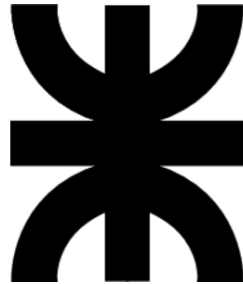


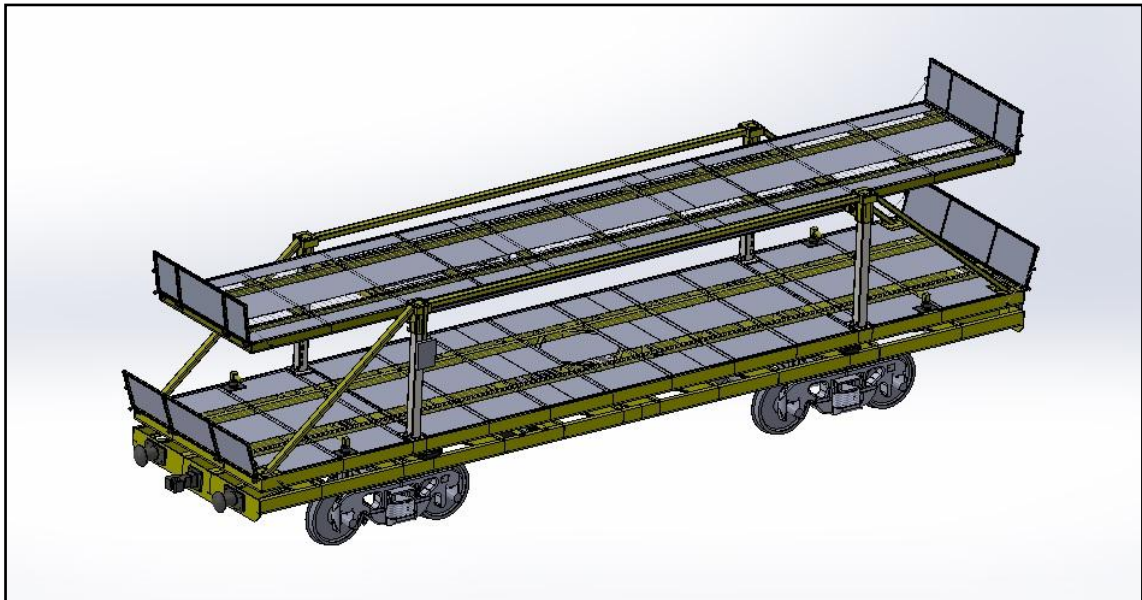
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL VILLA MARÍA



Tesis de grado:

INGENIERÍA MECÁNICA



PROYECTO FINAL

“PLATAFORMA PORTAVEHÍCULOS FERROVIARIA”

Autor: Nores Morello Rodrigo Alejandro

Docentes: Ing. Di Cola Américo - Ing. Costamagna Marcelo

Año 2018



Villa María, 20 de Diciembre de 2018

En la mesa de examen del día de la fecha, el alumno Nores Morello Rodrigo Alejandro, presentó el trabajo de grado correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica en la UTN Facultad Regional Villa María. El tribunal examinador estuvo compuesto por el docente Titular de la Cátedra Proyecto Final, Ing. Di Cola Américo, el docente Jefe de Trabajos Prácticos, Ing. Costamagna Marcelo, y por el Director de Departamento de Ingeniería Mecánica, Ing. Fernández Huber.

El tribunal examinador determinó que el alumno aprobó el examen con la siguiente calificación:

.....

.....

Ing. Di Cola Américo

Titular de la Cátedra

.....

Ing. Costamagna Marcelo

JTP de la Cátedra

.....

Ing. Fernández Huber

Director Dpto. Ing. Mecánica



20 de Diciembre de 2018

Cátedra: "Proyecto Final"

Curso 5º año - Ingeniería Mecánica UTN FRVM

Ing. Di Cola Américo - Ing. Costamagna Marcelo

Estimados Sres.:

Me dirijo a ustedes, con el motivo de presentar el trabajo: "Plataforma portavehículos ferroviaria" de la asignatura "Proyecto Final", del quinto nivel de la carrera Ingeniería Mecánica, en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María, luego de haberla cursado de manera anual en el Ciclo lectivo 2014.

Con el presente trabajo pretendo formalizar dicha cuestión; la cual tiene aplicado los temas del programa, cumpliendo con los objetivos y fundamentos de la cátedra.

Sin otra cuestión los saluda atentamente,

Nores Morello Rodrigo A.

Legajo N° 6408

Agradecimientos

Gracias a la vida por permitirme tener y disfrutar de mi Familia, gracias a ellos por haberme hecho fuerte en muchos aspectos. Gracias a Dios porque cada día me demuestra lo hermosa y justa que puede llegar a ser la vida; gracias por permitirme vivir y disfrutar de éste y de cada día.

Agradezco a mis padres por ser los principales promotores de este sueño, gracias a ellos por haber confiado y creído en mí, en mis expectativas, en ayudar a mantener siempre la ilusión viva, gracias por inculcarme el estudio desde el primer día. Le agradezco con amor a mi viejo, aunque ya no esté conmigo, estoy seguro de que todo este tiempo estuvo guiándome y dando fuerzas desde algún lado, sin duda fue uno de los principales motores para seguir adelante. Siento que su corta compañía en mi vida fue la necesaria para convertirme en lo que soy. ¡Gracias por todo Papá!

Una de las principales características de esta vida es que la podemos compartir y disfrutar con quienes queremos, ayudando a muchas personas, pero también podemos ser ayudados; es por esto mismo que quiero exaltar la labor de todos mis amigos, ya que sus participaciones en las diferentes etapas fueron fundamentales para mí. A todos ellos que estuvieron presentes durante toda o la mayor parte de este camino, que con respeto y decencia realizaron aportes muy valiosos hacia mi persona, les estaré siempre agradecido.

El desarrollo de esta Tesis no lo puedo catalogar como algo fácil, pero lo que sí puedo hacer es afirmar que durante todo este tiempo pude disfrutar de cada momento, de cada etapa que se concretó dentro de ella, y no fue porque simplemente me dispuse a que fuera así, sino porque encontré la ración justa de valores en cada persona que la vida me presentó.

“Siembra una buena y sincera amistad, y muy probablemente el tiempo te permitirá disfrutar de una agradable cosecha”.

Quiero agradecer a la UTN Villa María, por permitir formarme en ella en todo sentido, gracias a las personas que fueron partícipes en este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, siendo protagonistas en realizar su aporte, que al día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso como alumno de esta hermosa Facultad. Desde el primer día que entré a la institución me sentí

muy valorado, ya que en ella me han tratado muy bien siempre, ayudándome en muchos aspectos de vida cuando lo necesité.

Si hay quienes llevan la responsabilidad de formarnos y guiarnos en este largo camino, son los Docentes de Ing. Mecánica de la UTN Villa María. La carrera dispone de un valioso plantel, con muchos conocimientos no solamente teóricos sino prácticos, puesto que ellos se desempeñan en los mejores trabajos como profesionales, compartiendo siempre sus experiencias. Aquí hay gente muy valiosa en todo sentido.

También quiero destacar la participación de todos los compañeros de estudio con que he compartido a lo largo de estos años, ya que de cada uno de ellos me he llevado algo bueno.

Deseo hacer una mención especial a mis compañeros de trabajo de la UTN Villa María, que fueron mi mayor sostén durante la última etapa este proceso, un gran apoyo y sustento emocional para que en cada día pudiese continuar sin bajar los brazos, a todos ellos les agradezco con todo mi ser.

Este es un momento muy especial que espero perdure en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes fueron partícipes de una u otra manera a lo largo de todos estos años. No ha sido un camino sencillo, pero gracias a su amor, a su inmensa bondad, a sus valores y continuo apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha transformado en uno de los momentos más hermosos de mi vida. Les agradezco de corazón y expreso mi gran afecto hacia todos ustedes.

Finalmente quiero agradecer a los que estuvieron desde un comienzo o en algún momento, y que hoy ya no están por diferentes motivos. Así es la vida, la clave para llegar al “hoy” y lograr en lo que me he transformado, fue aceptar a las diferentes circunstancias de la vida.

Gracias a todos por permitirme cumplir con excelencia el desarrollo de esta Tesis. Gracias a la vida por este nuevo triunfo, y a todas las personas que me apoyaron para la culminación de esta etapa.

Gracias por creer en mí. ¡Estoy feliz!

Rodrigo.-

Resumen

El presente proyecto es el resultado de un proceso de trabajo en el marco de la Cátedra “Proyecto Final” de la carrera de grado de Ingeniería Mecánica en la UTN Facultad Regional Villa María. Trata de una plataforma ferroviaria remolcada capaz de transportar vehículos automóviles.

Para poder llevarlo a cabo, fue necesario una investigación previa, un diseño y cálculos pertinentes; todo ello bajo Normas como marco legal reglamentario. La CNRT (Comisión Nacional de Regulación del Transporte) es la encargada de establecer dichas pautas en el Territorio Nacional Argentino.

La metodología a emplear, consistió en la investigación y diseño, basado en un estudio preliminar en el rubro del transporte de mercancías, utilizando recursos informáticos. La obtención de la información se realizó a partir de la lectura de bibliografía especializada, normas y consultas a especialistas.

Como resultados se obtuvieron:

- ✓ Cálculos y diseño técnico-económico fiables bajo Norma, con el fin de mejorar las condiciones en el transporte de automóviles.
- ✓ Propuesta de una alternativa de innovación en el mercado de dicho rubro.

En conclusión, será posible exponer soluciones con diferentes criterios de ingeniería al transporte ferroviario, obteniendo resultados capaces de satisfacer las necesidades del actual sistema de transporte argentino.

Palabras Claves: Ingeniería mecánica. Transporte ferroviario. CNRT.

Abstract

The present project is the result of a work process within the framework of the "Final Project" career of the degree course in Mechanical Engineering at the UTN Villa María Regional Faculty. It is a towed railway platform capable of transporting motor vehicles.

To be able to carry it out, it was necessary a previous investigation, a design and pertinent calculations; all under Rules as regulatory legal framework. The CNRT (National Commission for the Regulation of Transport) is responsible for establishing these guidelines in the Argentine National Territory.

The methodology to be employed consisted of research and design, based on a preliminary study in the field of freight transport, using computer resources. The information was obtained from the reading of specialized bibliography, standards and consultations with specialists.

As results were obtained:

- ✓ Reliable technical and economic calculations and design under Rules, in order to improve the conditions in the transport of automobiles.
- ✓ Proposal for an innovation alternative in the market for this item.

In conclusion, it will be possible to expose solutions with different engineering criteria to rail transport, obtaining results capable of satisfying the needs of the current Argentine transport system.

Keywords: Mechanical engineering. Railway transport. CNRT.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Historia.....	2
1.2. Sistema ferroviario Argentino.....	4
1.3. Transporte ferroviario.....	21
1.3.1. Estructura de las vías férreas.....	22
1.3.2. Material rodante.....	23
1.3.2.1. Material motor.....	24
1.3.2.2. Material remolcado.....	25
1.4. Proyecto.....	33
1.4.1. Objetivo.....	34
1.4.2. Marco Legal.....	35
1.4.3. Justificación.....	35

2. DESARROLLO

2.1. Estructura.....	39
2.1.1. Chasis planta alta.....	40
2.1.1.1. Diseño.....	40
2.1.1.2. Cálculos.....	41
2.1.2. Columnas.....	46
2.1.2.1. Diseño.....	46
2.1.2.2. Cálculos.....	46
2.1.2.3. Verificación dinámica.....	48
2.1.2.4. Verificación método elementos finitos.....	52
2.1.3. Chasis flotante.....	55
2.1.3.1. Diseño.....	55
2.1.3.2. Cálculos.....	55
2.1.3.3. Verif. método elementos finitos. Posición giro.....	56
2.2. Chasis principal.....	58
2.2.1. Diseño.....	58
2.2.2. Cálculos.....	59
2.2.2.1. Viga de sección variable.....	59
2.2.2.2. Tensiones tangenciales de corte por flexión.....	63
2.2.3. Soldadura.....	64

2.2.3.1.	Generalidades.....	64
2.2.3.2.	Cálculos.....	65
2.2.3.2.1.	Soldadura N°1.....	66
2.2.3.2.2.	Soldadura N°2.....	68
2.3.	Mecanismos.....	71
2.3.1.	Sistema de ascenso/descenso planta alta.....	72
2.3.1.1.	Cálculos.....	74
2.3.1.1.1.	Cilindro hidráulico.....	76
2.3.1.1.2.	Bomba hidráulica.....	77
2.3.1.1.3.	Conductos.....	80
2.3.1.1.4.	Dimensionamiento de cables y poleas.....	81
2.3.2.	Sistema de giro de plataforma.....	82
2.3.2.1.	Selección de la corona de orientación.....	86
2.3.2.2.	Cálculos.....	86
2.3.2.2.1.	Motor hidráulico.....	88
2.3.2.2.2.	Conductos.....	91
2.3.3.	Diseño y selección de la unidad de potencia.....	91
2.3.4.	Características.....	94
2.3.5.	Esquema hidráulico.....	98
2.3.6.	Conclusiones.....	100
2.4.	Elementos complementarios.....	101
2.4.1.	Bogie.....	101
2.4.1.1.	Cálculo perno central.....	103
2.4.1.2.	Verificación perno central método elementos finitos.....	105
2.4.1.3.	Resortes helicoidales para bogies.....	107
2.4.1.4.	Verificación a la fatiga del resorte externo.....	110
2.4.1.5.	Verificación a la fatiga del resorte interno.....	112
2.4.2.	Rampas.....	113
2.4.2.1.	Verificación.....	113
2.4.3.	Enclaves de seguridad.....	115
2.4.3.1.	Cálculo vástago.....	115
2.4.3.2.	Verificación vástago método de elementos finitos.....	117
2.4.4.	Pistas de rodadura.....	119

2.4.5. Pisos.....	120
2.4.6. Enganches.....	121
2.4.7. Parachoques.....	122
2.4.8. Equipo de freno.....	123
2.5. Generalidades de la plataforma.....	124
2.5.1. Secuencia de funcionamiento p/ubicación de los vehículos.....	125
2.6. Sistema de codificación de piezas.....	127
2.7. Planos.....	128
3. CONCLUSIONES.....	130
4. GLOSARIO.....	131
5. REFERENCIAS.....	132
6. ANEXOS.....	133
6.1. Lista Maestra de Ingeniería.....	134
6.2. Planimetría.....	135

1. INTRODUCCIÓN

El transporte ferroviario es un sistema de traslado a gran escala de personas y mercancías guiado sobre una vía férrea, con ruedas (bogies) que se desplazan sobre rieles paralelos y arrastrados por otro vehículo motor denominado locomotora, que es donde se genera la energía necesaria para el movimiento del conjunto. Existen diferentes tipos de materiales rodantes, ya sea en la parte motriz como en la remolcada.

En este trabajo se desarrolló una plataforma remolcada capaz de transportar vehículos automóviles convencionales, ya sea desde una fábrica hasta los diferentes puntos de venta, como así también siendo útil para prestar un servicio de traslado.

Para llevar a cabo al denominado proyecto “Plataforma portavehículos ferroviaria”, debido a su elevada labor y complejidad, fue necesario dividirlo al mismo en varias etapas; comenzando por una investigación previa, desarrollo de un diseño, cálculos y verificaciones, todo ello bajo la Normativa ferroviaria argentina [1], siempre buscando la innovación tecnológica para obtener mejores resultados. Otras etapas importantes fueron; la elaboración del conjunto, subconjuntos y sus respectivos componentes, como así también los correspondientes planos, todo ello a través del software de diseño “Solidworks”. Además se utilizaron herramientas para la verificación de las partes más críticas de la estructura.

En la Figura N°1, se muestra el despliegue realizado en este tipo de transporte.



Figura N° 1: Transporte automotriz ferroviario

1.1. Historia

La primera noticia de un sistema de transporte sobre carriles fue una línea de 3 kilómetros que seguía el camino Diolkos (Antigua Grecia), y se utilizaba para transportar botes sobre plataformas a lo largo del Istmo de Corinto durante el siglo VI a.C. Las plataformas eran empujadas por esclavos y se guiaban por hendiduras excavadas sobre la piedra. La línea se mantuvo funcionando durante 600 años.

Los transportes sobre carriles comenzaron a reaparecer en Europa tras la Alta Edad Media. A partir de 1550, las líneas de vía estrecha con carriles de madera empezaron a generalizarse en las minas europeas, siendo la evolución de estos sistemas que llevó a la aparición del primer tranvía permanente en 1810, el «Leiper Railroad» en Pensilvania.

El primer ferrocarril propiamente como tal (con carriles de hierro) tenía rieles formados por un cuerpo de madera recubierto por una chapa, y fue fabricado en 1768. En un principio solo existían lazos de final de línea para invertir las composiciones, pero pronto aparecieron los cambios de agujas. A partir de 1790 se utilizaron los primeros carriles completamente de acero en Reino Unido. En 1803, William Jessop inauguró la línea «Surrey Iron Railway» al sur de Londres, siendo el primer ferrocarril público de tracción de sangre (tirado por caballos). La invención del hierro forjado en 1820 permitió superar los problemas de estos primeros carriles, que eran frágiles y cortos. En 1857 comenzaron a fabricarse carriles de acero definitivamente.

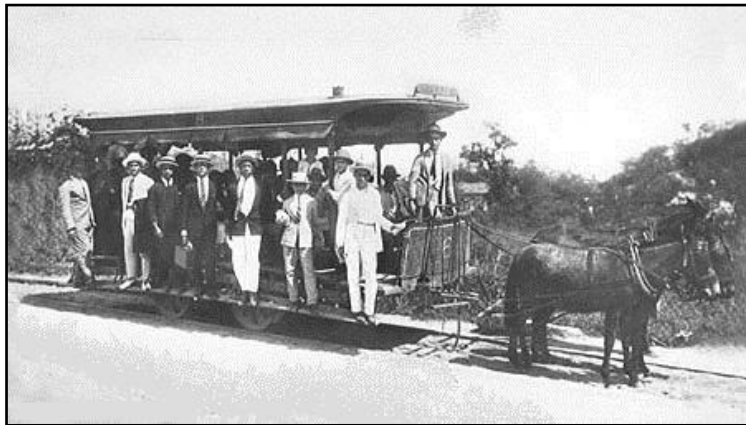


Figura N° 2: Comienzos del transporte ferroviario

Por otra parte, el desarrollo del motor de vapor impulsó a la idea de crear locomotoras que pudieran arrastrar trenes por líneas. La primera fue patentada por James Watt en 1769 y revisada en 1782, pero los motores eran demasiado pesados y generaban poca presión como para ser empleados en locomotoras. Luego en 1804, utilizando un motor de alta precisión, Richard Trevithick presentó la primera locomotora capaz de arrastrar un tren en Merthyr Tydfil (Reino Unido). En 1811, John Blenkinsop diseñó la locomotora funcional que se presentó en la línea entre Middleton y Leeds, denominada “Salamanca”.

George Stephenson, conocido como el “padre de los ferrocarriles”, en 1825 construyó la “Locomotion” para la línea entre Stockton y Darlington, al noreste de Inglaterra, que fue la primera locomotora de vapor que arrastró trenes de transporte público. Luego en 1829 también construyó la locomotora “The Rocket”, siendo famosa porque ganó el concurso de “Rainhill”, ya que contaba con caja de fuego, caldera pirotubular alrededor del hogar y tiro forzado, todos elementos de construcción esenciales que se conservaron hasta el final de la era de las locomotoras de vapor. El éxito de estas llevó a Stephenson a crear la compañía constructora de locomotoras de vapor, utilizadas en las líneas de Europa y Estados Unidos.

En 1830 se inauguró la primera línea de ferrocarril interurbano, desarrollada entre Liverpool y Mánchester. La vía utilizada era del mismo tipo que otras anteriores, como la del ferrocarril entre Stockton y Darlington. Su ancho era de 1.435 mm, actualmente conocido como ancho internacional ya que es utilizado por aproximadamente el 60% de los ferrocarriles actuales. En los años siguientes, el éxito de las locomotoras de vapor hizo que las líneas de ferrocarril y las locomotoras se extendieran por todo el mundo.

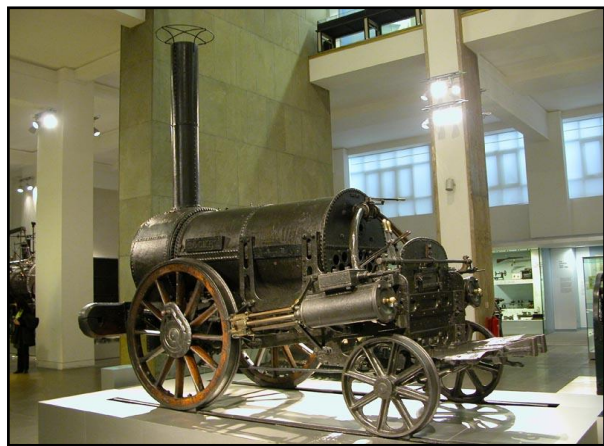


Figura N° 3: Locomotora “The Rocket”

En 1879 Siemens en Berlín introdujo cables de alimentación a ferrocarriles en tranvías. Las locomotoras de vapor necesitan un mantenimiento bastante elevado para funcionar, que tras la Segunda Guerra Mundial, los costes de personal se incrementaron de modo muy considerable, lo que hizo que la tracción a vapor se encareciera sobre el resto. Al mismo tiempo, la guerra impulsó el desarrollo de los motores de combustión interna, que hicieron a las locomotoras diesel más económicas y potentes. Esto causó que varias compañías ferroviarias iniciaran programas para convertir todas sus locomotoras para líneas no electrificadas en locomotoras diesel. Luego la crisis del petróleo de 1973 cambió la tendencia a la baja de los tranvías.

Durante los años 70, se introdujo una automatización mayor, especialmente en el transporte interurbano, reduciendo los costes de operación. En los años 90, el foco de atención se situó en mejorar la accesibilidad, convirtiendo el tren en la solución al transporte de los discapacitados. La innovación en nuevos sistemas de ferrocarril continúa actualmente, especialmente en campos como la alta velocidad.

Actualmente se considera de alta velocidad el ferrocarril que supera los 250 km/h de media. En este sentido, en 1964, se inauguró en Japón la primera línea de alta velocidad ferroviaria, llamado Shinkansen, tren bala, para resolver el problema de transporte entre las pobladas ciudades del país. Con el tiempo, este sistema se extendió por otros países, como Francia, España y Alemania, lo que hizo recuperar al viajero interurbano.

1.2. Sistema ferroviario Argentino

La red ferroviaria argentina con 47 059 km de vías, llegó a ser una de las más grandes del mundo, siendo la más extensa de Latinoamérica y ocupando la octava posición a nivel mundial. Logró tener cerca de 100 000 km de rieles, pero el levantamiento de vías y el énfasis puesto en el transporte por rutas fueron reduciéndola progresivamente, dejándola en la actualidad con solo 4.638km (transporte de pasajeros).

Posee conexiones con Paraguay, Bolivia, Chile, Brasil y Uruguay, y dispone de cuatro trochas distintas:

- ✓ 1676 mm: FEPSA, NCA Roca y BAP.
- ✓ 1435 mm: Urquiza.
- ✓ 1000 mm: Belgrano.
- ✓ 750 mm: I. Jacobacci – Esquel. Las Heras – P. Deseado. Río Turbio – Río Gallegos.

