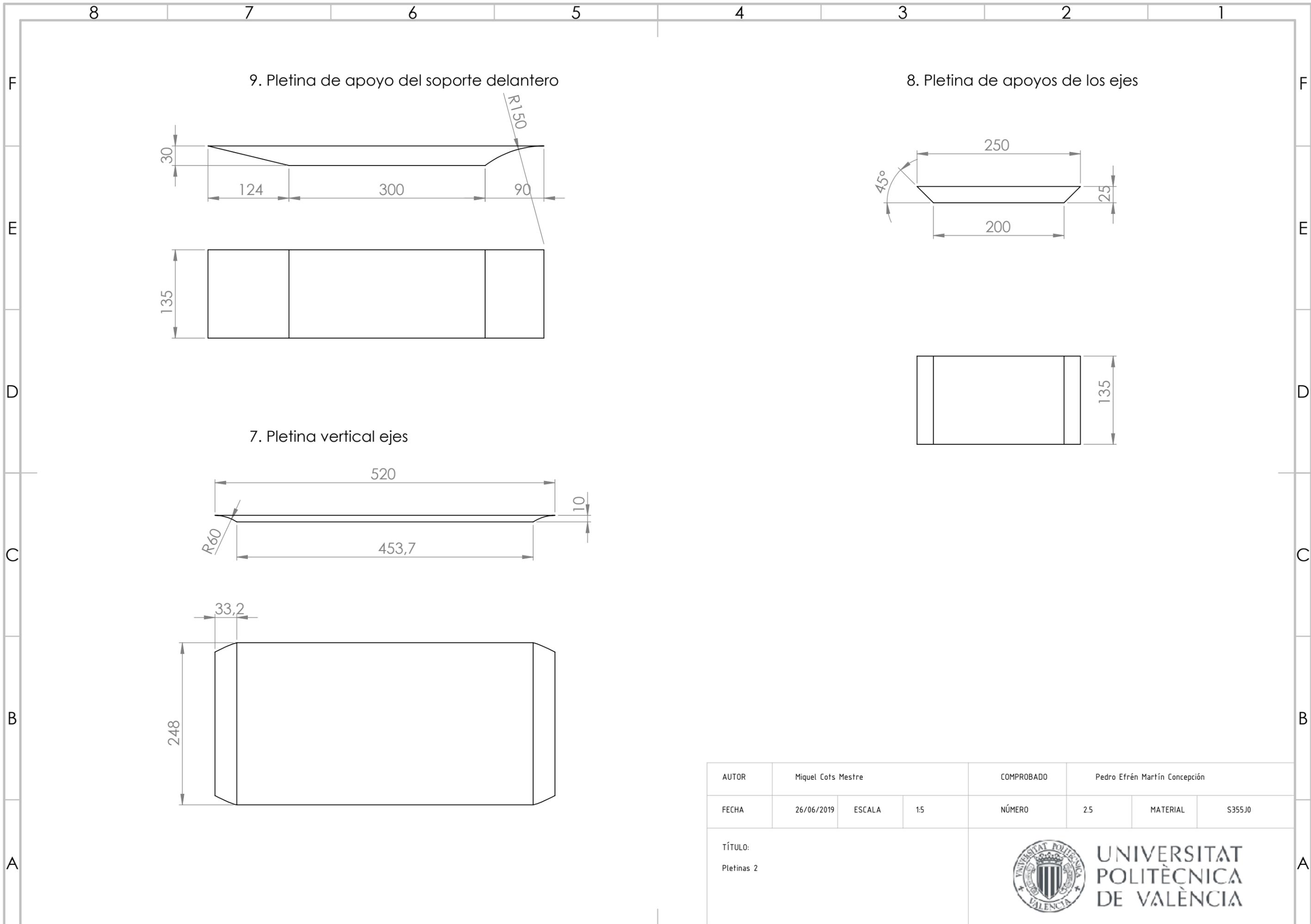


AUTOR	Miquel Cots Mestre			COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción		
FECHA	26/06/2019	ESCALA	1:10	NÚMERO	2.4	MATERIAL	S355J0