El desarrollo de la red fue fomentado en un primer momento por capitales argentinos, sumándose al poco tiempo británicos y franceses de manera preponderante. Relacionada su expansión en gran medida con el modelo económico agroexportador basado en la producción agrícola y ganadera de la región pampeana, es allí donde se concentra la mayor cantidad de tendido férreo, siguiendo un esquema radial donde las líneas principales confluyen en la Ciudad de Buenos Aires.

El Estado tuvo también una importante participación en la expansión de la red ferroviaria mediante los llamados ferrocarriles de fomento, líneas que iban donde no resultaba rentable para las inversiones privadas.

A continuación, en la siguiente Figura se muestra el mapa de la red ferroviaria en la Argentina.

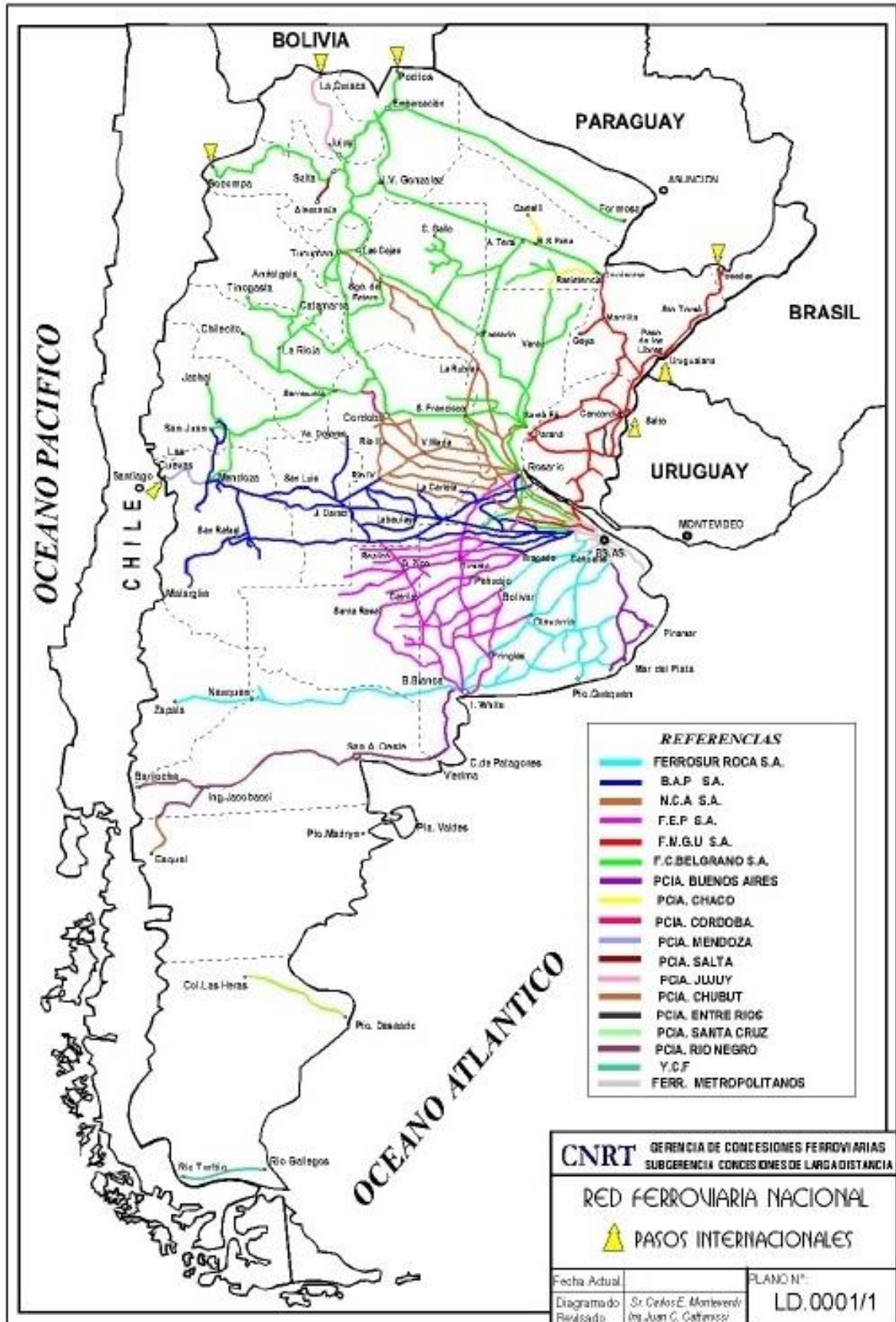


Figura N° 4: Red ferroviaria argentina.

Comienzos

La gestación de la red ferroviaria argentina comenzó en 1865, al firmarse 6 diferentes contratos entre empresas inglesas y el Estado, con el fin de instalar ferrocarriles en territorio argentino. En 1867 se inauguró la primera línea férrea, que en un principio pertenecía a un grupo de particulares que conformaban la Sociedad Camino de Hierro del Ferrocarril Oeste y que contaba con el financiamiento de la provincia de Buenos Aires, que en aquel entonces formaba un estado independiente de la Confederación Argentina. El tramo de la vía inicialmente medía 9,8 km, y unía la estación Del Parque (ubicada donde actualmente se emplaza el Teatro Colón, en la Ciudad de Buenos Aires), con la estación Floresta. Este ramal marcó el inicio del Ferrocarril Oeste de Buenos Aires, antecesor del Ferrocarril Domingo Faustino Sarmiento.

Las obras del Gran Ferrocarril al Sud de Buenos Aires (Ferrocarril al Sud, antecesor del Roca) comenzaron en 1874, alcanzando en el mismo año a la localidad de Chascomús. En 1873 el gobierno de la provincia de Buenos Aires se hizo cargo del Ferrocarril Oeste, continuando el tendido de la línea, que alcanzó Luján en 1874 y Chivilcoy en 1876. También en 1873 comenzó la construcción del Ferrocarril Central Argentino entre Rosario y Córdoba (antecesor del Mitre).

Para 1880 ya existían 722 km de vías. Durante esta etapa comenzó el desarrollo, además del Ferrocarril Oeste, de los ferrocarriles Sur, Central Argentino y Andino (antecesor del San Martín). Allá por el año 1884 llega a Junín el Ferrocarril Buenos Aires al Pacífico (conocido como BAP), que en 1886 instala los Talleres Ferroviarios donde llegarían a trabajar más de 4000 personas. Ya para comienzos de la década de 1890 la red ferroviaria tenía una extensión de 9397 kilómetros.

Además se vincularon a las ciudades de Villa María con Villa Mercedes, San Luis, Mendoza, San Juan, Santiago del Estero y Catamarca. La zona cuyana quedó unida con la Ciudad de Buenos Aires cuando el Ferrocarril Buenos Aires al Pacífico enlazó Villa Mercedes (San Luis), con la localidad bonaerense de Mercedes. En 1887 se inauguró la primera línea férrea de la región mesopotámica, entre Paraná y Concepción del Uruguay. En la

provincia de Buenos Aires el Ferrocarril Sud continuó extendiéndose más allá de Dolores hasta alcanzar los importantes puertos de Mar del Plata y Bahía Blanca.

Hasta 1880 el régimen tarifario fue completamente libre, establecido por la ley 531 (1872) confirmando la potestad de las empresas prestatarias de fijar unilateralmente las tarifas del servicio de acuerdo con la distancia a recorrer y el valor de la mercadería. Sin embargo, a partir de 1889 comenzó a aplicarse un esquema tarifario regresivo que encarecía las distancias cortas al tiempo que favorecía proporcionalmente los viajes largos. Dicha ley sí obligaba a los ferrocarriles privados a interconectar sus líneas.

En 1891 se sancionó la ley 2.873 de Ferrocarriles Nacionales que derogó la 531 y creó la Dirección de Ferrocarriles. La nueva ley legisló en lo referente a concesiones, empalmes entre redes y variaciones tarifarias, además de establecer las normas de conservación, vigilancia y mantenimiento del material ferroviario. Se tipificaron asimismo los ferrocarriles nacionales y provinciales, estableciendo que los primeros por ser de jurisdicción nacional debían vincular la Capital Federal con otras provincias, mientras que los otros dependían de los estados provinciales. Profundizando lo dispuesto por la ley 531 en materia de conexiones, la 2873 estableció también el uso compartido de estaciones.

A fines de siglo existían alrededor de 16 500 kilómetros de vías, de los cuales 2000 pertenecían al Estado. La trocha ancha representaba el 60%, la estándar el 10%, la angosta el 10% y el 20% restante correspondía a otros tipos de trocha. El tráfico era de 18 millones de pasajeros y 11,8 millones de toneladas de carga.

Década infame

La red ferroviaria comenzó en la década del 30 a enfrentar crecientes problemas de costos y de inversión al contraerse los márgenes de rentabilidad y encontrar un límite al crecimiento de las exportaciones. Dichas empresas lograron superar solo parcialmente la crisis del 30, que entre 1937 y 1946 los ingresos por todo concepto de los ferrocarriles británicos en la Argentina aumentaron 51% pero los egresos en ese mismo período se incrementaron en un 73% resultando en una declinación progresiva pero constante de la

rentabilidad y una contracción en las inversiones lo que implicó un paulatino envejecimiento del material rodante y de toda la infraestructura ferroviaria, fenómeno que se agravó como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial.

Nacionalización

Tras los años sellados en la historia Argentina como la década infame, la nacionalización de los ferrocarriles se transformó en una causa que sirvió a un proceso cultural con eje en la revalorización nacional.

Antes de 1947 el ferrocarril pertenecía en gran parte a capitales británicos y franceses. El 1 de julio de aquel año, el Estado argentino a través del entonces presidente Juan Domingo Perón, nacionalizó todas las empresas ferroviarias bajo la órbita de la Empresa de Ferrocarriles del Estado Argentino (EFEA), luego llamado Ferrocarriles Argentinos, nombrando a los diferentes ramales con diferentes personalidades destacadas de la historia argentina: San Martín, Belgrano, Sarmiento, Urquiza, Mitre y Roca.

Se creó en 1948 la Secretaría de Transporte dando cuenta de la necesidad de una consideración integral de la problemática del transporte, y al año siguiente la Dirección de Ferrocarriles Nacionales. Se implementó un cuadro tarifario de tipo parabólico con actualizaciones anuales a partir de 1950. Así mismo se compraron a EEUU, 75 locomotoras diesel y 1542 vagones a Canadá entre otras adquisiciones. Además se completó el ramal Trasandino Norte y el ferrocarril carbonífero de Río Turbio-Río Gallegos.

La nacionalización de los ferrocarriles incluían unas 25.000 propiedades inglesas que aparecían como bienes indirectos y en los cuales se encontraban puertos como el de Bahía Blanca, empresas eléctricas, empresas de tranvías, de transportes automotores, hoteles, etc. Además se dejaría de lado propuestas como la revalorización de la tracción a vapor, propulsada por el ingeniero Livio Dante Porta, el ministro de Obras Públicas Alberto Constantini y el ministro de Hacienda Álvaro Alsogaray, que buscaban principalmente disminuir el déficit fiscal a través de un aumento de tarifas y en menor medida, persiguieron la modernización del sistema ferroviario. Así se diseñó el denominado Plan Larkin, que entre otras cuestiones, contemplaba abandonar

el 32 % de las vías férreas existentes, el despido de 70 000 empleados ferroviarios, y la reducción a chatarra todas las locomotoras a vapor, al igual que 70 000 vagones y 3000 coches, con la idea de que se comprase todo esto en el mercado exterior y se modernizase de una vez los Ferrocarriles Argentinos, ya sea renovando los rieles o renovando el material rodante, los cuales se encontraban en pésimas condiciones. Los cuadros gremiales se opusieron fervientemente al enterarse del plan que incluía el despido de empleados y la supresión de ramales. La crisis política del momento hizo que Alsogaray y Constantini tuvieran que renunciar a sus cargos en abril de 1961, con lo cual no llegó a ejecutarse la mayor parte del plan.

Sin embargo se llegó a instalar en la ciudad de Córdoba Fiat-Materfer la primera fábrica de material rodante en América Latina, que al cabo de dos años llegó a manufacturar 300 coches para pasajeros, 500 coches motor y 150 coches eléctricos. La empresa Fiat de Ferreyra construyó 200 motores 10iesel para locomotoras, mientras que Siam Di Tella se encargaba de armar la instalación eléctrica.

Aproximadamente a partir de 1976 entró en una época de reducción acentuada durante los tiempos de la última Dictadura Militar, período en el cual se incrementó el levantamiento de vías y la clausura de ramales. En esta época dejaron de circular también muchos trenes de pasajeros, especialmente los que iban a la región noroeste del país, en un contexto de casi nulas inversiones, lo que terminó generando un grave deterioro de la infraestructura.

Privatización

En 1991 Ferrocarriles Argentinos fue virtualmente desarticulada por una completa concesión de la red ferroviaria. A partir de 1992 los servicios metropolitanos de pasajeros fueron entregados a una nueva empresa pública FEMESA, para ser finalmente concesionados a consorcios privados. También se licitaron los servicios de cargas. La responsabilidad sobre los servicios interurbanos de pasajeros fue transferidos a los gobiernos provinciales, formándose empresas como la chaqueña SEFECHA, la rionegrina SEFEPA y la bonaerense Ferrobaires; aunque la mayoría de las concesiones no continuó los servicios.

La cancelación masiva de servicios llevó al surgimiento de centenas de pueblos fantasma que previamente vivían del ferrocarril como fuente de trabajo, abastecimiento y comunicación, por lo cual acabaron sufriendo la falta de coordinación y conexión que existe entre los distintos servicios, algo que no ocurría cuando el sistema estaba centralizado.

Actualidad

En la actualidad la red total ha quedado reducida a 4.638km (para servicios de pasajeros). A fines de 2005, el presidente Néstor Kirchner firmó el decreto 1683/05, que formalizó muchas de las promesas relativas al sector ferroviario. Entre las medidas dispuestas se encuentran la electrificación de los ferrocarriles Belgrano Norte y Sur (este último en ramal Buenos Aires – González Catán), San Martín y Roca (en los tramos Constitución – La Plata y Claypole – Berazategui), así como también la adquisición de numerosas locomotoras y vagones usados, y la renovación de vías y estaciones.

La Ley Nacional 26352 de febrero de 2008 reorganiza la actividad ferroviaria en Argentina creando dos Sociedades del Estado: la Administración de Infraestructuras Ferroviarias y la Sociedad Operadora Ferroviaria.

Posteriormente el Decreto 752 del 6 de mayo de 2008 y la Resolución 1413 del 28 de noviembre de 2008 complementaron la Ley por lo que a partir del 1 de diciembre de 2008 la ADIF se hizo cargo de los bienes ferroviarios que le fueron transferidos por el ONABE.

En los primeros meses de 2008 el gobierno argentino anunció la construcción de un tren de alta velocidad entre las ciudades de Buenos Aires, Rosario y Córdoba. En febrero de 2015 se presentó la renovación de vías en el tramo Retiro – Rosario, y se comenzará el tramo Rosario – Córdoba.

En octubre de 2014 comenzó a circular luego de años de ausencia, el tren Sarmiento, hacia General Pico, La Pampa y con un combinación en Catriló a Santa Rosa, La Pampa. También, a finales del 2014 comenzó a circular un nuevo tren entre Buenos Aires y Mar del Plata. Al mismo tiempo está en marcha la licitación para reactivar el servicio de trenes de pasajeros de Buenos Aires a Mendoza a través de un tren de altas prestaciones.

Componentes de la red

Desde la estatización de los ferrocarriles durante la primera presidencia de Juan Domingo Perón se divide a la red ferroviaria argentina en seis grandes líneas agrupadas según su historia, trocha, recorrido, y luego de la privatización de Ferrocarriles Argentinos, con operadores privados.

1. Ferrocarril General Bartolomé Mitre



Figura Nº 5: Locomotora CNR CKD8 a cargo del ramal Retiro-Rosario.

El Ferrocarril General Bartolomé Mitre (FCGBM), de trocha ancha, sirve a las provincias del centro y norte del país. Su vía principal parte de la estación Retiro, en el barrio homónimo de la Ciudad de Buenos Aires, atravesando su traza las provincias de Bs. As., Santa Fe, Córdoba, Santiago del Estero y Tucumán. Fue formado basándose en los antiguos ferrocarriles Central Argentino, Gran Sud de Santa Fe y Córdoba, y Rosario a Puerto Belgrano. Recibe su nombre en honor a Bartolomé Mitre, político y militar argentino presidente entre 1862 y 1868.

En el área metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires se encuentra dividido en 5 ramales distintos —tres eléctricos, Retiro (en el macrocentro norte de la ciudad de Buenos Aires) – Tigre, Retiro – Bartolomé Mitre y Retiro – José León Suárez, y dos diésel, Villa Ballester – Zárate y Victoria – Capilla del Señor— operados por Trenes Argentinos Operaciones, luego de la estatización del año 2014, adjudicataria también de la prestación del servicio interurbano de pasajeros desde Retiro a las ciudades de Rosario y Santa Fe. Ferrocentral, un consorcio privado formado en 2005, opera servicios de larga distancia desde Retiro a Córdoba y San Miguel de Tucumán. En cuanto al transporte de cargas,

la empresa concesionaria de la totalidad de la línea es Nuevo Central Argentino.

2. Ferrocarril General Belgrano



Figura N° 6: La estación Retiro del FCGB.

El Ferrocarril General Belgrano (FCGB), de trocha métrica, es el más extenso de los que componen la red ferroviaria argentina. La vía principal parte de la estación Retiro, como los ferrocarriles Mitre y San Martín, atravesando territorio de las provincias de Bs. As., Santa Fe, Córdoba, San Luis, Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero, Chaco, Formosa, Salta y Jujuy. Surgió a partir de la unificación de los ramales de trocha métrica controlados por Ferrocarriles del Estado al momento de la nacionalización y el Ferrocarril Provincial de Santa Fe, a los que se agregarían definitivamente en 1957 los que integraban el Ferrocarril Nacional Provincia de Buenos Aires. Recibe su nombre en honor a Manuel Belgrano, político, abogado y militar dirigente de la Guerra de Independencia argentina.

En el área metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires se encuentra dividido en dos líneas 13iesel, la Belgrano Norte y la Belgrano Sur. La primera es operada por la concesionaria Ferrovías, la cual presta el servicio de transporte de pasajeros entre Retiro y la localidad de Villa Rosa. Por su parte, la línea Belgrano Sur esta operada por Trenes Argentinos Operaciones, luego de la estatización total en 2014, la misma posee dos ramales (Buenos Aires-González Catán y Puente Alsina-Marinos del Crucero General Belgrano) sobre vías de los ferrocarriles Midland y Compañía General de Buenos Aires.

A diferencia del Ferrocarril Mitre, en el Ferrocarril Belgrano no existe en 2006 ningún servicio de larga distancia pero sí servicios interurbanos de pasajeros en la provincia del Chaco a cargo de la empresa provincial SEFECHA, que también cubre el Gran Resistencia. En la provincia de Salta existe un tren turístico que recorre parte del ramal C-14, conocido como Tren de las Nubes. También se prestó servicio turístico de pasajeros en la provincia de Córdoba sobre el ramal A-1, conocido como Tren de las Sierras. Por su parte, el transporte de cargas en todo el Ferrocarril Belgrano está en manos desde 2006 de la Sociedad Operadora de Emergencia S.A. (SOESA).

3. Ferrocarril General Roca



Figura Nº 7: Servicio suburbano del Ferrocarril Roca/Carguero de Ferrosur Roca.

El Ferrocarril General Roca (FCGR), de trocha ancha, discurre en varios ramales (no todos ellos interconectados) por el centro del país y la Patagonia argentina. Ramales conectados con su vía principal, que parte de la estación Constitución del barrio homónimo de la Ciudad de Buenos Aires, atraviesan las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Neuquén y Río Negro. Fue formado condensando líneas antes pertenecientes al Ferrocarril del Sud, Buenos Aires a la Ensenada, Bahía Blanca y Noroeste, Ferrocarril Rosario a Puerto Belgrano y Ferrocarriles del Estado. Los ramales de Ferrocarriles del Estado en las provincias de Chubut y Santa Cruz formaron el Ferrocarril Nacional Patagónico hasta ser incorporados en el Ferrocarril Roca en 1956. El Ferrocarril Roca recibe su nombre en honor a Julio Argentino Roca, político y militar presidente de la Argentina en dos oportunidades, entre 1880 y 1886 y

entre 1898 y 1904.

Con la desaparición de Ferrocarriles Argentinos las vías del Ferrocarril Roca fueron divididas entre varios concesionarios. En el sur del área metropolitana de Buenos Aires, la empresa Trenes Argentinos Operaciones, corre trenes de pasajeros en cinco diferentes ramales (Constitución-La Plata, Constitución-Cañuelas, Constitución-A. Korn, Temperley-Haedo y Temperley-Bosques) tras el desplazamiento de la anterior concesionaria, Metropolitano. Por las mismas vías pasan trenes de Trenes Argentinos Larga Distancia, que prestan servicios interurbanos a las principales del interior de la misma y turísticos con destino a la ciudad costera de Mar del Plata (actualmente suspendidos).

En la provincia de Río Negro, la empresa provincial Tren Patagónico también corre trenes interurbanos en el ramal Viedma – Bariloche y trenes turísticos especiales hacia la última. También operado por Tren Patagónico, en forma conjunta con la provincia de Chubut, funciona el tren turístico conocido como La Trochita por su trocha de 75 cm entre las localidades de Ingeniero Jacobacci y Esquel. Además existe, entre Bariloche y la vecina localidad de Perito Moreno, un tren histórico convertido en atractivo turístico. El transporte de cargas en vías del Ferrocarril Roca se halla dividido entre las empresas Ferroexpreso Pampeano (Fepsa) y Ferrosur Roca. Por último, al sur de la provincia de Santa Cruz existe un ramal únicamente de cargas el Ramal Ferro-Industrial de Río Turbio (RFIRT), que une Río Turbio con el puerto de Punta Loyola, en cercanías de Río Gallegos.

4. Ferrocarril General San Martín



Figura Nº 8: Locomotora CSR SDD7 de la línea San Martín.

El Ferrocarril General San Martín (FCGSM), de trocha ancha, sirve el oeste de la Argentina, dirigiéndose hacia la región de Cuyo. Sus vías de trocha ancha parten de la porteña estación Retiro y atraviesan en ese trayecto las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, San Luis, Mendoza y San Juan. Fue formado a partir de lo que anteriormente fuera el Ferrocarril Buenos Aires al Pacífico, de capitales británicos. Recibe su nombre en honor a José de San Martín, máximo líder de la Guerra de Independencia argentina y gestor de la independencia de la Argentina, Chile y Perú.

En el área metropolitana de Buenos Aires la línea San Martín abarcaba el ramal 16iesel Retiro – Pilar, actualmente hasta Dr. Domingo Cabred, operado hasta 2004 por Metropolitano y luego (tras rescindírsele el contrato a la anterior) por la Unidad de Gestión Operativa Ferroviaria de Emergencia, formada por el Estado y concesionarios privados de otras líneas. Actualmente es operado por Trenes Argentinos Operaciones, luego de la estatización total en 2014. Por su parte, Ferrobaires tiene a su cargo la prestación del servicio interurbano de pasajeros en el ramal Retiro – Junín – Alberdi. Existen planes para rehabilitar servicios de larga distancia entre Retiro, Mendoza y San Juan. El sector de cargas fue concesionado a una empresa denominada igual que la línea original, Buenos Aires al Pacífico, luego convertida en parte del grupo América Latina Logística.

Actualidad

En el mes de diciembre del año 2012, comenzaron a llegar las primeras formaciones nuevas, de origen chino, compradas por el Estado Nacional para la Línea San Martín. La adquisición del nuevo material rodante, significó también reformar todos los andenes de las estaciones de la Línea San Martín entre Retiro y Dr. Domingo Cabred, puesto que las nuevas formaciones son con piso elevado, y los andenes que estaban preparados para las viejas formaciones que eran con la escalerilla en el estribo, debieron ser renovados. Para abril de 2014 se completó la renovación, la línea cuenta ahora con 160 coches nuevos y locomotoras totalmente renovadas.

En mayo de 2017, el Gobierno Nacional firmó un acuerdo con la empresa estatal china Railway Construction Corporation Limited (CRCC) para la

renovación del tren de cargas San Martín. Se acordó las condiciones para rehabilitar integralmente 1.600 kilómetros de vías y para la obtención de un crédito concesional para renovar la totalidad de la red que une la provincia de Mendoza con los puertos de Buenos Aires y Rosario.

5. Ferrocarril Domingo Faustino Sarmiento



Figura N° 9: Coche CSR de la línea Sarmiento.

El Ferrocarril Domingo Faustino Sarmiento (FCDFS), con sus ramales de trocha ancha, sirve buena parte de la región pampeana. Parte de la estación Once, ubicada en la zona de la Ciudad de Buenos Aires conocida popularmente por el mismo nombre, atravesando en su trayecto territorio de las provincias de Bs. As., La Pampa, Córdoba, San Luis y Mendoza. Formado a partir del Ferrocarril Oeste de Buenos Aires (inicialmente estatal, privatizado durante la gestión de Miguel Juárez Celman y reestatizado junto con las demás líneas por Juan D. Perón), recibe su nombre en honor al político, escritor y educador argentino Domingo Faustino Sarmiento, presidente del país en el período 1868 – 1874.

El servicio de pasajeros en el área metropolitana de Buenos Aires, uno de los que más pasajeros transporta, está siendo operado por Trenes Argentinos Operaciones y dividido en tres ramales (uno eléctricos, Once – Moreno, y dos diesel, Moreno – Mercedes y Merlo – Lobos). Ferrobaires corre trenes interurbanos que recorren los ramales Once – Bragado, Once – Pehuajó, Once – Lincoln y Once – Carlos Casares. El transporte de cargas está adjudicado a Ferroexpreso Pampeano, empresa que también opera en vías del Ferrocarril Roca. En julio de 2014 se comenzó a incorporar el nuevo material rodante, que

cuenta con frenos ABS, sistema antiacaballamiento, cámaras de vigilancia en coches y cabinas de conductores con puertas transparentes, para que los pasajeros puedan verlos. También cuentan con aire acondicionado y puertas inteligentes en los vagones que impiden arrancar a la formación si están abiertas.



Figura N° 10: Serie 593 de Renfe en la Estación Santa Rosa.

6. Ferrocarril General Urquiza



Figura N° 11: Tren suburbano del Ferrocarril Urquiza.

El Ferrocarril General Urquiza (FCGU), de trocha estándar (o universal), sirve a la región mesopotámica. Sus vías parten de la estación Federico Lacroze del barrio porteño de Chacarita y discurren por las provincias de Bs. As., Entre Ríos, Corrientes y Misiones, atravesando para ello el monumental Complejo Ferroviario Zárate – Brazo Largo sobre el río Paraná. Formado a partir de los ferrocarriles Central Entrerriano, Nordeste Argentino, Central Buenos Aires y

Argentino del Este, recibe su nombre en honor a Justo José de Urquiza, militar y político argentino presidente de la Conf. Argentina entre 1854 y 1860.

En el área metropolitana de Buenos Aires la empresa Metrovías opera el ramal Federico Lacroze – General Lemos, todo electrificado. La empresa Trenes Especiales Argentinos (TEA) corrió entre 2004 y 2011 un servicio de larga distancia entre Federico Lacroze y Posadas capital de la provincia de Misiones. Luego de un conflicto, le fue revocada la concesión a TEA y entregada a Trenes de Buenos Aires (TBA), que también se encargó de la explotación del ramal a Uruguay. Al ser revocada la concesión a TBA, el servicio quedó suspendido. En la provincia de Entre Ríos existen servicios interurbanos operados por Belgrano cargas y Logística, concesionaria de cargas de la línea.

Otras formaciones

1. Subterráneo de Buenos Aires

En sentido amplio, también la red de subterráneos de la Ciudad de Buenos Aires puede ser considerada parte de la red ferroviaria argentina.

2. Tren Patagónico (provincia de Río Negro)

Servicios Ferroviarios Patagónicos (SEFEPA) es una empresa pública argentina, propiedad de la provincia de Río Negro. Realiza servicio tanto de pasajeros como de cargas en la línea Roca de la red ferroviaria argentina, entre Viedma y San Carlos de Bariloche. También opera la sección rionegrina de La Trochita.

3. Ferrocarriles en Chubut

A más de “La Trochita” que originalmente unía a Ingeniero Jacobacci en el medio de la estepa patagónica rionegrina con Esquel en la precordillera andinopatagónica de Chubut. La provincia de Chubut supo poseer las líneas Ferrocarril Central del Chubut y el Ferrocarril de Comodoro Rivadavia. El primero inaugurado en 1899 y que llegó a unir Puerto Madryn con Trelew este ferrocarril fue en 1920 extendido hasta Las Plumas en el centro norte del territorio chubutense, fue

cerrado en 1961. El segundo ferrocarril más sur fue inaugurado en 1912. Comunicaba Comodoro Rivadavia (en la costa atlántica) con la localidad de Sarmiento (en el centro de Chubut), tuvo una gran importancia en el movimiento de cargas y pasajeros fue clausurado definitivamente en 1978.

4. Ferrocarriles en Santa Cruz

La provincia argentina de Santa Cruz posee dos importantes ramales ferroviarios. El primero ubicado al norte, fue el ferrocarril Patagónico que comunicaba Puerto Deseado con Las Heras, es decir la costa atlántica con el centro-norte de Santa Cruz; tal ferrocarril tenía entre sus estaciones principales a Jaramillo y a Pico Truncado y, según los planes originales ordenados por la ley 5559, llegaría luego a la cordillera andino-patagónica hasta el Lago Nahuel Huapi, conectando así lugares como Bariloche, Esquel y Río Mayo con Puerto Deseado. Su extensión máxima llegó solo hasta los 283 km entre Puerto Deseado y Las Heras, más tres kilómetros correspondientes al ramal de acceso al puerto. Fue desactivado en 1978 y desde 2008 está siendo objeto de obras de rehabilitación a cargo del Gobierno Argentino. El Consorcio de Cooperación Ferrocarril Deseado encara los planes para su puesta en operación, conectando los yacimientos petroleros y mineros con el puerto.

El otro ferrocarril importante santacruceño es el Ramal Ferro-Industrial de Río Turbio (RFIRT), de trocha angosta (750 mm) perteneciente a YCF (Yacimientos Carboníferos Fiscales, actual YCRT) y que une los puertos de Río Gallegos y Punta Loyola con la mina de Río Turbio en la Cordillera de los Andes y en el límite con Chile. El tramo desde el km 9 hasta Río Gallegos fue levantado, quedando el acceso a Puerto Loyola con único enlace portuario. En dicha terminal portuaria se localizan las instalaciones de descarga de vagones completos. Este ramal fue casi totalmente desactivado durante los '90, pero está actualmente en actividad y en pleno proceso de modernización. La longitud del Ferrocarril Yacimiento Río Turbio-Punta Loyola es de 285 km.

5. Tren a alta velocidad

Fue un proyecto de 2008 para finalizar la primera etapa en el 2012, uniría las ciudades de Buenos Aires, Rosario y Córdoba. Tras superar algunas fases de su tramitación, el proyecto fue suspendido.

1.3. Transporte ferroviario

Existe en este tipo de medio de transporte, una interrelación bien demarcada entre el vehículo y el camino de rodadura, es decir la vía. Algunos conceptos en que se fundamentan en el transporte por ferrocarril son:

- Apoyado: Todos los efectos de la fuerza de gravedad y viento están compensados en su totalidad por reacciones entre sólidos, representados a través del carril.
- Guiado: Los carriles guían al material rodante coaccionando su movimiento y obligándole a inscribir su marcha dentro de la geometría ya establecida.
- Unidireccional: El concepto de guiado, que obliga al vehículo a seguir en su marcha al eje geométrico del camino de rodadura, lleva a aceptar el carácter unidireccional en sentido longitudinal. Este concepto afecta la explotación de este medio de transporte. Al presentarse problemas de cruces, adelantos, etc. Que ocasionan inconvenientes en el tiempo y espacio. La característica unidireccional de la vía, no permite el paso de dos trenes al mismo tiempo, lo que produce demoras en tiempo y necesidad de espacio para permitir el receso o parada de uno de ellos.
- Resistencia a la rodadura: Se manifiesta en menor medida que en el medio automotriz, pudiendo alcanzar valores en términos generales de $\frac{1}{4}$ de la resistencia neumático-pavimento.
- Ancho de la vía: Este parámetro es el que caracteriza el camino de circulación del ferrocarril. Es importante tener en cuenta la posibilidad de enlace con otras vías.

1.3.1. Estructura de las vías férreas

Normalmente se entiende que los carriles o rieles son de acero o hierro, que hacen el camino o vía férrea sobre la cual circulan los trenes, dentro de esta clasificación se incluyen medios de transporte que emplean otros tipos de guiado, tales como los trenes de levitación magnética, que son un tipo de transporte con ventajas comparativas en ciertos aspectos, tales como el consumo de combustible por tonelada/kilómetro transportada, la entidad del impacto ambiental que causa o la posibilidad de realizar transportes masivos, que hacen relevante su uso en el mundo moderno.

El balasto

Se encuentra entre el conjunto de riel – durmiente y la capa de apoyo, esta compuesto por material granuloso grueso.

Sus funciones principales son:

1. Soportar y distribuir las cargas que imponen los durmientes
2. Afianzar la vía impidiendo el movimiento lateral y longitudinal
3. Permitir el drenaje inmediato de la vía
4. Impedir que crezca la vegetación
5. Facilitar el mantenimiento (ajustes a la superficie y alineación).

La sección de balasto e en realidad una extensión de la capa de apoyo. Se utilizan los materiales más selectos (granito triturado, basalto, roca ígnea, escoria, grava u otros materiales gruesos) debido a su mayor capacidad para soportar cargas.

Rieles

La vía férrea se compone de rieles de acero paralelos que soportan y guían, por medio de ruedas de reborde, los vagones y locomotoras.

Los rieles se encuentran separados por una distancia determinada que varía en los distintos países (oscila entre 1 y 1,5 metros aproximadamente). El riel se fabrica con acero procesado en tramos de 11.88 metros (39 pies) de longitud para facilitar el transporte de los mismos y se clasifican por el peso de los

mismos por unidad de longitud. Los rieles se unen extremo con extremo por medio de juntas atornilladas o soldando los extremos (riel continuo).

Durmientes

Se construyen de madera, con longitudes variables que dependen de la separación de los rieles (la longitud es aproximadamente el doble de la separación entre rieles) y secciones transversales aproximadas de 7 x 8 pulgadas (17.78 x 20.32 cm.). La separación entre los mismos varía entre las 19 y 24 pulgadas (48.26 a 60.95 cm.)

Los durmientes normalmente se tratan con aceites para retardar el deterioro y el ataque de los insectos, y están protegidos con placas de acero y almohadillas de caucho o de fibra colocadas entre la madera y la base del riel. A los durmientes se fijan los rieles mediante clavos, tornillos o sujetadores de resorte (para evitar efectos de la expansión y contracción térmicas de los rieles soldados o continuos).

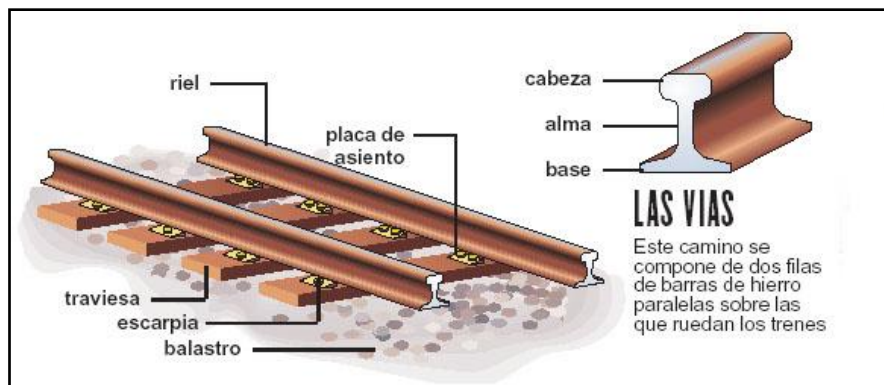


Figura N° 12: Estructura de las vías férreas.

1.3.2. Material rodante

Se conoce como material rodante a todos los tipos de vehículos dotados de ruedas capaces de circular sobre una vía férrea cuyo principal objetivo es transportar diferentes tipos de cargas, comúnmente conocidos como trenes. Los mismos se pueden clasificar de muchas formas, aunque los criterios fundamentales para diversificar el material rodante suelen ser su capacidad tractora y su uso comercial. En este texto se presentan varios aspectos del material rodante tales como: tipos de trenes, ventajas y desventajas de cada

uno de ellos, características y partes del material móvil ferroviario y tipos de material móvil remolcado.

Está formado por los parques de locomotoras, automotores, coches, vagones y maquinaria de vía para los trabajos y mantenimiento de la misma. Lo podemos clasificar de la siguiente manera.

1.3.2.1. Material motor

Locomotoras

Las encontramos tanto de tracción diesel como tracción eléctrica, y locomotoras diseñadas para efectuar maniobras con el material remolcado para la reparación y mantenimiento de las vías. Este tipo de maquinaria efectúa el remolque de los coches y vagones que conforman los trenes, tanto de viajeros como de mercancías.



Figura N° 13: Tipos de locomotoras.

Automotores

Además de locomotoras, existen también los llamados trenes autopropulsados que integran en composiciones indeformables el coche motor y los coches remolcados para los viajeros. Al igual que las locomotoras, actualmente se

dispone de los dos tipos de tracción, diesel y eléctrica, tanto en los trenes de la red convencional como en la de alta velocidad.



Figura Nº 14: Tipos de automotores ferroviarios.

1.3.2.2. Material remolcado

Coches

Vehículos destinados al transporte de viajeros, mal llamados vagones de viajeros, entre los que destacamos los de 2º clase, preferente, turista, club (AVE) para trenes diurnos en su mayoría; los coches literas, los coches camas para los trenes expresos y los coches que prestan servicios en el tren, como son los cafetería, restaurante, furgones generadores y coches laboratorios dedicados al ensayo y mantenimiento de instalaciones.

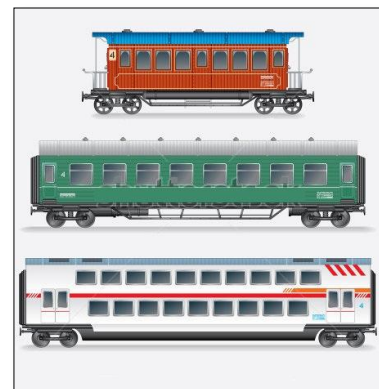


Figura Nº 15: Evolución coches.

Vagones

Vehículos destinados al transporte de mercancías, de cualquier tipo. Están especializados para los distintos tipos a transportar, tales como los trenes de

mercancías convencionales (tolvas, cisternas, vagones cerrados, etc.). También existen plataformas para el transporte de automóviles (como en el presente proyecto), de contenedores, etc. De ellos podemos ver varios ejemplos:

Plataforma: El vagón consiste en una plataforma, con o sin bordes, que le otorga una gran flexibilidad para transportar cargas de tamaños diversos; la única limitación la determina el galibo máximo de la línea. Son especiales para el transporte de automóviles, maquinaria pesada, troncos de madera, postes de cemento, etc., apoyándose la carga convenientemente sujeta. Algunos de estos se consideran de velocidad alta por alcanzar los 220 km/h.



Figura N° 16: Vagón plataforma.



Figura N° 17: Vagón retenedores frontales.



Fig. N° 18: Vagón retenedores lat.

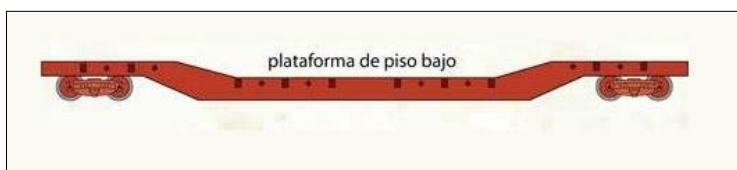


Figura N° 19: Vagón plataforma piso bajo.

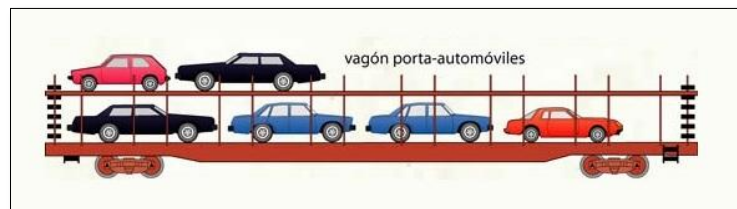


Figura N° 20: Vagón plataforma porta-automóviles.

Tolva: Los vagones tolva pueden ser abiertos o cerrados. Los primeros se utilizan para el transporte de cereales, minerales, carbón para centrales

eléctricas, piedra para construcción o balasto para mantenimiento de la infraestructura ferroviaria. También son utilizados para abastecer a la industria metalúrgica con carbón y coque. Los vagones cerrados se utilizan para el transporte de productos que no pueden estar expuestos a las inclemencias climáticas; puede tratarse de productos alimentarios, cereales y derivados, o bien productos industriales como sal para la industria del vidrio, o productos para la construcción, como el cemento. Los vagones tolvas tiene bocas de descarga en la parte inferior, que permiten vaciar el vagón por gravedad.

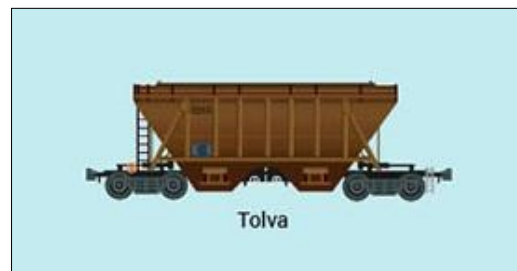


Figura Nº 21: Vagón tolva.

Cisterna: destinado al transporte a granel de productos líquidos o gaseosos. Los primeros vagones cisterna fueron utilizados a fines del siglo XIX, para el transporte de petróleo a granel. La disminución en el costo de los fletes tras la introducción de los vagones cisterna derivó en el incremento de la productividad y rentabilidad de las empresas petroleras. Antes de la introducción de los vagones cisternas, el petróleo se transportaba en barriles de madera, dentro de vagones cerrados. El costo de la madera necesaria para construir el barril era mayor que el del petróleo que almacenaba. Cada tipo de vagón cisterna está asignado al transporte de una mercancía específica.



Figura Nº 22: Vagón cisterna

Portacontenedores: Son vagones que poseen sujeciones para los contenedores. Suelen ser característicos porque presentan una estructura de

vigas longitudinales y transversales con grandes zonas interiores huecas. Tienen una capacidad de dos y hasta tres contenedores de 20 pies de longitud.



Figura N° 23: Vagón portacontenedores.

Vagones góndola: Son unas cajas techo abierto utilizado para transportar materiales a granel sueltos, como madera, chatarra, etc. Debido a sus paredes laterales bajas, las góndolas también son adecuadas para el transporte de cargas de alta densidad tales como chapas de acero o bobinas, o de artículos voluminosos como secciones prefabricadas de rieles. Debido a su versatilidad y a la simpleza de su construcción y operación, estos vagones se usaron ampliamente, constituyendo el grueso de la flota de vagones de carga de las empresas ferroviarias. Desde mediados del siglo XX, la cantidad de vagones abiertos disminuyó, a medida que fueron reemplazados por vagones más específicos.

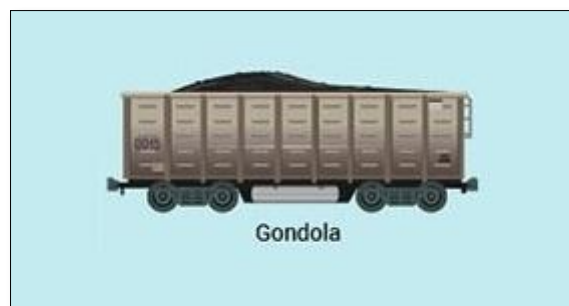


Figura N° 24: Vagón góndola.

Vagones cubiertos: Para proteger la mercancía de la intemperie, robos y vandalismo. Hay una gran variedad: de paredes deslizantes, telescopios, etc. Hasta mediados del siglo XX se construían mayoritariamente en madera, hasta que ese material fue sustituido por acero y, de manera excepcional, por aluminio.



Figura N° 25: Vagón cubierto.

Frigorífico: se emplean para transportar mercancías que requieren climatización. En los trenes de larga distancia en los países del antiguo “bloque del Este”, se utilizaron los trenes frigoríficos que formaban un vagón con una planta de refrigeración, una camioneta de guardias y varios furgones refrigerados. La mayoría del alimento es transportado por carretera hoy en día debido a que los tiempos de viaje son más cortos. Por lo tanto, el balance de las furgonetas refrigeradas propiedad de compañías ferroviarias se ha reducido considerablemente. Estos vagones son fáciles de distinguir externamente: las furgonetas blancas son vagones frigoríficos normales, los azules con rayas blancas a lo largo del lado de la máquina son furgones frigoríficos refrigerados.

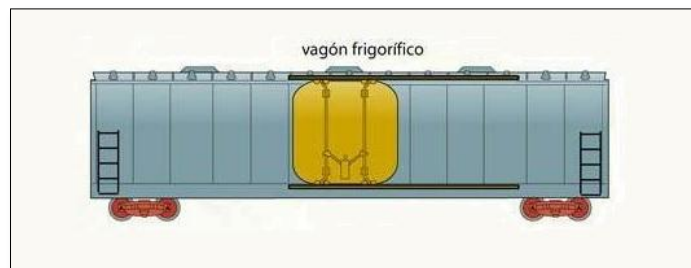


Figura N° 26: Vagón frigorífico.

Furgón: Es uno de los tres tipos de remolques ferroviarios, junto al vagón y al coche y se utiliza para el transporte de mercancías de distintos tipos. Un furgón es un vehículo ferroviario que acompaña a un tren. Tiene una función diferente al resto de los vehículos del tren, por ejemplo, transportar paquetería en trenes de pasajeros o personas en trenes de mercancías. En primer lugar sirven para transportar paquetería o correo durante un trayecto. Normalmente son un vehículo completo, aunque en ocasiones el furgón es una parte de un coche de viajeros, parte de un automotor o incluso parte de una locomotora. Los furgones para trenes de mercancías son vagones de

mercancías que sirve de alojamiento del agente de acompañamiento de los trenes de mercancías. En Estados Unidos el furgón de mercancías, llamado «Caboose», servía sobre todo para vigilar el tren contra los bandidos o los problemas técnicos tal como la ruptura del enganche.