TÍTULO:
Pletinas 1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

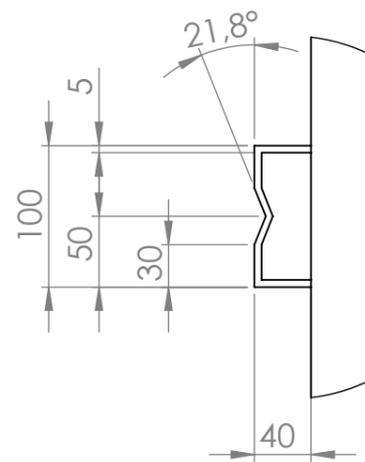
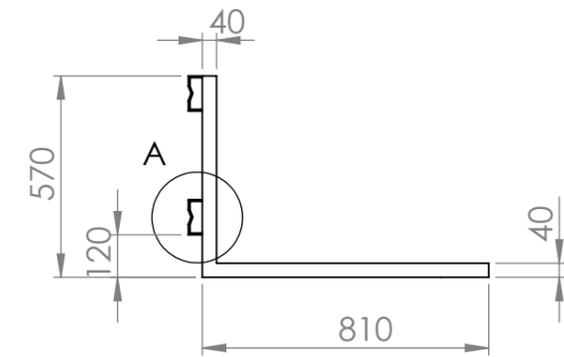
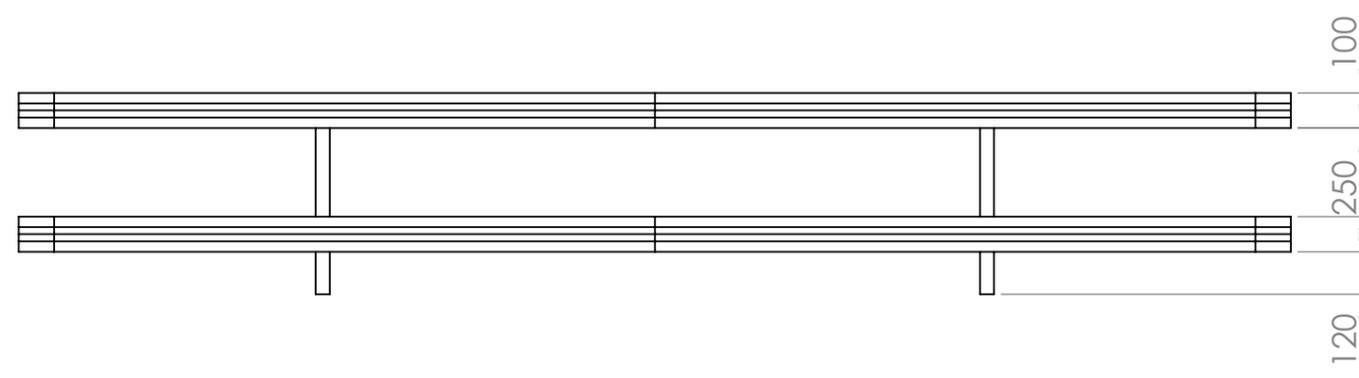
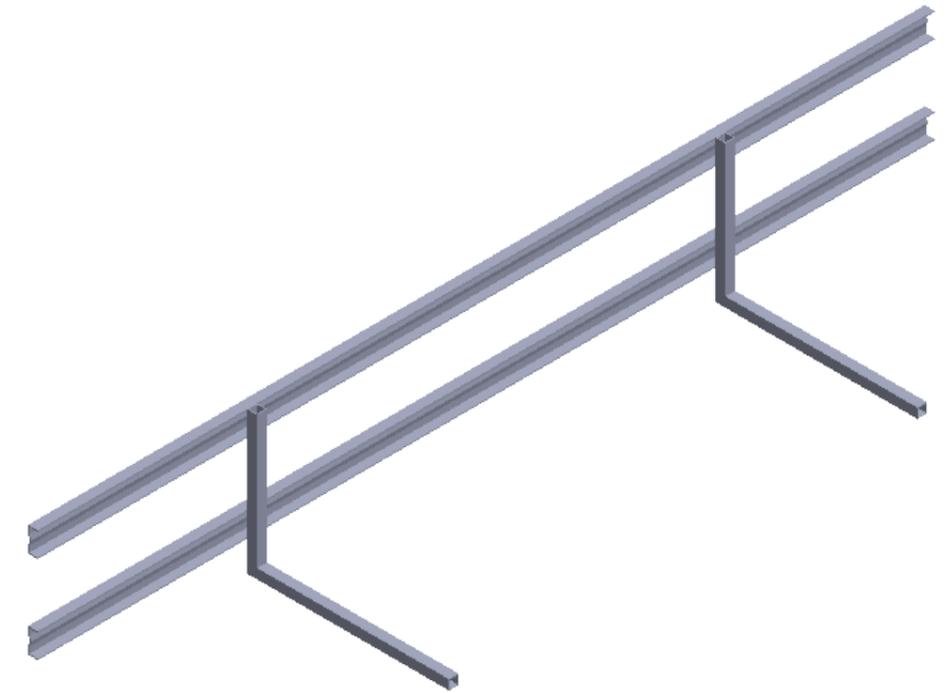


AUTOR	Miquel Cots Mestre			COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción		
FECHA	26/06/2019	ESCALA	1:5	NÚMERO	2.5	MATERIAL	S355J0