En la época de las locomotoras de vapor, los dos tipos se utilizaban como amortiguador entre las máquinas, duras y pesadas, y el resto del tren, de madera, en caso de que se produjera una colisión. Actualmente los furgones para trenes de viajeros han desaparecido de la mayoría de los trenes comerciales y se dedican sobre todo a trenes de pruebas. Los furgones para trenes de mercancías han desaparecido porque ya no es necesario que lleven agente de acompañamiento.



Figura N° 27: Vagón furgón.

Granelero: Vagón diseñado especialmente para el transporte de cereales. En la Argentina el vagón tolva “Granero 60” se destaca por una tara de 20 toneladas (peso del equipo), y una capacidad para transportar 45 toneladas de carga. Entre las características que lo distinguen de otros equipos, es que cuenta el menor tiempo de descarga, debido a los altos ángulos de tolva y boca de descarga de gran área; la capacidad de operar con distintos cereales; el techo estructural con pendiente del 1% para evitar condensación de humedad en la tolva; y la estructura verificada mediante técnicas de cálculo avanzadas.



Figura N° 28: Vagón granelero.

Cementerero: se utilizan para transportar cemento. Los hay de varios tipos, tales como el de tolva de dos o tres ejes de formato ovoide (similar al de una cisterna), también como el que dispone de dos o más silos y del tipo cisterna “quebrada” como el de la figura.



Figura N° 29: Vagón cementero de silos.

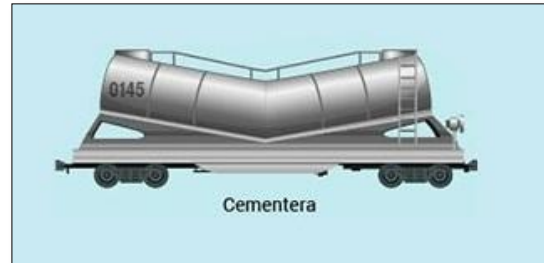


Figura N° 30: Vagón cementero de tolva.

Vagón de ganado: o vagón jaula, es un vehículo ferroviario destinado al transporte de ganado en pie. A principios del siglo XIX las administradoras ferroviarias armaban trenes exclusivos para el transporte de ganado, para adaptar la operatoria a las exigencias particulares de ese tráfico. En promedio, cada 300 kilómetros los trenes se detenían en una estación especialmente preparada, y el ganado descendía de los vagones para ser alimentarlo y para darle de beber. Las condiciones en las que viajaban los animales eran muy malas. El tamaño de los vagones varía según los países y las empresas ferroviarias. Un vagón de 9 metros de largo llevaba de 15 a 20 cabezas de ganado. Los animales viajaban apretados y sin posibilidad de moverse, si alguno se caía dentro del vagón en medio del viaje, era muy probable que llegara sin vida a destino, esto generaba pérdidas económicas y complicaciones sanitarias con el resto de los animales. Hoy en día este tipo de vagón es poco utilizado debido a estas complicaciones.



Figura N° 31: Vagón para ganado.

Vagón de cola: Se lo conoce como vagón de freno o furgón de cola en nuestro país. En Norteamérica se lo denomina “Caboose”, siempre al final del tren, proporcionaba resguardo al conductor (no al maquinista) y al personal encargado de acoplar y desacoplar vagones, vigilando que la formación circule sin problemas y con su luz alertando a otros trenes que vinieran por detrás para evitar colisiones. Equipados para ser habitados, contaban con baño, cucheta, cocina y mesa de trabajo. Solían estar pintados de rojo, algunos con advertencias de seguridad, pero lo mayoría tenían el mismo color que la empresa de la locomotora. En Inglaterra tenían una segunda función, sirviendo como furgón de freno, ayudando a la locomotora a detener el tren, ya que cuando estaban cargados de balasto (las piedras de las vías) y proporcionaban peso extra para detener el tren, especialmente en los tiempos de las locomotoras a vapor.



Figura N° 32: Vagón de cola.

1.4. Proyecto

La plataforma se diseñó con el fin de transportar vehículos automóviles convencionales. Cuenta con dos plantas de manera de ubicar a los vehículos en forma consecutiva ordenados uno detrás de otro en ambas, siendo su capacidad de 4 a 6 vehículos (según el tamaño de estos). Para llevar a cabo su desarrollo a continuación, a modo de resumen se detallan los pasos que se siguieron a lo largo del proyecto.

1° Etapa: Trabajo previo de investigación, conociendo y analizando las distintas posibilidades que hay en el rubro de todo el mundo.

2° Etapa: Requisitos que deben cumplir para poder circular (Marco legal), realizando un breve análisis de los puntos de la CNRT de la República Argentina.

3° Etapa: Diseño de una estructura suficientemente rígida como para no sufrir grandes deformaciones, ya que debido a las innovaciones propuestas en cuanto a los accesos de la misma, por la naturaleza en los movimientos de los mecanismos de izaje y giro, se requieren de dimensiones estrictas para el correcto funcionamiento, por lo que las deformaciones permitidas deberán ser mínimas.

4° Etapa: Diseño, cálculos y verificación de los distintos componentes del sistema de elevación y giro de la plataforma.

5° Etapa: Selección de elementos de origen comercial y confección de la “Lista maestra de ingeniería”.

6° Etapa: Elaboración de la estructura en software de diseño “Solidworks”, junto a los correspondientes planos.

Como pauta general, el cálculo de la estructura se llevó a cabo de forma manual junto con la ayuda del software “Analysis”. Así mismo se realizaron verificaciones de acuerdo a las solicitudes en las distintas piezas y/o grupos de piezas, utilizándose la herramienta de cálculos “Simulation” del software “Solidworks”.

En la Figura N° 33, se muestra la imagen del prototipo diseñado.

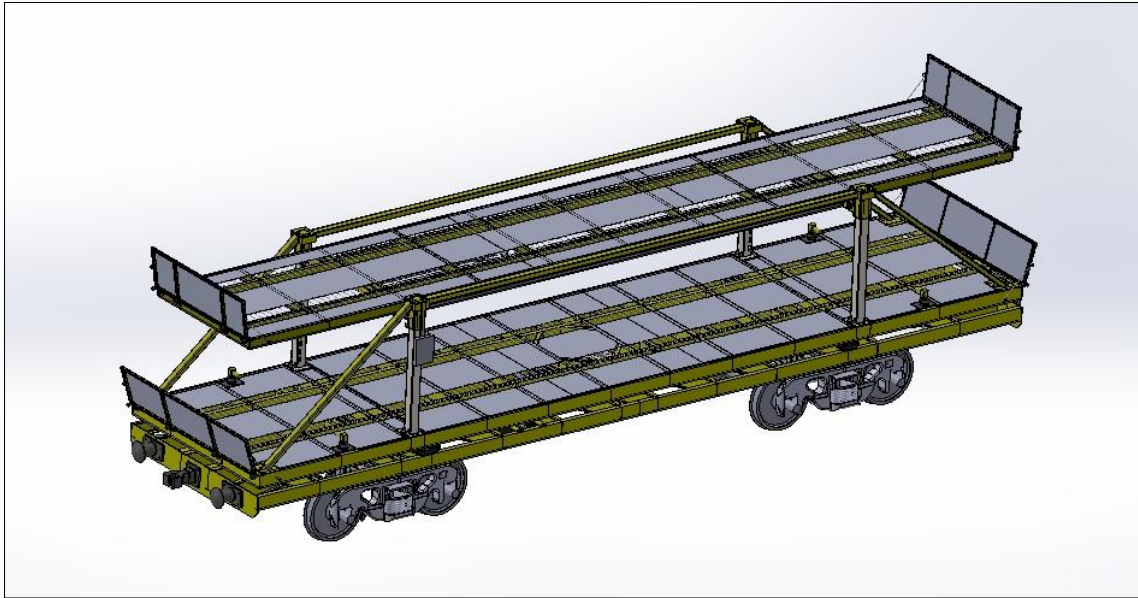


Figura N° 33: Plataforma portavehículos ferroviaria.

1.4.1. Objetivo

El principal objetivo de este proyecto fue diseñar una plataforma capaz de transportar vehículos automotores, dotándola de una mayor maniobrabilidad respecto de las actuales en el rubro ferroviario, y respetando a las normativas de diseño e infraestructura establecidas en el país. Su maniobrabilidad y versatilidad la convierten en idónea para transportar automóviles de varios tamaños, ordenándolos en la misma según el modelo, la marca, el color, etc., con el fin de optimizar el traslado por donde exista el tendido ferroviario.

Otro de los objetivos importantes a corto/mediano plazo, es fomentar el uso del transporte ferroviario, ya que dicho sistema representa un importante ahorro de energía, junto a una consecuente disminución al impacto sobre el ambiente, debido al gran despliegue que genera el traslado por ruta. También cabe mencionar a los costos, puesto que en el traslado de un sistema ferroviario son representativamente menores. Además, contribuye en la descongestión del tránsito vehicular por carreteras, tema del cual no es de menor interés, disminuyendo la probabilidad de riesgos de siniestros viales.

Como desventaja, se cita la imposibilidad a destino en poblaciones o lugares los cuales no posean el sistema ferroviario, para entonces jugaría un rol fundamental el transporte por ruta desde el predio del ferrocarril más cercano hasta el lugar de destino.

1.4.2. Marco Legal

Como todo rodado que circula en un medio público, el mismo debe cumplir con ciertas normas, ya sean de funcionalidad, dimensiones, impacto hacia el medio, etc. En la República Argentina la entidad que regula este tipo de cuestiones es denominada CNRT (Comisión Nacional de Regulación del Transporte), a cargo del Gobierno Nacional, la cual es de pública consulta [1]. Así mismo, dicho organismo cumple con la Norma internacional AAR (Association of American Railroads).

Cabe destacar que las especificaciones a seguir en el diseño y cálculo del presente proyecto, vienen dadas por las Normas FAT y planos NEFA [1].

1.4.3. Justificación

El ferrocarril forma parte de una amplia gama del transporte terrestre en todo el mundo, que en su conjunto, permite realizar el traslado de personas y mercancías del lugar donde se encuentran al lugar donde quieren ir o donde son necesarias. Los servicios de transporte por carretera, aéreos, marítimos y ferroviarios tiene características diferentes que reflejan ventajas y desventajas de acuerdo a la situación particular de la operación.

De este modo, para elegir el tipo de transporte a utilizar, será necesario tener en cuenta las necesidades (la urgencia de la entrega, el tipo de mercancías que se van a transportar, la cantidad, el tamaño, el destino de la carga, la distancia a recorrer, etc.) y las posibilidades de cada tipo de transporte (costes y recursos disponibles, estado de la ruta, condiciones del tiempo, etc.).

En este caso, el presente proyecto transportará vehículos automóviles, lo cual es viable por todo lo mencionado.

Ventajas del transporte ferroviario

- ✓ Gran capacidad: permite el transporte de grandes cantidades de mercancías en largos recorridos.
- ✓ Los costos de la operación son por lo general, bastante bajos.
- ✓ Flexibilidad: es posible transportar variedades de mercancías.
- ✓ Baja siniestralidad.
- ✓ En comparación con el transporte por carretera, evita los problemas de la congestión de tráfico.
- ✓ Posibilidad de inter modalidad con otros métodos de transporte.
- ✓ Poco contaminante. Disminución impacto ambiental.

Desventajas del transporte ferroviario

- ✓ Comparte la vía ferroviaria con el transporte de personas, que son preferentes.
- ✓ Baja velocidad.
- ✓ Sometidos a restricciones físicas de altura y volúmenes de paso por los diferentes tipos de gálibos.
- ✓ Dependencia de infraestructuras: En algunos países no existe o es muy limitada la infraestructura ferroviaria.
- ✓ Ancho de vías: Muchos países tienen un ancho de vía diferente al resto, esto obliga a tener que trasbordar las mercancías o utilizar vagones con ejes intercambiables con la pérdida de tiempo y costes que esto conlleva.
- ✓ La mercancía solo podrá ser transportada hasta donde lleguen las vías, es decir, no puede llegar hasta almacenes o centros de producción específicos.
- ✓ Necesidad de utilizar otro transporte para trasbordar la carga hasta el sitio de almacenamiento o el lugar de operaciones.

Rendimiento

En la siguiente tabla se muestra el comparativo de rendimientos entre un transporte por un medio ferroviario y el del medio terrestre como lo es el de un camión.

Tabla N° 1.1: Comparación de rendimientos entre medios de transporte.

	Ferrocarril	Camión
Kg./HP	500.kg.	4000.kg.
Km/ lt comb./tn.	.120.km.	.15.km.
Carga por unidad	40 tn. (vagón)	25 tn. (camión)
Para transportar:		
24.000 Tn.	20 trenes de 40 vagones	960 camiones
1 millón Tn.	833 trenes	40.000 camiones

Fuente: IIE en base a Bolsa de Comercio de Rosario

Producción automotriz Argentina-Brasil

Hacia el año 1999 la mayoría de las terminales locales empezaron a modificar sus estrategias, lo cual comenzaba a revelarse una lenta disminución del polo automotor Nacional en beneficio de Brasil, por lo que el transporte automotriz hacia dicho país había tomado una importancia relevante. De esta manera, la producción de automotores de la Argentina en la actualidad depende de un 45% del mercado interno y un 55% de las exportaciones.

Hoy en día se trabaja aún conjuntamente con dicho país, a la hora de fabricar y/o ensamblar vehículos automóviles, generando de esta manera una continua ruta de comunicación entre ambos países, ya sea de vehículos terminados, como así autopartes y repuestos. Por lo que las vías de comunicación entre Argentina y Brasil se han convertido en una importante ruta de circulación del transporte de vehículos automóviles nuevos.

En la siguiente Figura, se muestran los diferentes tendidos ferroviarios entre dichos países, detallándose la ubicación de las todas las fábricas automotrices, junto al tipo de trocha existentes en el tendido entre cada una de ellas.

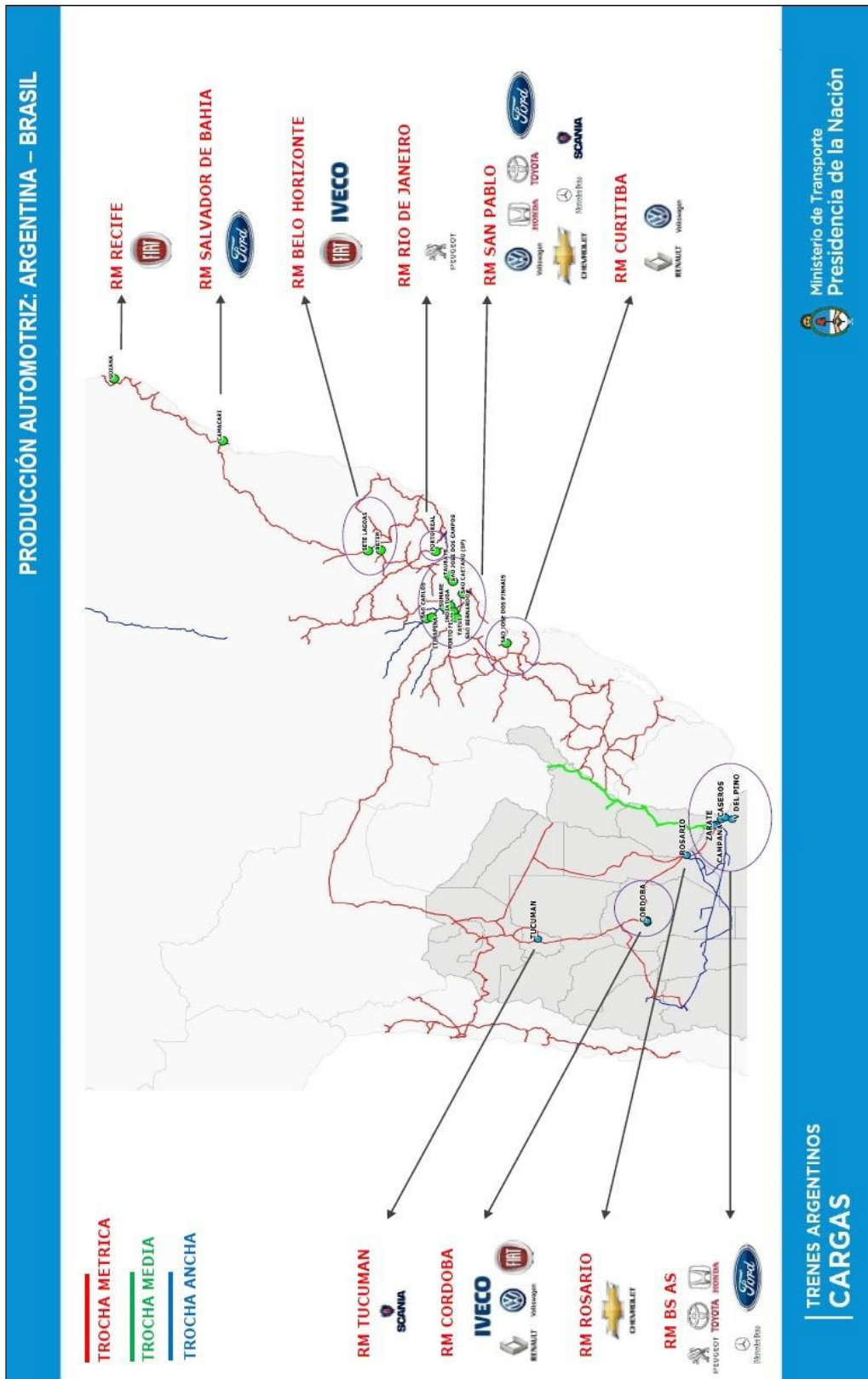


Figura N°34: Producción automotriz Argentina – Brasil.

2. DESARROLLO

2.1. Estructura

Como un primer parámetro en el comienzo del diseño de la plataforma, se decidió adoptar el criterio llamado “diseño descendente”, el cuál consta partiendo del vehículo como elemento fundamental.

La plataforma es un vagón destinado a transportar vehículos del tipo “turismo”, para poder establecer una línea de cálculo, se consideraron como cargas puntuales a los mismos, llevándose a cabo de manera estática, y suponiendo que el equipo no está sometido a esfuerzos laterales, contemplando además el peso propio del chasis.

Las dimensiones de los vehículos a transportar fueron tomadas de tal forma que la plataforma fuese útil para la mayor variedad de modelos que existen en el mercado actual, es decir que se tomó como patrón y de manera arbitraria a los diez vehículos más vendidos en el mercado argentino. Las características de los modelos de automóviles se encuentran detalladas en la siguiente tabla.

Tabla N° 2.1: Características técnicas de los vehículos más vendidos en Argentina.

Nº	Marca / Modelo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Dist. Entre ejes (mm)	Peso (Kg)
1	Fiat Palio 5P Attractive	3875	1670	1504	2420	1007
2	Chevrolet Classic 4P LS	4152	1768	1440	2443	1070
3	Volkswagen Gol 3P Trendline	3897	1656	1464	2466	983
4	Toyota Etios Haschback XLS	3777	1695	1510	2460	955
5	Renault Clio MIO 3P Confort	3811	1940	1417	2472	906
6	Ford Focus 5P 2,0L Titanium	4360	2010	1469	2648	1370
7	Ford EcoSport 1,6L Titanium	4241	1765	1693	2521	1244
8	Ford Fiesta Kinetic Titanium	4056	1976	1476	2489	1248
9	Peugeot 208 1,5 Allure	3975	2000	1470	2540	1173
10	Toyota Corolla 1,8 Xei	4620	1775	1460	2700	1620

Fuente: www.autocosmos.com.ar

Con estos datos, se estableció que a lo largo de la plataforma, se ubican tres vehículos de menor tamaño (3777 mm) por cada piso, o también dos vehículos

del mayor tamaño (4620 mm) sumándose uno de menores dimensiones, también por cada planta, de esta manera se dispuso:

- $3777 \text{ mm} \times 3 = 11331 \text{ mm}$
- $4620 \text{ mm} \times 2 = 9240 \text{ mm}$
- $4620 \text{ mm} \times 2 = 9240 \text{ mm} + 3777 \text{ mm} = 13017 \text{ mm}$

Entre otras posibles combinaciones.

Como conclusión, para lograr el máximo de aprovechamiento de capacidad de carga, y tras los resultados propuestos anteriormente, se estableció como largo total de la plataforma:

- **$L = 13000 \text{ mm}$**

Lo cual cumple con la normativa ferroviaria [1].

2.1.1. Chasis planta alta

2.1.1.1. Diseño

Para lograr la utilidad necesaria del chasis de planta alta, se decidió diseñarlo con perfiles UPN, ya que los mismos fueron considerados apropiados a la hora de anexarle demás componentes, ya sea por medio de soldadura o bulones. Dicho chasis estará sostenido por cuatro columnas, dotadas con el sistema de elevación detallado más adelante. A continuación en la siguiente figura se muestra el diseño.

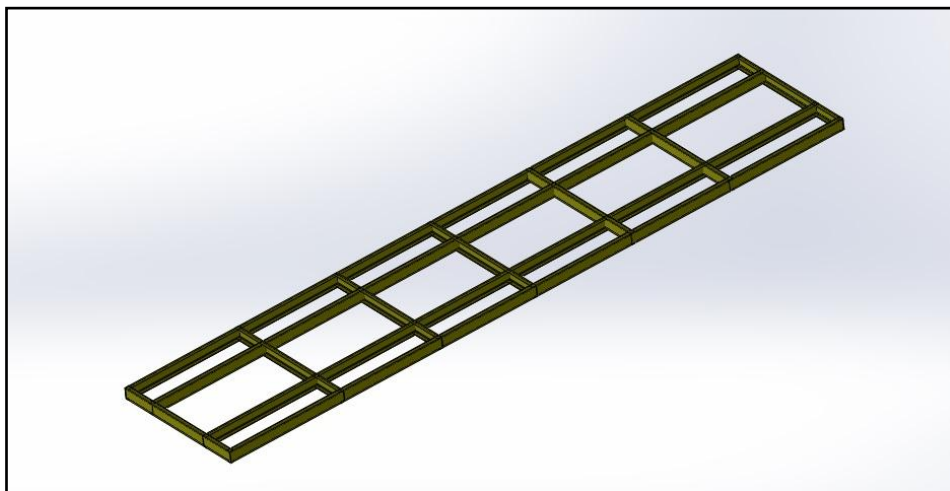


Figura N° 35: Chasis planta alta.

2.1.1.2. Cálculos

Considerando a los vehículos como cargas puntuales, con un arreglo de tres por planta, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Máximo peso de vehículo: Toyota Corolla \Rightarrow
 - ✓ $F_{max} = 1620 \text{ kg.}$
 - ✓ $L_{max} = 4620 \text{ mm.}$
- Mínimo peso de vehículo: Renault Clio Mío \Rightarrow
 - ✓ $F_{min} = 906 \text{ kg.}$
 - ✓ $L_{min} = 3811 \text{ mm.}$

Con estos datos, se dividió en las cuatro ruedas que actuarán sobre el chasis:

- $F_1 = \frac{P_{max}}{4} = \frac{1620 \text{ kg}}{4} = 405 \text{ Kg.}$

- $F_2 = \frac{P_{min}}{4} = \frac{906 \text{ kg}}{4} = 226,5 \text{ Kg.}$

Al modelo físico, le sumaremos el peso del larguero del chasis diseñado, que según Tabla de perfiles [3] (página 20, para UPN 200) se estimó un peso aproximado de: $Q_{viga} = 25,3 \text{ kg/m.} \Rightarrow P_{VIGA} = \mathbf{328,9 \text{ Kg.}}$

Se decidió tomar a uno de los componentes del mismo como una “viga simplemente apoyada”, teniendo en cuenta al peso propio de cada una de ellas, sumadas a las cargas que representan los vehículos. En la Figura se muestra el diagrama de cuerpo libre de un componente del chasis.

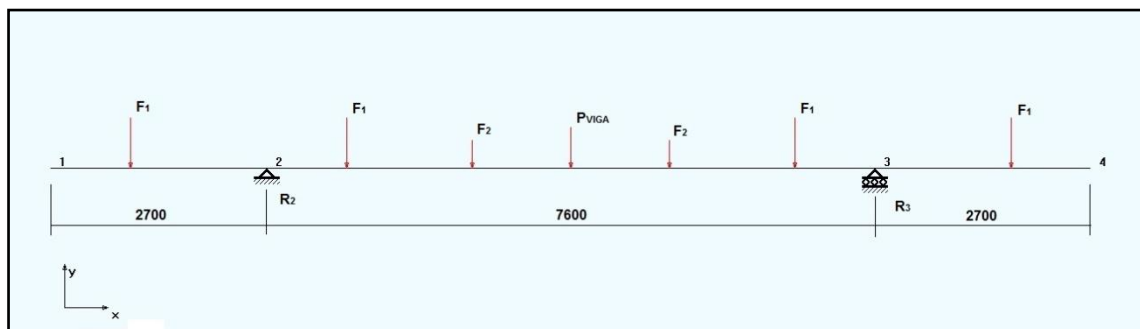


Figura N° 36: Modelo físico chasis planta alta.

Suponiendo a las vigas interiores del mismo material, tendremos entonces;

$$\sum F_y = -F_1 + F_2 - F_1 - F_2 - P_{VIGA} - F_2 - F_1 + R_3 - F_1 = 0$$

$$\sum M_2 = -F_1 \cdot 170 \text{ cm} + F_1 \cdot 100 \text{ cm} + F_2 \cdot 256,4 \text{ cm} + P_{VIGA} \cdot 380 \text{ cm} + F_2 \cdot 503,6 \text{ cm} + F_1 \cdot 660 \text{ cm} - R_3 \cdot 760 \text{ cm} + F_1 \cdot 930 \text{ cm} = 0 \Rightarrow$$

$$R_3 =$$

$$\frac{-P_1 \cdot 170 \text{ cm} + F_1 \cdot 100 \text{ cm} + F_2 \cdot 256,4 \text{ cm} + P_{VIGA} \cdot 380 \text{ cm} + F_2 \cdot 503,6 \text{ cm} + F_1 \cdot 660 \text{ cm} - R_3 \cdot 760 \text{ cm} + F_1 \cdot 930 \text{ cm}}{760 \text{ cm}}$$

$$760 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow R_3 = 1200,95 \text{ kg.}$$

$$R_2 = F_1 + F_1 + F_2 + P_{VIGA} + F_2 + F_1 - R_3 + F_1 \Rightarrow R_2 = 1200,95 \text{ kg.}$$

Con estos datos, se procedió a calcular los momentos flectores a lo largo de la viga, resultados que sirvieron de referencia para dimensionarla.

S₁) Tramo 0 < x < 135 cm:

$$M_f = -F_1 \cdot x \Rightarrow p/x = 0 \Rightarrow M_f = 0 \text{ kg.cm.}$$

$$p/x = 135 \Rightarrow M_f = -54\,675 \text{ kg.cm.}$$

S₂) Tramo 135 < x < 270 cm:

$$M_f = -F_1 \cdot x + R_2 (x-135) \Rightarrow p/x = 135 \Rightarrow M_f = -54\,675 \text{ kg.cm.}$$

$$p/x = 270 \Rightarrow M_f = 52\,778,25 \text{ kg.cm.}$$

S₃) Tramo 270 < x < 460 cm:

$$M_f = -F_1 \cdot x + R_2 (x-135) - F_2 (x-270) \Rightarrow p/x = 270 \Rightarrow M_f = 52\,778,25 \text{ kg.cm.}$$

$$p/x = 460 \Rightarrow M_f = 127\,058,75 \text{ kg.cm.}$$

S₄) Tramo 460 < x < 575 cm:

$$M_f = -F_1 \cdot x + R_2 (x-135) - F_1 (x-270) - F_2 (x-460)$$

$$\Rightarrow p/x = 460 \Rightarrow M_f = 127\,058,75 \text{ kg.cm.}$$

$$p/x= 575 \Rightarrow M_f= \mathbf{145\ 970, 5\ kg.cm.}$$

S_5) Tramo 575 < x < 690 cm:

$$M_f= - F_1 \cdot x + R_2 (x-135) - F_1 (x-270) - F_2 (x- 460) - P_{VIGA} (x- 575)$$

$$\Rightarrow p/x= 575 \Rightarrow M_f= \mathbf{145\ 970, 5\ kg.cm.}$$

$$p/x= 690 \Rightarrow M_f= 127\ 058,75\ kg.cm.$$

S_6) Tramo 690 < x < 850 cm:

$$M_f= - F_1 \cdot x + R_2 (x-135) - F_1 (x-270) - F_2 (x- 460) - P_{VIGA} (x- 575) - F_2 (x- 690)$$

$$\Rightarrow p/x= 690 \Rightarrow M_f= 127\ 058,75\ kg.cm.$$

$$p/x= 850 \Rightarrow M_f= 52\ 778,25\ kg.cm.$$

S_7) Tramo 850 < x < 1030 cm:

$$M_f= - F_1 \cdot x + R_2 (x-135) - F_1 (x-270) - F_2 (x- 460) - P_{VIGA} (x- 575) - F_2 (x- 690) - F_1 (x-850)$$

$$\Rightarrow p/x= 850 \Rightarrow M_f= 52\ 778,25\ kg.cm.$$

$$p/x= 1030 \Rightarrow M_f= - 54\ 675\ kg.cm.$$

S_8) Tramo 1030 < x < 1300 cm:

$$M_f= - F_1 \cdot x + R_2 (x-135) - F_1 (x-270) - F_2 (x- 460) - P_{VIGA} (x- 575) - F_2 (x- 690) - F_1 (x-850) + R_3 (x-1030)$$

$$\Rightarrow p/x= 1030 \Rightarrow M_f= - 54\ 675\ kg.cm.$$

$$p/x= 1300 \Rightarrow M_f= 0\ kg.cm.$$

A continuación en la siguiente figura, se representan los diagramas de corte y momento flector correspondientes.

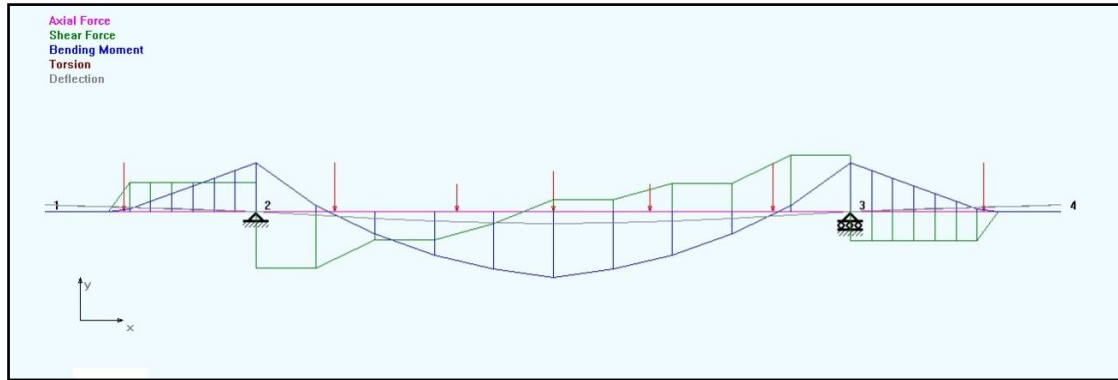


Figura N° 37: Diagrama de esfuerzos chasis planta alta.

Con el momento flector máximo se verificó entonces la resistencia con el material seleccionado, según [3]:

Material: **F- 22**, cuya tensión de fluencia es: $S_y = 2192,35 \text{ kg/cm}^2$;

Además se adoptó según Tabla 1.1 (pág. 24)[4], para carga permanente un coeficiente de seguridad: $N = 2 \Rightarrow S_{adm} = S_y / N = 1096,17 \text{ kg/cm}^2$

Aplicando la ecuación de Navier:

$$W_{x-x} = \frac{M_f^{max}}{S_{adm}} = \frac{145\,970,5 \text{ kg.cm.}}{1096,17 \text{ kg/cm}^2} = \mathbf{133,16 \text{ cm}^3}$$

Con este resultado se decide reemplazar al perfil propuesto anteriormente por un **UPN 180** de las siguientes características según catálogo [3]:

- $d = 180 \text{ mm}$
- $bf = 70 \text{ mm}$
- $W_{x-x} = 150 \text{ cm}^3$
- $I_{x-x} = 1350 \text{ cm}^4$
- Peso: 22 kg/m

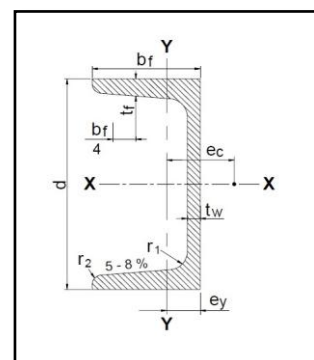


Fig. N°38: Perfil UPN 180.

Para los refuerzos centrales del chasis se seleccionaron perfiles de menor altura, siendo estos de mínima influencia en cuanto a la resistencia del mismo,

permitiendo reducir además el peso de la estructura. Por lo tanto el perfil UPN 100 satisface lo requerido.

- $d = 100 \text{ mm}$
- $bf = 50 \text{ mm}$
- $W_{x-x} = 41,2 \text{ cm}^3$
- $I_{x-x} = 206 \text{ cm}^4$
- Peso: $10,6 \text{ kg/m}$

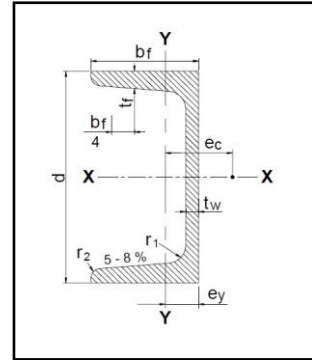


Fig. N°39: Perfil UPN 100.

Cálculo de la flecha máxima:

Para determinar la deformación máxima de la flecha, se adoptó la ecuación de Tabla 10.2.2.1.9.2 (pág. 1109) [5].

$$y = \frac{5}{384 EI} \cdot \frac{Q \cdot a^4}{l} \cdot \left[1 - \frac{24}{5} \cdot \frac{c^2}{a^2} \right]$$

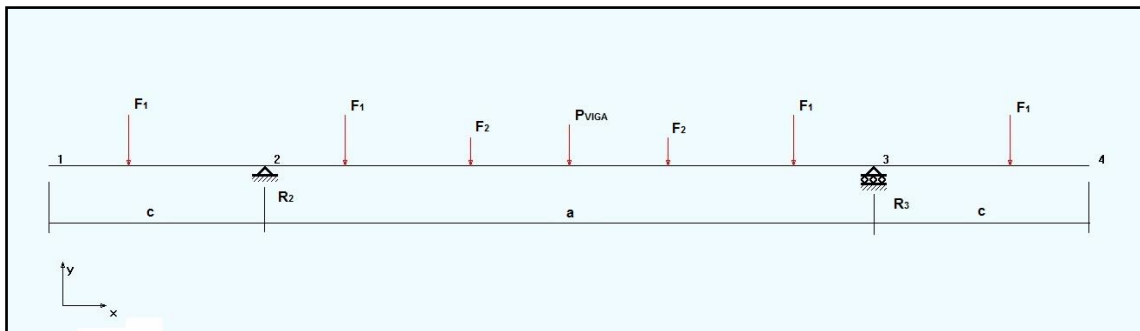


Figura N°40: Referencias Modelo físico.

Datos:

- $Q = 1,91 \text{ kg/cm} \cdot 1300 \text{ cm} = 2483 \text{ Kg.}$
- $a = 760 \text{ cm}$
- $l = 1300 \text{ cm}$
- $c = 270 \text{ cm}$
- $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- $I = 1350 \text{ cm}^4$

$$\Rightarrow y = 7,7 \text{ mm.}$$

Resultado que es favorable, cumpliendo con las especificaciones de CNRT [1].

2.1.2. Columnas

2.1.2.1. Diseño

Los principales sostenes de la estructura de planta alta son las columnas, que a su vez hacen de guía en el mecanismo de ascenso y descenso de la plataforma. Dicho sistema está dotado por cuatro columnas, en las que por medio de las mismas actúa el sistema de elevación, detallado luego en el capítulo correspondiente. En el diseño y dimensionamiento se tuvieron en cuenta todos los datos calculados hasta el momento. La siguiente figura muestra al sub-conjunto de elevación.

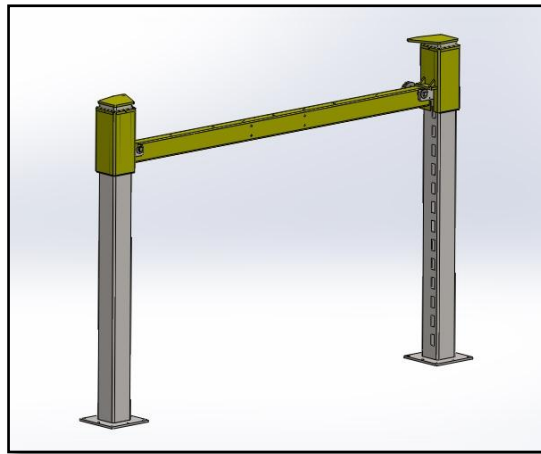


Figura N°41: Sub-conjunto elevación.

Partiendo de los diseños utilizados en el rubro de elevadores de vehículos, se adoptaron las dimensiones y características generales de los mismos, y que con la ayuda del software de cálculo se verificó si las condiciones técnicas cumplían con las requeridas.

2.1.2.2. Cálculos

Para dimensionar a las columnas se procedió con el cálculo y verificación de la estructura a través del software “Análisis” y “Simulación” respectivamente, habiéndose considerado tomar la mitad de la misma (a lo largo), cuyo modelo físico se representa en la siguiente Figura.

Datos:

- $P_1 = 405 \text{ Kg.}$
- $P_2 = 226,5 \text{ Kg.}$
- $P_{VIGA} = 330 \text{ Kg.}$

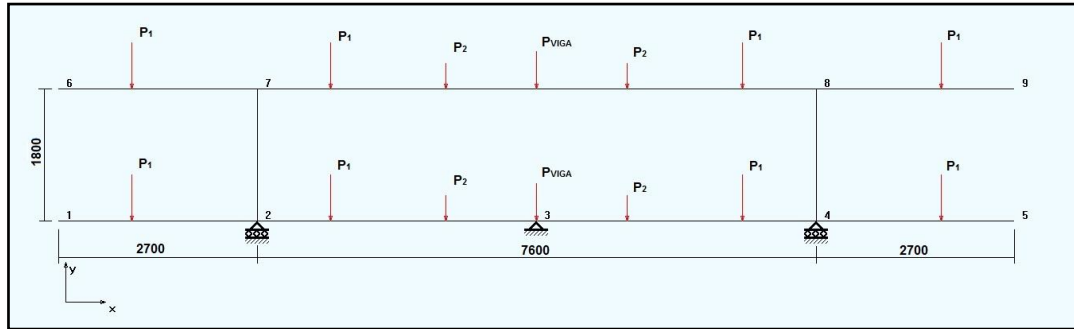


Figura N°42: Modelo físico del conjunto.

Bajo este criterio, se decidió considerar a dicha estructura como un “reticulado” y así, una vez definidas las distancias se procedió a identificar los nodos y miembros, que con el software de cálculo, se obtuvieron todos los esfuerzos en los miembros necesarios para dimensionar a las columnas y al chasis de planta baja. A continuación en la Figura N° 40, se representan los resultados.

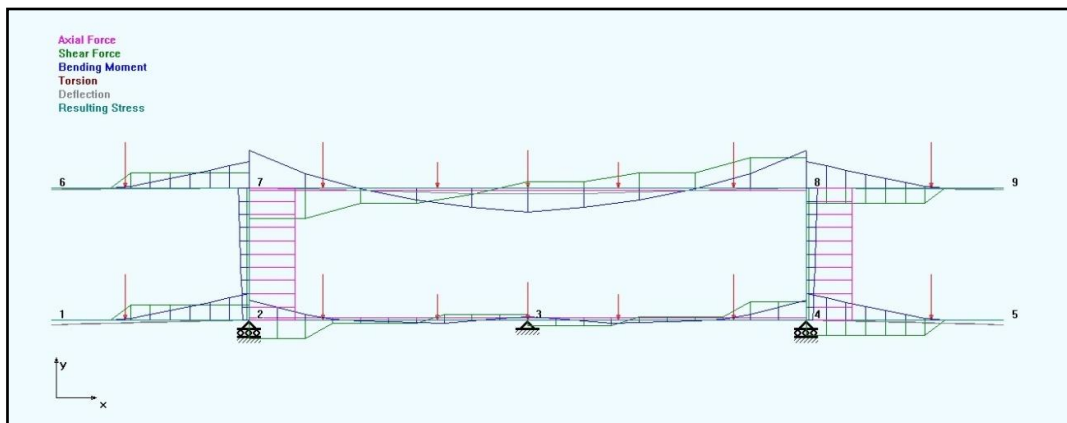


Figura N°43: Diagrama de esfuerzos del conjunto.

Resultados software Analysis:

- $R_2 = R_4 = 2090 \text{ Kg.}$
- $R_3 = 626 \text{ Kg.}$
- $M_{f_{MAX}} = 98\,072 \text{ Kg. cm. (en nodos N°7 y N°8)}$
- $Q_{MAX} = 796,5 \text{ kg (en nodos N°7 y N°8)}$

Conclusiones

Según los resultados dados por el software, y a través del modelo físico de la estructura planteada, se determinó que el caño cuadrado de 150 x 150 x 6 mm cumple con los requerimientos, y análogamente a esto, se comprobó que las propiedades de la sección también satisfacen lo requerido. Además se decidió incorporarle al diseño una diagonal a cada columna, con motivo de reforzar al conjunto de posibles embates dinámicos bruscos, otorgándole de esta manera una mayor rigidez, y disminuyendo sobre las mismas la intensidad de vibraciones a la que va a estar sometida dicha estructura (ver Figura N° 33).

Datos:

- $B = 150 \text{ mm}$
- $t = 6 \text{ mm}$
- $W_{x-x} = 152,68 \text{ cm}^3$
- $I_{x-x} = 1145,12 \text{ cm}^4$
- Peso: $26,4 \text{ kg/m}$
- $A = 33,63 \text{ cm}^2$

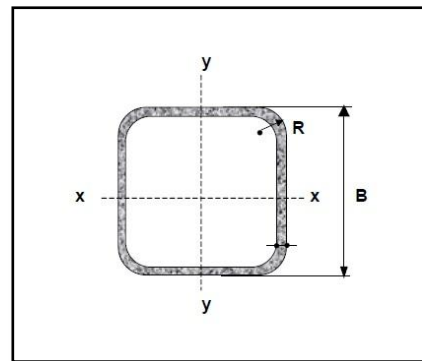


Fig. N°44: Perfil principal columna.

2.1.2.3. Verificación dinámica

Como está proyectado en el diseño, la plataforma consta de cuatro columnas, las cuales debido a los distintos tipos de solicitaciones a la que está sometida la misma fue necesario verificar si el perfil seleccionado para tal fin cumple con las especificaciones necesarias. Para ello se planteó la situación más crítica a la que el vagón podría llegar, estableciendo que dicha plataforma viaja a una determinada velocidad y repentinamente frena en un tiempo preestablecido, y de esta manera apareciendo una deceleración.

Dependiendo del tipo de tren, por lo general un tren de carga normal puede desarrollar una velocidad de 110 km/h, pero no lo tienen permitido por seguridad ya sea para evitar accidentes o descarrilamientos. Cuando es un lugar despoblado pueden circular hasta 70 km/h siempre y cuando la vía este libre y en buenas condiciones, porque cuando la misma está muy transitada

debe viajar a una velocidad de hasta a 10 km/h. Los trenes de pasajeros por lo general son un poco más rápidos y pueden transitar a una velocidad variada de 70 a 110 km/h. A continuación en la siguiente Figura se muestra el modelo planteado.

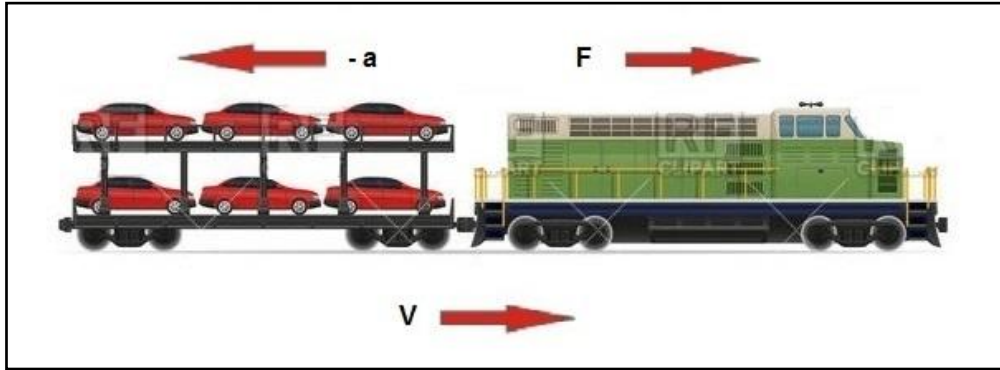


Figura N° 45: Modelo físico.

Cálculos

Para nuestro fin utilizaremos una velocidad importante de 100 Km/h, frenando bruscamente en un tiempo de $t = 20$ s, presumiendo de esta manera una situación crítica. Entonces;

$$V = 100 \text{ km/h} = 27,77 \text{ m/s}; t = 20 \text{ s}$$

$$a = \frac{V}{t} = 1,38 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \times a = 13700 \text{ Kg} \times 1,38 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow F = 19\,027,78 \text{ N} = 1939,63 \text{ Kg.}$$

Para proceder a la verificación dividiremos al modelo físico en dos partes. La primera teniendo en cuenta a la fuerza “F” que se genera en el sistema, mientras que a la segunda lo haremos a través del peso total de la planta alta más los vehículos.

Debido a “F”

$$\sum F_y = R_1 - R_2 = 0$$

$$\sum M_1 = F \cdot 190 \text{ cm} - R_2 \cdot 760 \text{ cm} = 0 \Rightarrow$$

$$R_2 = \frac{F \cdot 190 \text{ cm}}{760 \text{ cm}} \Rightarrow R_2 = 484,91 \text{ kg.}$$

$$\Rightarrow R_1 = 484,91 \text{ kg.}$$

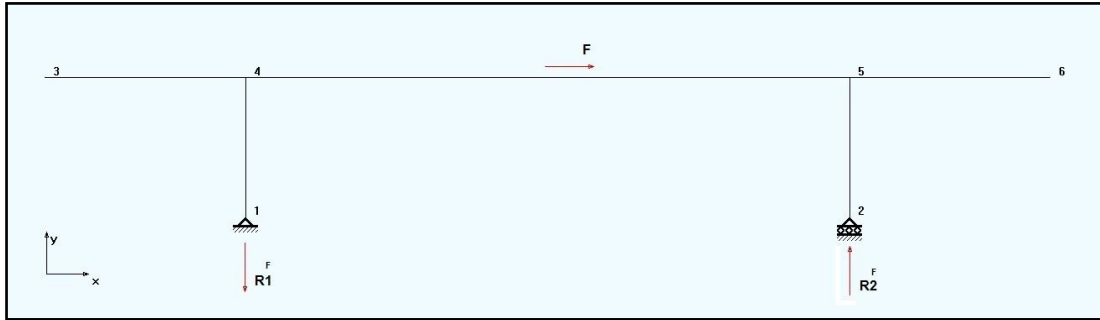


Figura N° 46: Modelo físico según "F".

Obsérvese, que ambas reacciones son de sentido opuesto debido a que cuando el tren frena, se sobre carga el apoyo más cercano a la locomotora, por una cuestión netamente dinámica.

Debido a "W_T"

Del mismo modo, plantearemos las ecuaciones con el peso de la estructura de la planta alta, junto a los vehículos en la misma. En este caso, ambas reacciones lo hacen en el mismo sentido, por una cuestión obvia.

$$W_T = W_{VEHICULOS} + W_{ESTR.P.ALTA} = 3600 \text{ Kg} + 3000 \text{ Kg} = 6600 \text{ Kg.}$$

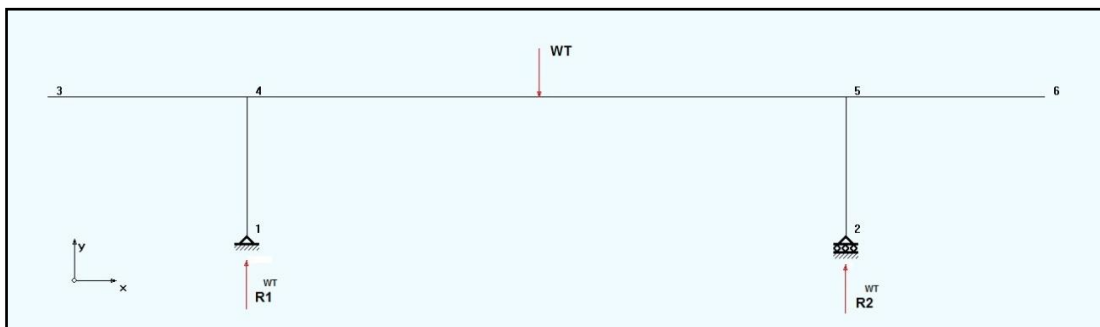


Figura N° 47: Modelo físico según "WT".

$$\sum F_y = R_1 - W_T + R_2 = 0$$

$$\sum M_1 = W_T \cdot 380 \text{ cm} - R_2 \cdot 760 \text{ cm} = 0 \Rightarrow$$

$$R_2 = \frac{W_T \cdot 380 \text{ cm}}{760 \text{ cm}} \Rightarrow R_2 = 3300 \text{ kg.} \Rightarrow R_1 = 3300 \text{ Kg.}$$

Resultando en ambos apoyos:

$$R_1^T = R_1^{WT} + R_1^F = 3300 \text{ kg.} + 484,91 \text{ kg.} \Rightarrow R_1^T = 3784,91 \text{ kg.}$$

$$R_2^T = R_2^{WT} - R_2^F = 3300 \text{ kg.} - 484,91 \text{ kg.} \Rightarrow R_2^T = 2815,09 \text{ kg.}$$

En la siguiente figura se plantea el modelo de la columna más solicitada con las fuerzas que intervienen.

Datos:

- $F = 1939,85 \text{ Kg.} \Rightarrow F/4 = 484,91 \text{ kg.}$
- $h = 180 \text{ cm}$
- $R_1^T = 3784,91 \text{ kg.}$

Perfil:

- Tubo cuadrado 150x150x6
- $B = 150 \text{ mm}$
- $R = 12 \text{ mm}$
- $W = 152,68 \text{ cm}^3$
- $A = 33,63 \text{ cm}^2$

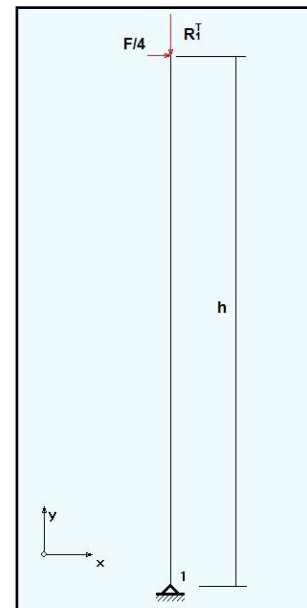


Fig. N°48: Modelo columna.

Planteando la correspondiente ecuación de esfuerzo máximo a la que está sometido el perfil, tenemos:

$$S_{MAX} = \frac{F/4 \cdot h}{W} + \frac{R_1^T}{A} = 684,22 \text{ Kg/cm}^2$$

Dicho resultado nos demuestra que la tensión máxima nunca llegará a la fluencia con que está construido el mencionado perfil.

Material: **F- 22**, tensión de fluencia: $S_y = 2192,35 \text{ kg/cm}^2$; entonces:

$$\Rightarrow N_y = \frac{\text{Carga que podría originar la rotura } (S_y)}{\text{Carga real aplicada en el elemento } (S_d)} = \frac{2192,35 \text{ Kg/cm}^2}{684,22 \text{ Kg/cm}^2} = 3,2$$

Lo que significa se está del lado de la seguridad.

Las tensiones normales que provocan la flexión son más relevantes que las de corte, debido a que estas pueden ser despreciables por el tipo de sollicitación.

Conclusiones

El análisis realizado, no es más que una transferencia de cargas dinámicas, pero para lograr estudiar a las mismas se ha separado al sistema haciéndolo de manera estática.

El perfil seleccionado cumple con las especificaciones de resistencia. Cabe destacar que dichas columnas son reforzadas con diagonales, lo cual rigidiza aún más a la estructura.

2.1.2.4. Verificación por “método de elementos finitos”

A continuación, se sometió a la columna a un estudio de simulación por medio software “Simulation” de Soliworks, con los datos utilizados anteriormente, con el criterio de rotura de Von Mises.

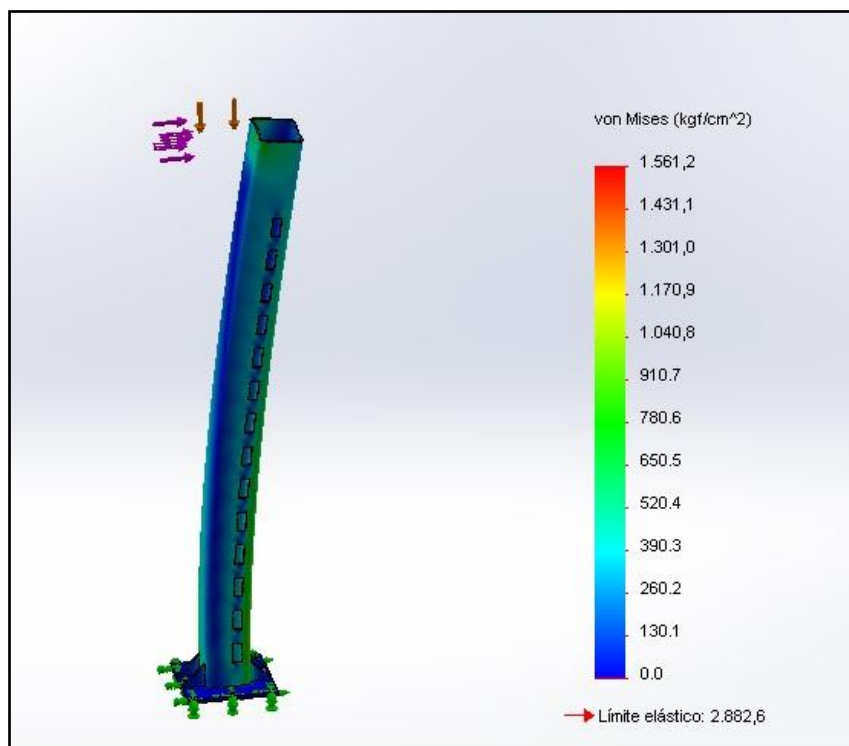


Figura N°49: Tensiones. Criterio de Von Mises.

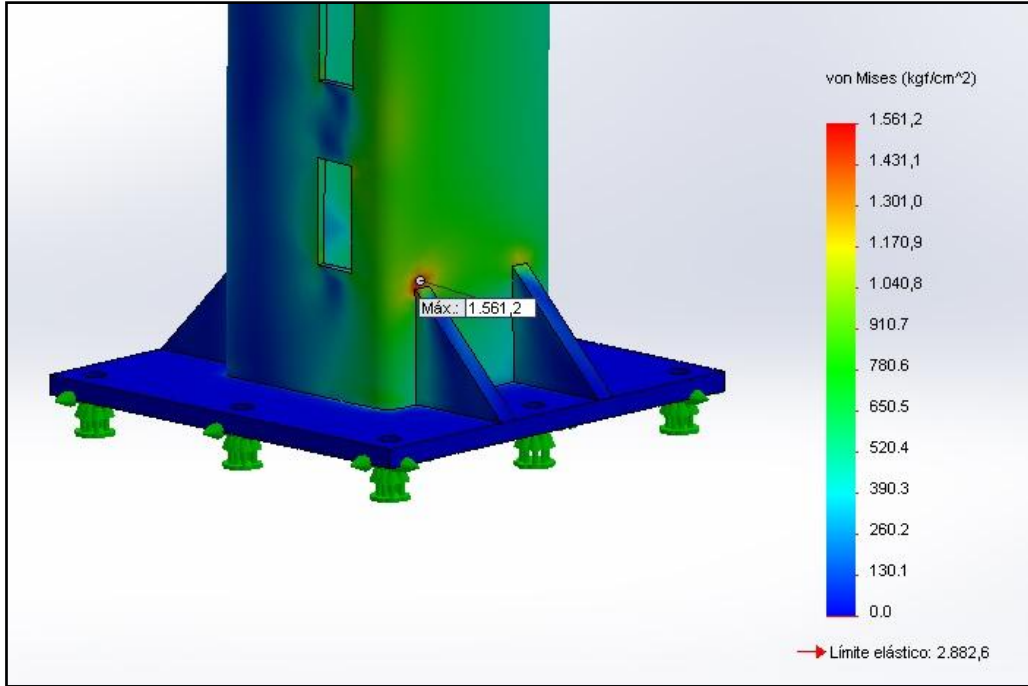


Figura N°50: Máxima tensión. Criterio de Von Mises.

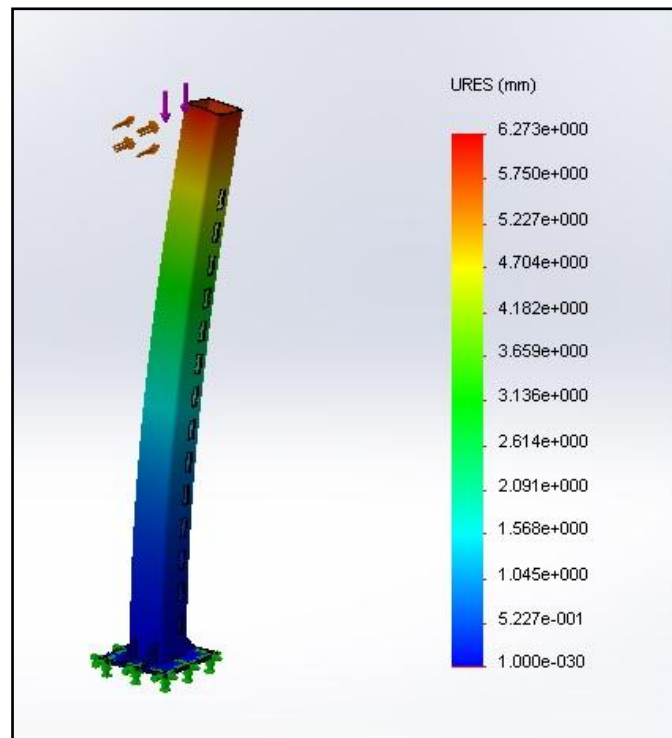


Figura N°51: Desplazamientos.

Verificación Pandeo

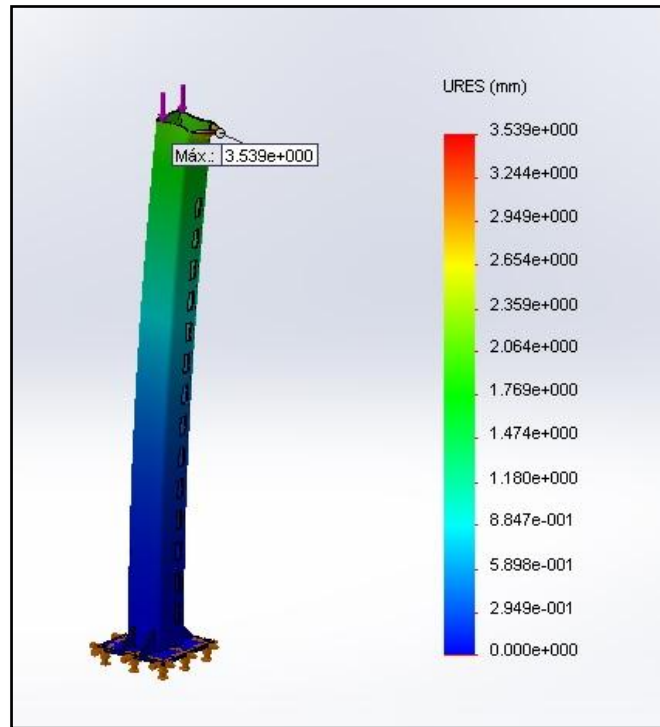


Figura N°52: Pandeo. Desplazamientos.

Conclusiones

En los resultados del análisis de tensiones de VON-MISES (Figura N°49), al realizar el estudio estático de la columna con las correspondientes cargas, se puede apreciar que dichas tensiones no superaron los $1561,2 \text{ Kg/cm}^2$, valor inferior a la tensión de fluencia del material ($S_y = 2192,35 \text{ kg/cm}^2$); con lo cual se verifican las dimensiones especificadas, siendo el coeficiente de seguridad:

$$N = S_y / S_{Von Mises} = 2192,35 \text{ Kg/cm}^2 / 1561,12 \text{ Kg/cm}^2 = 1,4$$

En la Figura N°50 se muestran los desplazamientos que existen en la columna, destacándose los de la parte superior por cuestiones obvias, y pudiéndose apreciar en la escala que son mínimos. Así mismo se realizó el estudio de pandeo, con resultados satisfactorios detallados en la Figura N° 52.

2.1.3. Chasis flotante

2.1.3.1. Diseño

Este componente es el encargado de soportar las cargas de la estructura, tanto sea de la planta alta como baja. Fue ideado para dotarlo con el mecanismo de giro, compuesto por una corona de orientación y dos pistas de rodadura, ambas ubicadas en el centro y por encima de los apoyos de los bogies respectivamente. También posee refuerzos en sus extremos, con el fin de absorber deformaciones tras el giro del mismo. En la Figura N° 53 se muestra el diseño.

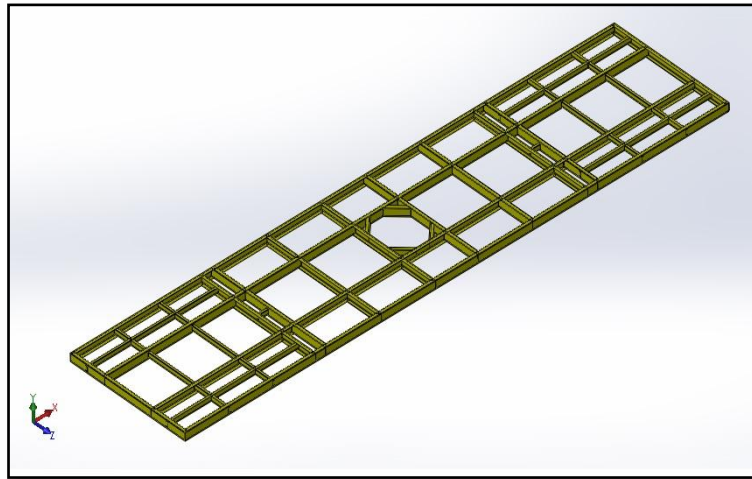


Figura N°53: Chasis flotante.

2.1.3.2. Cálculos

Con las distancias definidas tras el diseño y las cargas preestablecidas anteriormente, a los fines de simplificar los cálculos se tomaron los valores de la estructura dados por el software de cálculo “Análisis”, obteniéndose como resultando un perfil **UPN 200** como viga principal.

Por la necesidad de lograr un plano recto en la superficie del chasis para la correcta sujeción de la chapa que hará las veces de piso, se adopta el mismo perfil para la mayoría del chasis, a excepción de los refuerzos detallados en el plano.

2.1.3.3. Verificación por “método de elementos finitos”. Posición giro plataforma

Al girar la plataforma para la carga y descarga de los vehículos, (30° respecto del chasis principal) se notó que la misma quedó “apoyada” en un 50% con respecto a la posición “transporte”. A los fines de simplificar la cuestión y averiguar lo sucedido con cada miembro de la estructura, se sometió al chasis a una simulación por medio del software “Simulation – Solidworks”, logrando verificar así las tensiones en cada punto, como también las deformaciones. A continuación, en las siguientes Figuras se muestran los resultados obtenidos.

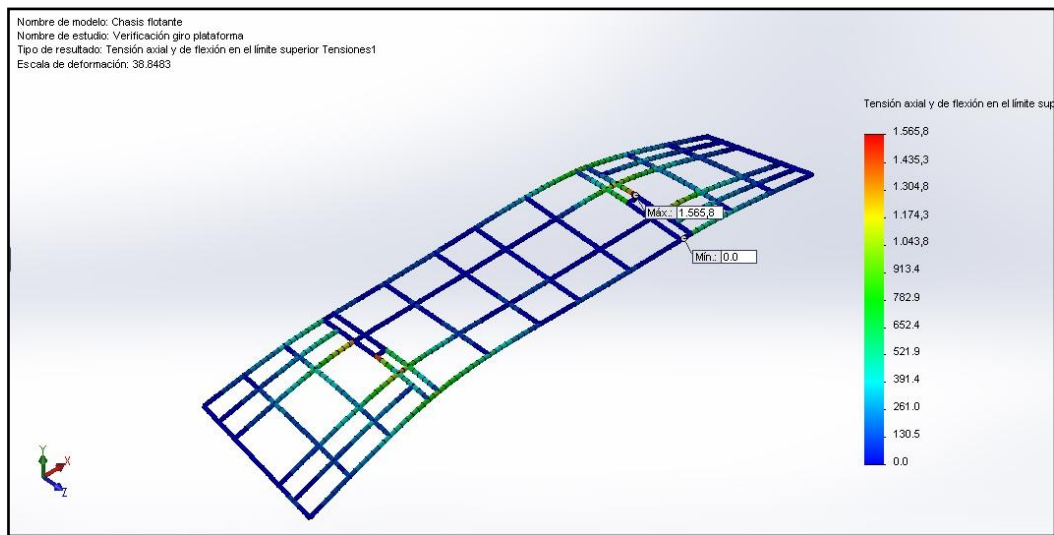


Figura N°54: Tensiones axiales y de flexión en el límite superior.

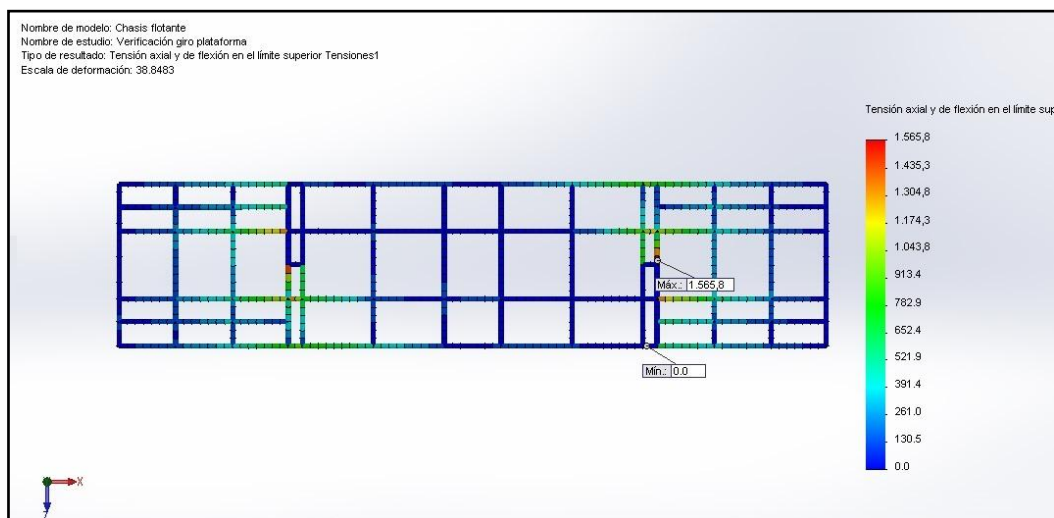


Figura N°55: Tensiones axiales y de flexión en el límite superior. Vista en planta.

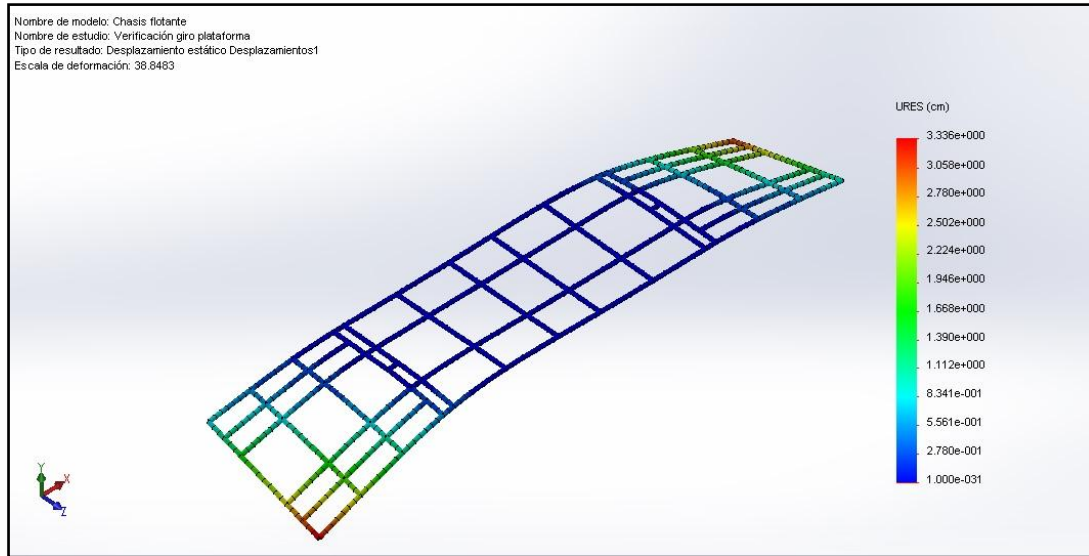


Figura N°56: Deformaciones.

Conclusiones

En la simulación se pudo ver que la mayor deformación viene dada en los vértices más alejados al apoyo, siendo la zona de mayor “voladizo” del chasis flotante, arrojando una cota de 3,36 cm, lo que es aceptable en una distancia de 270 cm desde el apoyo.

$$\Rightarrow y = \frac{270 \text{ cm}}{3,36 \text{ cm}} = 80,35 \text{ cm}$$

Este resultado expresa que la zona se deforma 1,12 cm cada 80,35 cm en una longitud de 270 cm. Con ello, se decidió seleccionar al perfil UPN 200, con las siguientes características, de material **F- 22** según Norma IRAM-IAS U-500-42. Datos:

- $d = 200 \text{ mm}$
- $bf = 75 \text{ mm}$
- $W_{x-x} = 191 \text{ cm}^3$
- $I_{x-x} = 1910 \text{ cm}^4$
- Peso: $25,3 \text{ kg/m}$

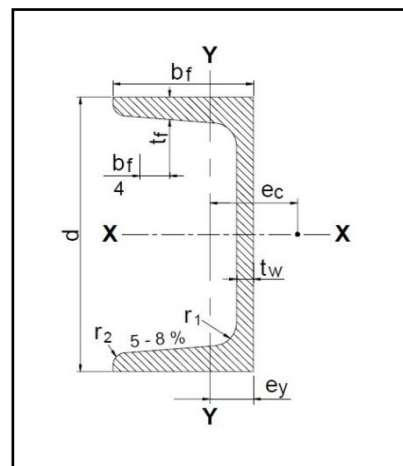


Fig. N°57: Perfil principal chasis flotante.

2.2. Chasis principal

2.2.1. Diseño

El chasis es la estructura del vagón destinada a soportar las cargas tractivas y compresivas consecuentes del tren, además de sostener a la estructura. Está compuesto por elementos longitudinales: el “center sill” o larguero central, los “side sill” o largueros laterales, las longarinas de piso; y los elementos transversales: cabezales o “end sill”, “bolster” superior o “body bolster”, y los travesaños principales y secundarios.

El cálculo y diseño se realizó bajo un proceso de iteración, en el que se fueron modificando los distintos perfiles y componentes de la estructura, hasta llegar a una solución adecuada en cuanto a resistencia y deformaciones.

Luego de esto se dedujo que la mejor solución fue diseñar las vigas principales del chasis con forma de “viga de sección variable”, cuya sección es del tipo “doble T”. Dicho diseño soporta mayores momentos flectores en el centro de la misma, ahorrando material en sus extremos. De esta manera, para fabricar a este tipo de viga, solamente se le practicaron soldaduras de tipo “de filete” a las uniones entre el alma y alas, de modo de aproximarse a la sección.

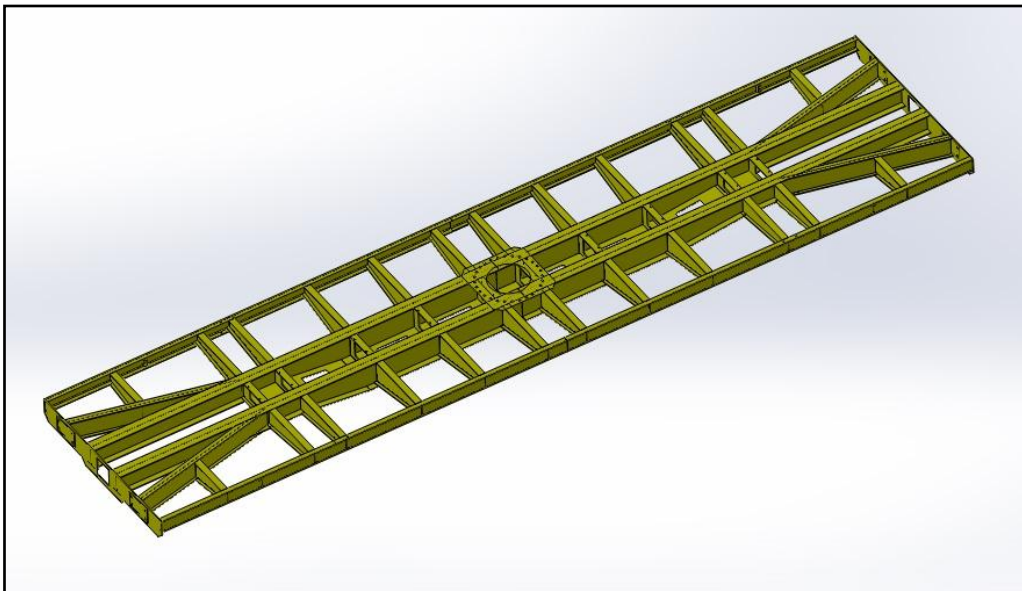


Figura Nº 58: Chasis principal.

Resumiendo los únicos perfiles producidos fueron los de secciones variables, ya sean tanto las vigas principales, como así también las ménsulas. En Anexo N°2 se adjuntan los planos.

2.2.2. Cálculos

2.2.2.1. Viga sección variable

El cálculo comienza considerando el tipo de sollicitación sobre las vigas, que en este caso se tomarán como simplemente apoyadas, con cargas uniformemente distribuidas. De esta manera, se citan las ecuaciones establecidas en bibliografía [5]; “Resistencia de Materiales. Robert L. MOTT”, apéndice A-20 (Fórmulas para determinar la flexión de vigas simplemente apoyadas);

En el tramo central:

$$y = \frac{-W(L - 2a)^3}{384 EI} \left[\frac{5}{L}(L - 2a) - \frac{24}{L} \left(\frac{a^2}{L - 2a} \right) \right]$$

En los tramos extremos:

$$y = \frac{-W(L - 2a)^3 a}{24 EIL} \left[-1 + 6 \left(\frac{a}{L - 2a} \right)^2 + 3 \left(\frac{a}{L - 2a} \right)^3 \right]$$

A continuación en Figura N°59 se detalla el modelo físico correspondiente.

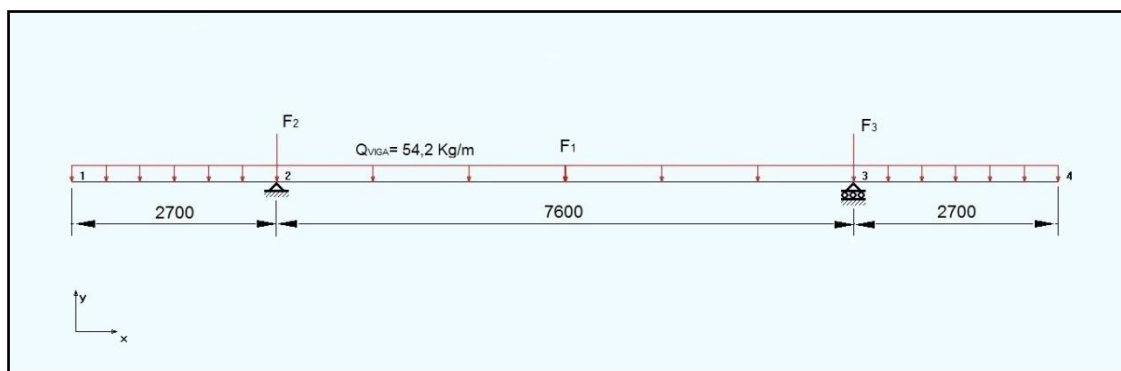


Figura N° 59: Modelo físico de la viga principal.

De ambas ecuaciones despejamos el Momento de Inercia “I”, que junto con los siguientes datos, se establece una idea de las propiedades del perfil que requieren los diferentes tramos de la viga.

Datos:

- $L = 13 \text{ m} = 1300 \text{ cm}$.
- $L_{\text{central}} = 7,6 \text{ m} = 760 \text{ cm}$.
- $L_{\text{extremos}} = a = 2,7 \text{ m} = 270 \text{ cm}$.
- $E = 2,1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$
- $y_{\text{central}}^{\text{MAX}} = 0,76 \text{ cm [1]}$.
- $y_{\text{extremos}}^{\text{MAX}} = 0,27 \text{ cm [1]}$.
- Cargas:
 - $F_1 = R_3 + P_{\text{corona}} = 626 \text{ Kg.} + 350 \text{ Kg} = 975 \text{ Kg}$.
 - $F_2 = R_2 + P_{\text{pista rod.}} = 2090 \text{ Kg.} + 350 \text{ Kg} = 2440 \text{ Kg}$.
 - $F_3 = R_4 + P_{\text{pista rod.}} = 2090 \text{ Kg.} + 350 \text{ Kg} = 2440 \text{ Kg}$.
 - Peso viga chasis principal: $Q_{\text{viga}} = 54,2 \text{ Kg/m}$ (supuesto IPN 300).

$$\Rightarrow \text{Peso total: } W_T \cong 5855 \text{ Kg}$$

Por cuestiones de seguridad se afectó al peso total con un coeficiente de dos, de modo tal de duplicar la capacidad de carga de la estructura.

$$W_F \Rightarrow W_T \times 2 \cong 11\,710 \text{ kg}$$

Introduciendo estos datos en las ecuaciones;

$$\Rightarrow I_{\text{centro}} = 24\,494,43 \text{ cm}^4$$

$$\Rightarrow I_{\text{extremos}} = 10\,544,46 \text{ cm}^4$$

Con estos resultados se diseñaron ambas secciones, según las solicitaciones detalladas anteriormente, y teniendo como referencia por la similitud de la forma al perfil "IPE" de la tabla [3], las dimensiones son:

- Tramo central:
 - Altura perfil: $h = 450 \text{ mm}$
 - Ancho patín: $b = 190 \text{ mm}$
 - Espesor: $e = 12,7 \text{ mm}$

- Tramo extremos:
 - Altura perfil: $h = 330$ mm
 - Ancho patín: $b = 190$ mm
 - Espesor: $e = 12,7$ mm

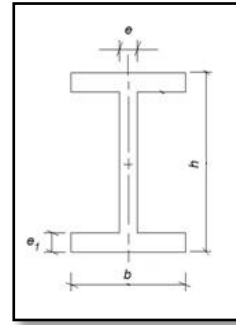


Fig. N°60: Dimensiones perfil variable

Cálculo y verificación por resistencia

Para ello se acudió nuevamente al software de diseño “Analysis”, obteniéndose así los esfuerzos en los respectivos miembros. El mismo sugirió perfiles de tamaños menores a los que se utilizan en los diseños ferroviarios, lo cual es lógico debido a que lo planteado en la estructura es netamente “estático”.

Resultados software:

Reacciones:

- $R_2 = R_3 = 3280$ Kg.

Tramo central:

- $Mf_{MAX} = 243\ 820$ Kg. cm. (entre apoyos N°2 y N°3)
- $Q_{MAX} = 693,5$ kg (en apoyos N°2 y N°3)
- $y_{max} = 5,36$ mm

Cuya tensión es;

$$S_d = \frac{M_f \cdot c}{I} = \frac{243\ 820\ Kg.cm \times 22,5\ cm}{24494,43\ cm^4} = 223,97\ Kg/cm^2$$

Tramo extremos:

- $Mf_{MAX} = 19\ 710$ kg.cm
- $Q_{MAX} = 146$ kg
- $y_{max} = 3,04$ mm

Entonces;

$$S_d = \frac{M_f \cdot c}{I} = \frac{19\,710 \text{ Kg.cm} \times 16,5 \text{ cm}}{10544,46 \text{ cm}^4} = 30,84 \text{ Kg/cm}^2$$

Nota: c : distancia sobre la sección desde el centro de gravedad hasta el patín del perfil, lo que es lo mismo decir, la mitad de la altura del elemento estudiado.

En la Figura N° 57 se muestran los respectivos gráficos de momento flector, esfuerzo de corte y deformación de la viga.

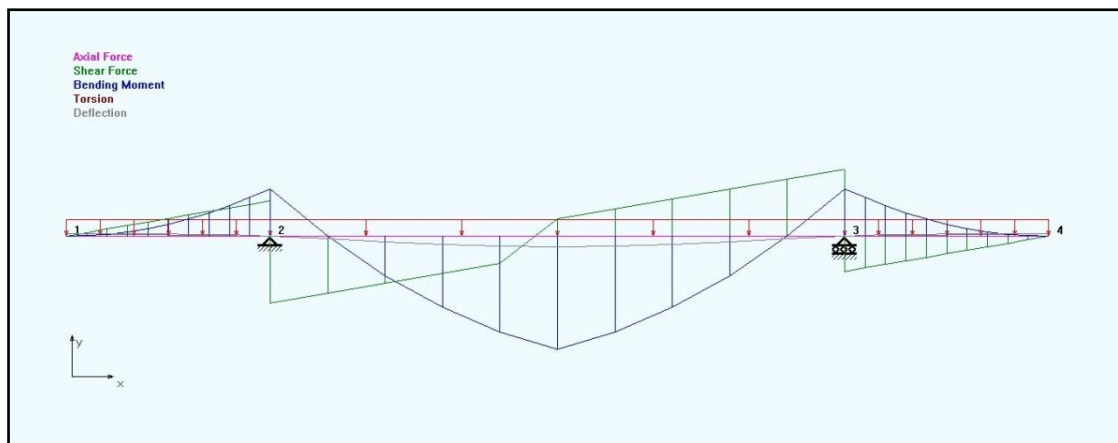


Figura N° 61: Gráficos de resultados.

Coefficiente de seguridad

Por razones obvias tomamos para el cálculo del coeficiente de seguridad, a la tensión de diseño más elevada, en este caso se da en el tramo central de la viga de sección variable. Entonces; como el material propuesto por la CNRT [1] a utilizar para su construcción es el acero: **F- 22** $\Rightarrow S_y = 2192,35 \text{ Kg/cm}^2$, verificamos:

$$\Rightarrow N_y = \frac{\text{Carga que podría originar la rotura } (S_y)}{\text{Carga real aplicada en el elemento } (S_d)} = \frac{2192,35 \text{ Kg/cm}^2}{223,97 \text{ Kg/cm}^2} = 9,79$$

Lo que significa que la estructura trabaja del lado de la seguridad.

Conclusiones

Se fabricaron las vigas principales del chasis en forma “tipo doble T”, mientras que los demás perfiles del mismo, fueron empleados los del tipo UPN. Así mismo el material seleccionado para la construcción de la estructura fue el denominado **F- 22** según Norma IRAM-IAS U-500-42, según [1].

2.2.2.2. Tensiones tangenciales de corte por flexión

Para el cálculo de la soldadura de la viga principal fue necesario averiguar las tensiones de corte producidas sobre la misma, para ello se aplicó el criterio de Jourawski [6], (Teorema de Colignon, pág. 207) el cual para una sección “doble T” simétrico la tensión máxima se da sobre el alma vertical entre las alas (superior e inferior), y un esfuerzo cortante paralelo al alma, la tensión cortante máxima (τ_{xy}) se determina mediante la expresión:

$$\tau_{xy=Q_{max}} = \frac{2b(h^2 - y^2) - (2b - e)[(h - e_1)^2 - y^2]}{2e \frac{2}{3}[2bh^3 - (2b - e)(h - e_1)^3]}$$

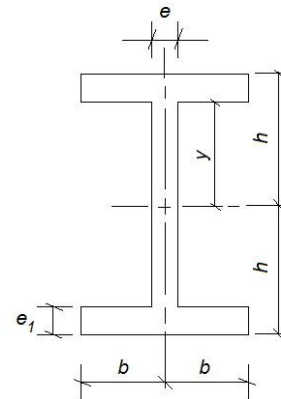


Fig. N° 62: Nomenclatura.

Datos perfiles diseñados:

Tabla N° 2.2: Dimensiones perfiles diseñados.

Cota [cm]	Tramo central	Tramo extremos
e	1,27	1,27
e1	1,27	1,27
b	9,5	9,5
h	22,5	16,5
y	21,23	15,23

Como resultado del software de cálculo tenemos: $Q_{max} = 693,5$ kg. Entonces, reemplazando los datos en dicha ecuación:

- Tramo central: $\tau_{xy}=9,26 \text{ Kg/cm}^2$
- Tramo extremos: $\tau_{xy}=13,83 \text{ Kg/cm}^2$

Conclusiones

Se puede apreciar que las tensiones tangenciales fueron mayores en ambos tramos extremos, debido a que los mismos se encuentran más cerca de las cargas de impacto que genera el tren. Con estos datos, se procede al dimensionamiento de la unión soldada.

2.2.3. Soldadura

2.2.3.1. Generalidades

El proceso de soldadura seleccionado se denomina: "GMAW", más comúnmente conocido como "MIG-MAG" (soldadura por arco metálico y gas). Este sistema es utilizado comúnmente en cualquier taller, y no requiere de grandes inversiones. Se caracteriza por aportar una mayor velocidad de funcionamiento, es decir, la cantidad de material de aporte es dos o tres veces mayor que con la SMAW (electrodo revestido), representando así un ahorro de tiempo.

La soldadura por arco metálico y gas es un proceso semiautomático que utiliza electrodos de alambres continuos tubulares o sólidos introducidos desde un carrete en la máquina de soldar. La soldadura además está sumergida en un gas inerte, argón o helio (MIG soldadura de arco metálico con gas inerte), un gas más económico CO_2 , o en una mezcla de gases (80% Ar + 15% CO_2 + 5% CO_2) (MAG soldadura metálica con gas activo), protegiendo al arco contra los efectos nocivos del oxígeno y el nitrógeno.

Las ventajas de soldar por arco metálico y gas son:

- ✓ Proceso de soldar rápido; reduce los costos de fabricación.
- ✓ La zona de soldadura afectada por el calor (ZAT) es estrecha.

- ✓ Ausencia de escorias, lo cual evita soldar en posiciones difíciles. Como no es necesario eliminar la escoria para las soldaduras posteriores, el tiempo de soldar es menor, así como el costo de fabricación.
- ✓ Se utiliza principalmente en aceros sin alear y de baja aleación (MAG) y en aceros de alta aleación (MIG).

Las desventajas son:

- ✓ No es adecuado para soldar a pie de obra debido a la gran cantidad de equipamiento necesario, como por ejemplo el control eléctrico, el electrodo de alambre sólido devanado, el alimentador de alambre y el suministrador del gas protector.
- ✓ Acceso a la soldadura muy restringido por el espacio necesario para la boquilla de la pantalla de gas, a pesar de que existen varias formas de boquilla.

Cabe destacar que el proceso de soldadura elegido está avalado en las Especificaciones FAT V- 1522 [1].

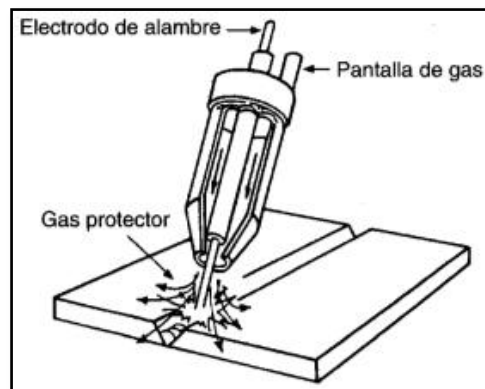


Figura N° 63: Soldadura MIG/MAG.

2.2.3.2. Cálculos

Los cálculos de la soldadura se realizaron bajo reglamento de la Norma CIRSOC 301- EL [7], la cual es aprobada por el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial).

En todos los casos se consideró que los filetes trabajan sometidos a corte en el plano de garganta con el área efectiva. Esto no es rigurosamente cierto en

algunas uniones pero el criterio simplificado es práctico y su eficiencia ha sido comprobada experimentalmente. Se calcularon los tipos de uniones más relevantes, diferenciados por la clase de solicitaciones que deben transmitir.

A continuación, se afectó a la tensión cortante obtenida multiplicándola por una distancia unitaria "b" (propuesta en 1 cm), de manera tal de expresar dicho esfuerzo en forma lineal:

- Tramo centro: $\tau_{xy} = 9,26 \text{ Kg/cm}^2 \times 1 \text{ cm} = 9,26 \text{ Kg/cm}$
- Tramo extremos: $\tau_{xy} = 13,83 \text{ Kg/cm}^2 \times 1 \text{ cm} = 13,83 \text{ Kg/cm}$

2.2.3.2.1. Soldadura N°1: Viga principal (Unión alma y alas)

Según bibliografía referenciada ORTIZ BERROCAL [3], para cordones discontinuos de soldadura entre alma y alas se tiene:

$$2 \tau s a = \tau_{xy} \cdot e$$

Donde:

- τ : Tensión al corte de la soldadura [Kg/cm^2].
- s : Largo de filete [cm].
- a : ancho de garganta efectiva [cm].
- τ_{xy} : Tensión de corte entre alma y ala [Kg/cm^2].
- e : distancia entre centros de filetes [cm].

En la siguiente figura se representa el esquema correspondiente:

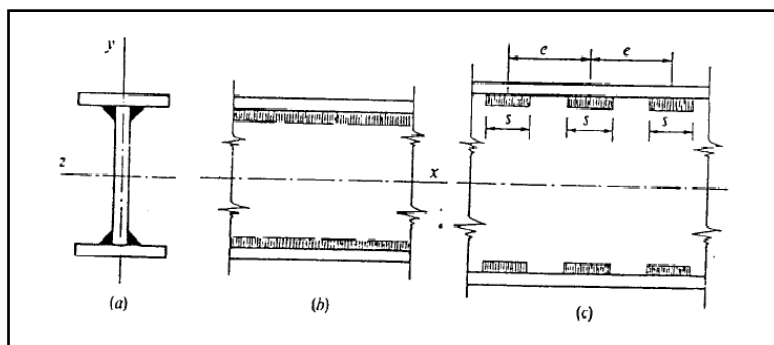


Figura N° 64: Nomenclatura soldadura discontinua.

Según reglamento CIRSOC 301- EL [7], definimos la sección del filete de acuerdo a Tabla J.2-4 $\Rightarrow d = 8 \text{ mm}$.

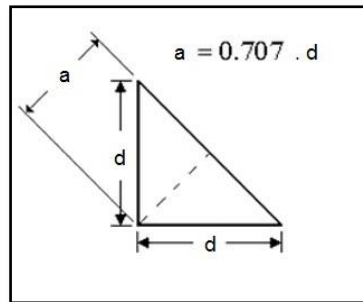


Fig. N° 65: Garganta efectiva.

Seleccionamos el electrodo de Tabla 2 [5] : E-6013; $F_{EXX} = 4221,62 \text{ Kg/cm}^2$

Definimos la resistencia de diseño R_d , con la siguiente ecuación:

$$R_d = \phi \cdot F_W \cdot A_W = 0,60 \cdot 0,60 F_{EXX} \cdot 0,707 \cdot d$$

Referencias

- R_d : Resistencia de diseño [Kg].
- ϕ = Factor de resistencia.
- F_W : Resistencia nominal (a rotura por tracción) del electrodo [Mpa].
- A_w : Área efectiva de la soldadura [cm^2].
- F_{EXX} : Resistencia del material aportado por el electrodo [Kg/cm^2].
- d : Lado mínimo cordón. (Cateto) [cm].

Cálculos

Según uniones que transmiten fuerza axil (2.3.10.1) [7], se calculó la resistencia de diseño de la unidad de longitud del filete (según Tabla de Figura N°2-33), siendo el área efectiva el producto de la longitud 1 por la proyección del lado sobre el plano de garganta supuesto a 45° .

Entonces;

$$R_d = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 4221,62 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0,5656 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} \Rightarrow R_d = 859,59 \text{ Kg}$$

$$A_w = (0,707 \cdot 0,8 \text{ cm}) \cdot 30 \text{ cm} = 16,97 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, la resistencia del electrodo seleccionado E-6013 es:

$$\Rightarrow \tau = \frac{R_d}{A_w} = \frac{859,59 \text{ kg}}{16,97 \text{ cm}^2} = 50,66 \text{ Kg/cm}^2$$

Reemplazando los valores obtenidos y fijando a la longitud del cordón de soldadura como **s = 10 cm**, calcularemos la distancia entre centros "e" de las mismas.

- Tramo central:

$$e = \frac{2 \cdot \tau \cdot s \cdot a}{\tau_{xy}} = \frac{2 \cdot 50,66 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} \cdot 0,5656 \text{ cm}}{9,26 \text{ Kg/cm}} = 61,87 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow e - s = 51,87 \text{ cm.}$$

- Tramo extremos:

$$e = \frac{2 \cdot \tau \cdot s \cdot a}{\tau_{xy}} = \frac{2 \cdot 50,66 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} \cdot 0,5656 \text{ cm}}{13,83 \text{ Kg/cm}} = 41,44 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow e - s = 31,44 \text{ cm.}$$

Conclusiones

En tramo central se realizará un cordón de 10 cm de longitud espaciado cada 61,87 cm (e – s). Mientras que en los tramos extremos, se hará el mismo largo de filete, espaciado entre 41,44 cm (e – s).

Cabe destacar que las distancias calculadas son de carácter netamente teórico, adaptándose a un criterio razonable las cuestiones prácticas.

2.2.3.2.2. Soldadura Nº2: Cabezal – Viga principal (de filete sometido a fuerza axial)

Según Normativa [1], el chasis deberá soportar a una fuerza de tracción-compresión de 200 Tn, que al dividirlos en las dos vigas principales, se obtuvo:

$$F_{Trac-compr.} = 100 \text{ Tn} = 100000 \text{ Kg.}$$

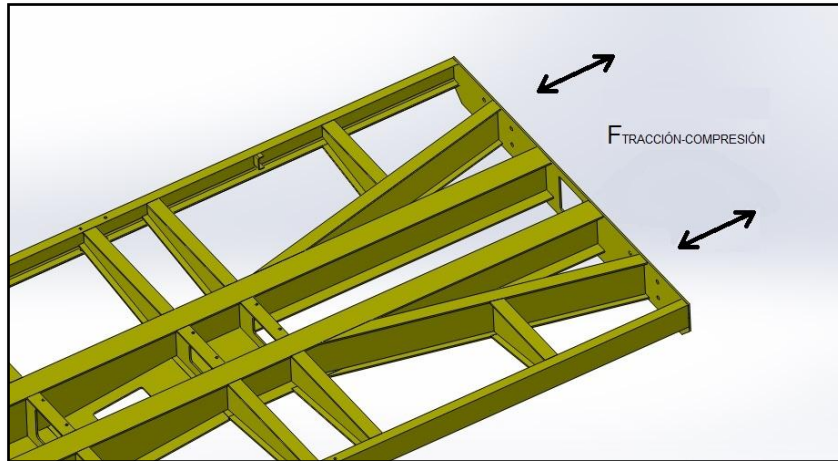


Figura Nº 66: Esquema fuerzas cabezal – viga principal.

Definimos la sección del filete: $d = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$.

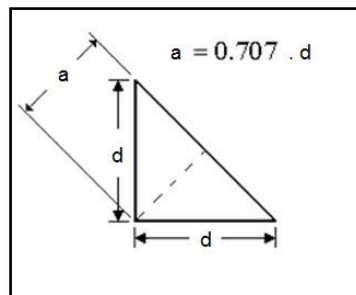


Fig. Nº 67: Garganta efectiva.

Luego, se calculó la resistencia de diseño.

$$R_d = \phi \cdot F_w \cdot A_w \text{ (Resistencia unitaria)}$$

Seleccionando al electrodo de Tabla 2 [7];

$$E-7014: F_{EXX} = 482 \text{ Mpa} = 4915,03 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{De figura 2-33 [7]} \Rightarrow R_d = 0,6 \cdot (0,6 \cdot F_{EXX}) \cdot (1 \text{ cm} \cdot 0,707 \cdot 1 \text{ cm}) \Rightarrow$$

$$R_d = 1250,97 \text{ Kg.}$$

La longitud total de la soldadura es: $L_{nec} = \frac{F_{Trac-compr.}}{R_d} = 79,94 \text{ cm.} = L_T$

Que por conveniencia, se distribuyó de la siguiente manera:

$$L_T = L_1 \times 2 + L_2 \times 2 + L_3 \times 4$$

$$L_3 = \frac{L_T - L_1 \times 2 - L_2 \times 2}{4} \Rightarrow L_3 = 3,5 \text{ cm}$$

A continuación se detallan las cotas principales de los cordones de soldadura.

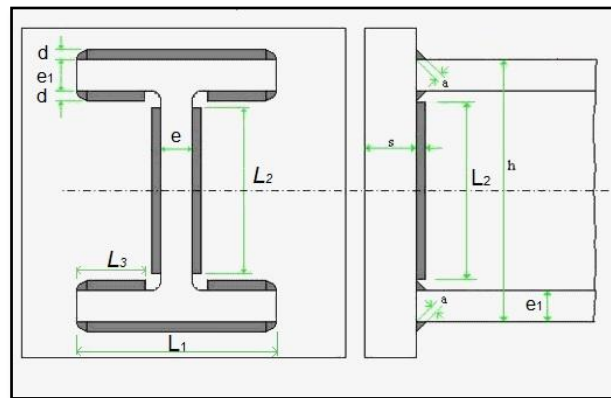


Figura N° 68: Esquema filetes cabezal – viga principal.

Por lo tanto, las longitudes de los cordones de soldadura serán:

$$\spadesuit L_1 = 13 \text{ cm; } L_2 = 20 \text{ cm; } L_3 = 3,5 \text{ cm.}$$

Conclusiones

Como se detalla en los dos casos de soldadura analizados, se utilizaron dos tipos de electrodos diferentes: E- 6013, E- 7014. La razón de selección de los mismos es netamente teórica, justificada a través de la resistencia que le confieren a la unión soldada.

2.3. Mecanismos

Sistema hidráulico

El sistema hidráulico de la plataforma es fundamental para el funcionamiento esencial de sus mecanismos, ya que las principales operaciones que ésta realiza son impulsadas por este medio.

El mismo, se dividió en dos: el “Sistema de ascenso/descenso de la planta alta” y el “Sistema de giro de plataforma”. En el presente capítulo se realiza una descripción general de ambos, junto a los respectivos cálculos y explicación de los circuitos utilizados.

Componentes

Para la operación de los mecanismos son necesarios algunos componentes hidráulicos y electrohidráulicos, que cumplen distintas funciones tales como; transporte del fluido, control, seguridad, entre otras. A continuación se detallan los componentes necesarios de los circuitos hidráulicos:

- Sistema de ascenso/descenso de la planta alta:
 - Un cilindro hidráulico ubicado en la parte central de manera horizontal en el chasis de la planta alta.
 - Sistema de potencia fluida compuesto por el motor eléctrico acoplado a una bomba hidráulica con su respectivo depósito, válvulas internas, válvulas anti-retorno para sostener la carga y válvulas de alivio. Ubicados de manera vertical, sujeto a una de las columnas.
 - Mangueras, acoples, etc.
- Sistema de giro de plataforma:
 - Motor eléctrico, acoplamiento y bomba hidráulica anexados a una corona de orientación de giro.
 - Depósito de aceite.
 - Tablero eléctrico de mando y protección.
 - Regulador de caudal, filtros hidráulicos, mangueras, acoples, etc.

2.3.1. Sistema de ascenso/descenso planta alta

El sistema será comandado a través de un mecanismo electrohidráulico, compuesto de un circuito de potencia fluida, un cilindro, cables metálicos, poleas y sistema de anclaje. Este diseño permite al usuario ir llevando a la planta alta de la plataforma hasta la altura deseada, resguardada con un mecanismo de seguridad. La robustez de los caños con corredera, aseguran una larga duración y fiabilidad.

El diseño cerrado de las columnas fueron diseñadas para ofrecer un sistema flexible de elevación gracias a una estructura ligera, permitiendo una “alta capacidad” de carga.

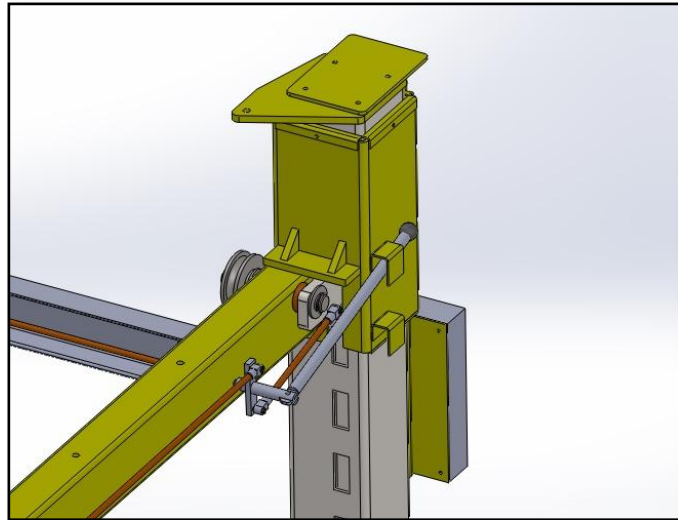


Figura N° 69: Detalle mecanismo de elevación.

En las siguientes figuras se muestra el mecanismo mencionado.

Referencias:

1. Cable metálico.
2. Extremo roscado.
3. Polea primaria
4. Eje primario.
5. Traba.
6. Polea secundaria (simples).
7. Eje secundario.
8. Polea secundaria (dobles).
9. Barral.
10. Conector barral.
11. Extremo barral.
12. Cilindro hidráulico.
13. Placas porta-cables.

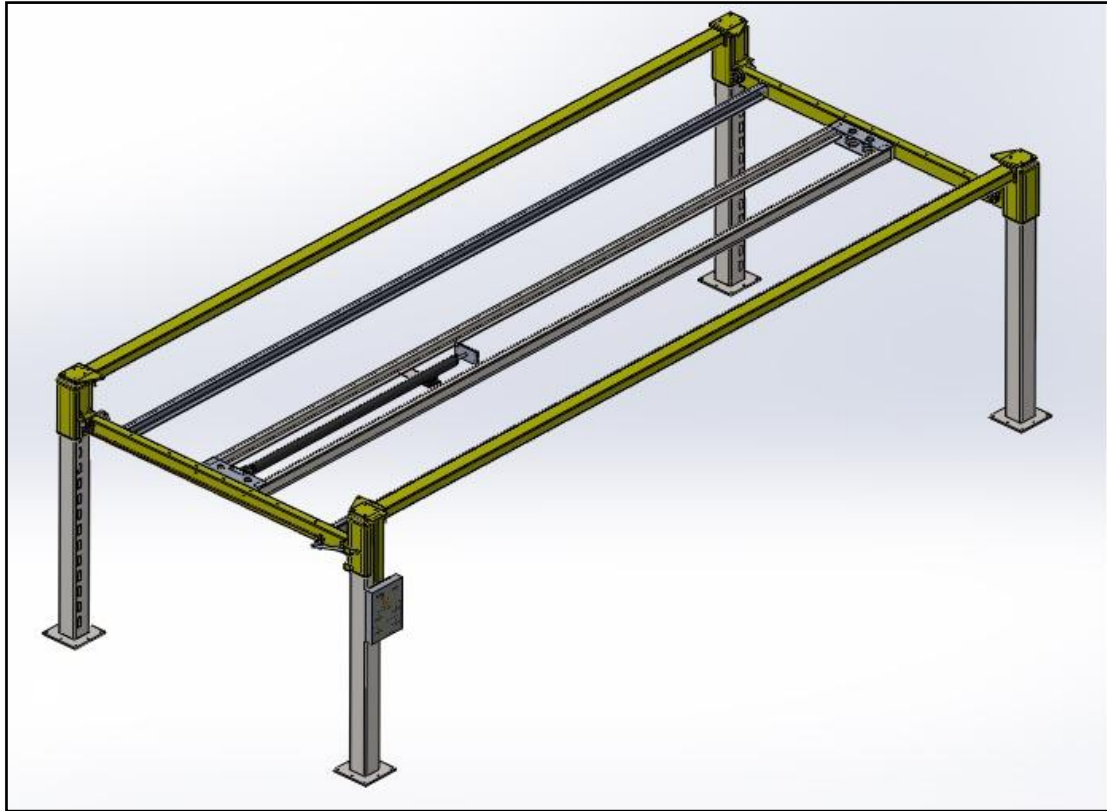


Figura N° 70: Mecanismo de elevación.

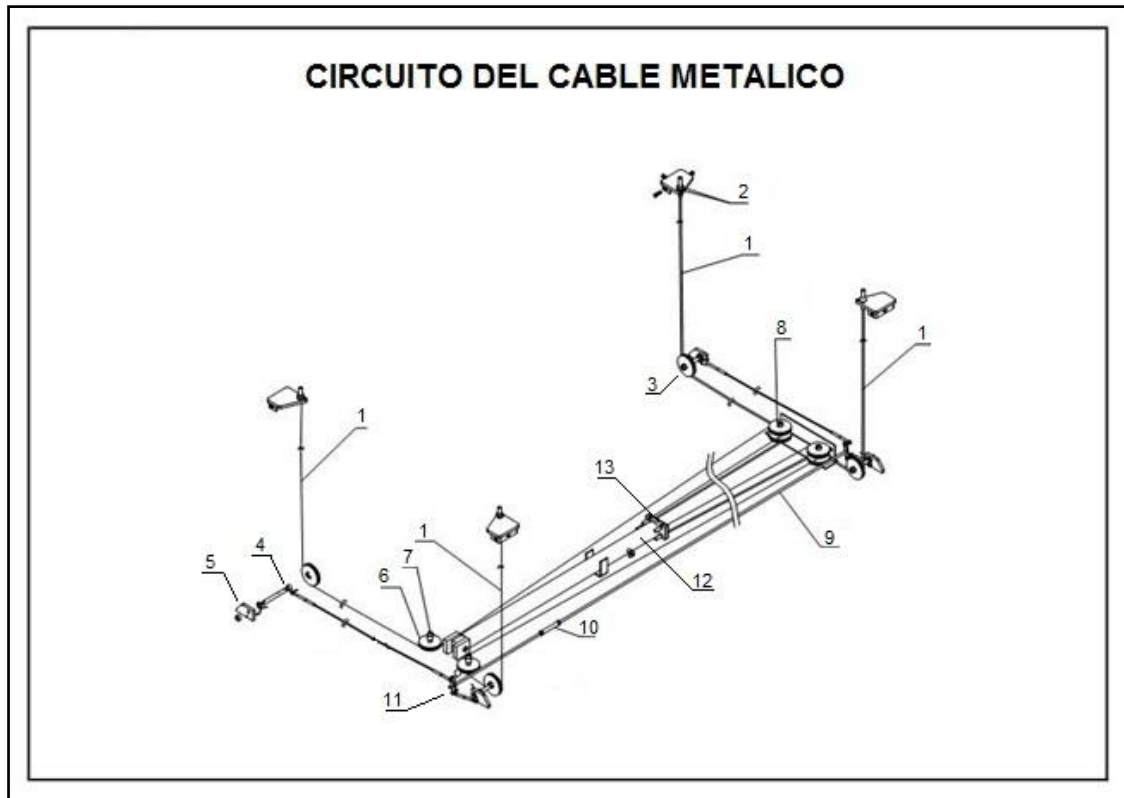


Figura N° 71: Detalle del mecanismo de elevación.

2.3.1.1. Cálculos

A continuación se determinaron las características necesarias de algunos componentes como cilindros, mangueras y bomba. Para ello se debieron realizar cálculos, como la determinación del diámetro del cilindro y el caudal necesario. También se utilizaron ábacos, que permitieron determinar ciertas variables en base a características requeridas.

2.3.1.1.1. Cilindro hidráulico

Este cilindro tiene la función de comandar el cableado por medio de una placa a la que están sujetos los cables, que sometiendo a los mismos a tracción, la plataforma se elevará.

A continuación se determinó el diámetro interior del cilindro, considerando que la fuerza que debe ejercer el mismo está constituida por el peso máximo promedio de vehículos que puede transportar la plataforma en planta alta más el peso propio de la misma, y conociendo que la presión del aceite de trabajo es de 150 kg/cm^2 , se calculó el área necesaria y con ello su diámetro:

$$P = \frac{F}{A} ; A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Donde:

- P : Presión de trabajo [Kg/cm^2]
- F : Fuerza necesaria para elevar el sistema [Kg]
- A : Área del cilindro [cm^2]

Cálculos:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{4450 \text{ kg}}{150 \text{ Kg/cm}^2} = 29,66 \text{ cm}^2$$

$$A = 22,25 \text{ cm}^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{22,25 \text{ cm}^2 \times 4}{\pi}} = 6,15 \text{ cm}$$

Es decir, que el diámetro interior del cilindro hidráulico debe ser 6,15 cm para hacer posible el desarrollo de la fuerza necesaria.

A continuación, se determinó el espesor de pared “e”, necesario para resistir las presiones ejercidas, que según la teoría de tubos de pared delgada (suponiendo que $e < 1/10 < D_i$). Los parámetros que se utilizaron fueron: presión interna, diámetro interno y tensión admisible del material del tubo. (Tubos bruñidos importados – Acero E 355C – $S_y = 5200 \text{ Kg/cm}^2$), todos conocidos.

$$\sigma_{adm} = \frac{P_i \times D_i}{2 \times e} = \frac{S_y}{2} = 2600 \text{ Kg/cm}^2$$

$$e = \frac{P_i \times D_i}{2 \times \sigma_{adm}} = \frac{150 \text{ kg/cm}^2 \times 6,15 \text{ cm}}{2 \times 2600 \text{ Kg/cm}^2} = 0,18 \text{ cm}$$

Las dimensiones calculadas son netamente teóricas, por lo que se debieron adaptar a las que se encuentren en la estandarización del mercado, por lo que se tomó el valor más próximo inferior. Por lo tanto, se utiliza un tubo de 60 mm de diámetro interior y 10 mm de espesor de pared.

Para determinar la sección del vástago, se debió tener en cuenta la fuerza de compresión al momento de elevar la carga, que se da cuando el cilindro oculta al vástago tensando a los cables. Utilizando un acero SAE 1045 ($S_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$), el diámetro necesario es:

$$\sigma_{adm} = \frac{S_y}{2} = 2000 \text{ Kg/cm}^2 = \frac{F}{A}$$

$$\Rightarrow A = \frac{4450 \text{ kg}}{2000 \text{ Kg/cm}^2} = 2,225 \text{ cm}^2$$

$$A = 2,225 \text{ cm}^2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{2,225 \text{ cm}^2 \times 4}{\pi}} = 1,68 \text{ cm}$$

Entonces, en principio el diámetro utilizado para el vástago sería de 20 mm, que según el modelo seleccionado cumple con las especificaciones necesarias.

Finalmente se necesitó saber el recorrido necesario para cumplir con dicha función, para ello se estableció que es proporcional a la altura recorrida por la plataforma (ascenso y descenso), por lo tanto:

- Recorrido: $L = 1800$ mm.

Con los datos obtenidos y según el catálogo del fabricante seleccionado “VERION” [9], se determinó el cilindro necesario, solicitándose “a medida del cliente”, por no estar en el mismo. En la siguiente figura se muestra un modelo:

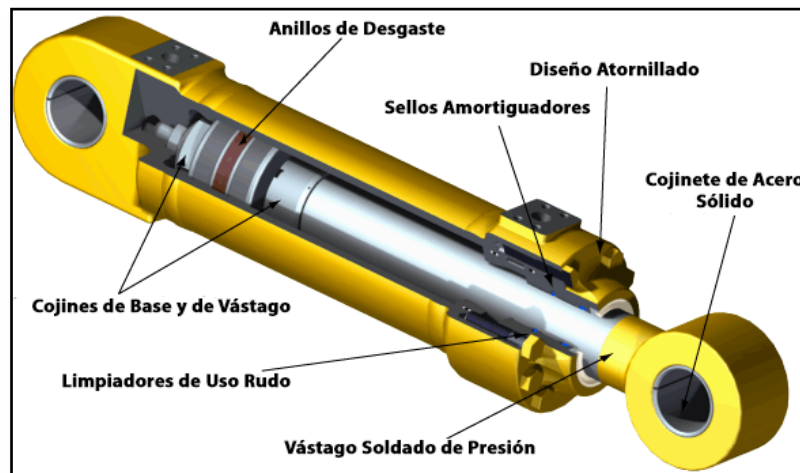


Figura N° 72: Cilindro hidráulico.

2.3.1.1.2. Bomba hidráulica

La bomba que provee potencia al circuito hidráulico, es accionada por un motor eléctrico y funciona transportando el fluido de trabajo entre los dientes de dos engranajes. Este tipo de bombas, pueden trabajar con grandes presiones y caudales, y su mantenimiento es sencillo.

Al momento de determinar las características que debe tener este componente del equipo, se debió conocer a los caudales necesarios para la operación de la máquina y las pérdidas de carga generadas por la fricción de trabajo con las paredes de los conductos y accesorios del sistema. La presión de trabajo seleccionada fue de 150 bar, debido a que es una buena medida para tener bajas pérdidas de carga, también se necesitó un filtrado menos costoso y permitió disminuir el diámetro de los cilindros reduciendo el caudal de aceite necesario para elevar la carga.

Cálculos

Para determinar el caudal que debe ser capaz de entregar la bomba, se necesitó conocer la velocidad de avance y sección del cilindro hidráulico. Entonces:

- La velocidad de **ascenso** de la plataforma con carga máxima es de $V_1=0,036 \text{ m/s}$, mientras que la diferencia entre las secciones del cilindro y vástago será de $A_1= 27,44 \text{ cm}^2$, esto significa que el caudal necesario es:

$$Q_{ascenso} = V_1 \times A_1 = 3,6 \text{ cm/s} \times 27,44 \text{ cm}^2 = 98,77 \text{ cm}^3/\text{s} = \mathbf{5,93 \text{ l/min}}$$

- La velocidad de **descenso** de la plataforma con carga máxima es de $V_2 = 0,045 \text{ m/s}$, mientras que la sección del cilindro era $A= 22,25 \text{ cm}^2$, esto significa que el caudal necesario es:

$$Q_{descenso} = V_2 \times A = 4,5 \text{ cm/s} \times 29,66 \text{ cm}^2 = 133,47 \text{ cm}^3/\text{s} = \mathbf{8,01 \text{ l/min}}$$

Posteriormente, con estos datos y junto al caudal determinado en el sistema de giro, se utilizó al máximo caudal como el necesario para todo el sistema hidráulico, y con este dato junto al del mecanismo de giro, posteriormente se seleccionó a la bomba.

2.3.1.1.3. Conductos

Conociendo los caudales necesarios y la velocidad del fluido, se pudieron determinar los diámetros de las mangueras, y las pérdidas de carga ocasionadas por la fricción del fluido con las paredes de ellas. Además para calcular las pérdidas de carga se debieron tener en cuenta todos los accesorios como filtros, acoples, curvas y válvulas.

A continuación, se determinaron los diámetros de las tuberías principales, considerando los valores calculados y utilizando una velocidad de 2 m/s . Para esto se utilizó el ábaco de la siguiente Figura nº 73.