TÍTULO:
Pletinas 2



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



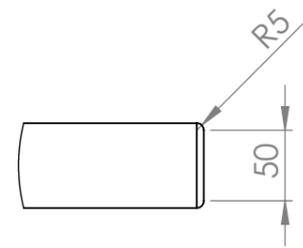
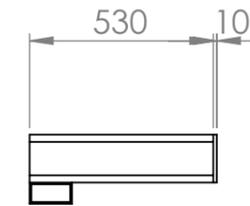
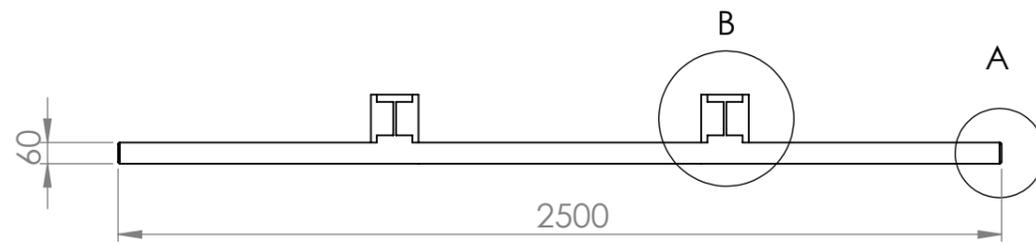
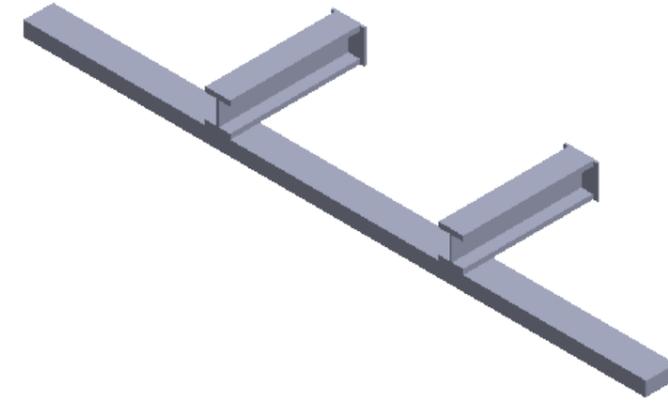
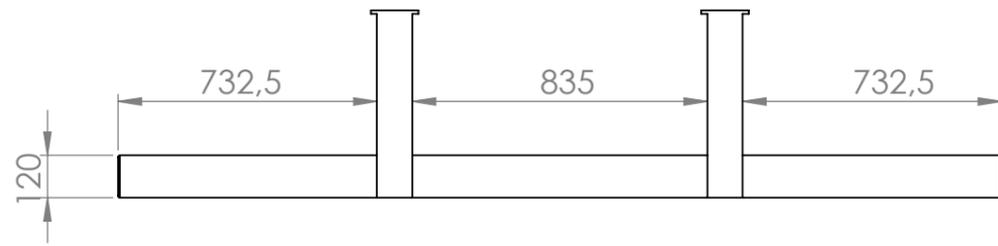
DETALLE A
ESCALA 1 : 5

AUTOR	Miquel Cots Mestre			COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción		
FECHA	26/06/2019	ESCALA	1:20	NÚMERO	3	MATERIAL	S355J0

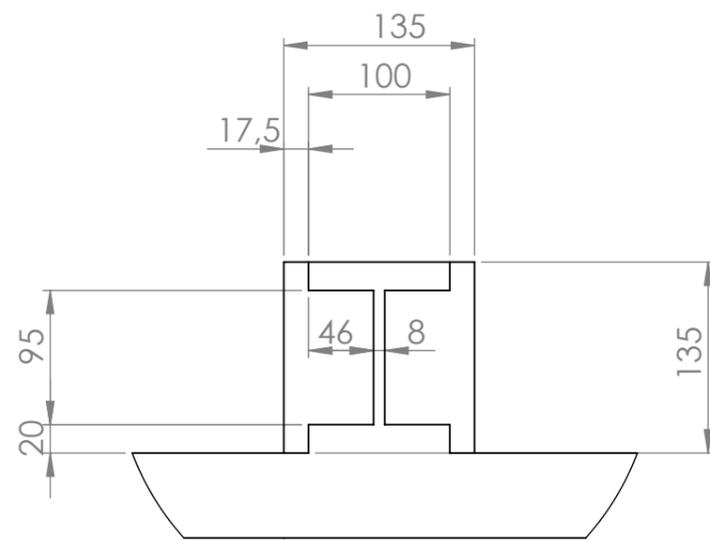
TÍTULO:
Antiepatramiento lateral



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

AUTOR	Miquel Cots Mestre			COMPROBADO	Pedro Efrén Martín Concepción		
FECHA	26/06/2019	ESCALA	1:20	NÚMERO	4	MATERIAL	S355J0

TÍTULO:
Antiempotramiento trasero



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA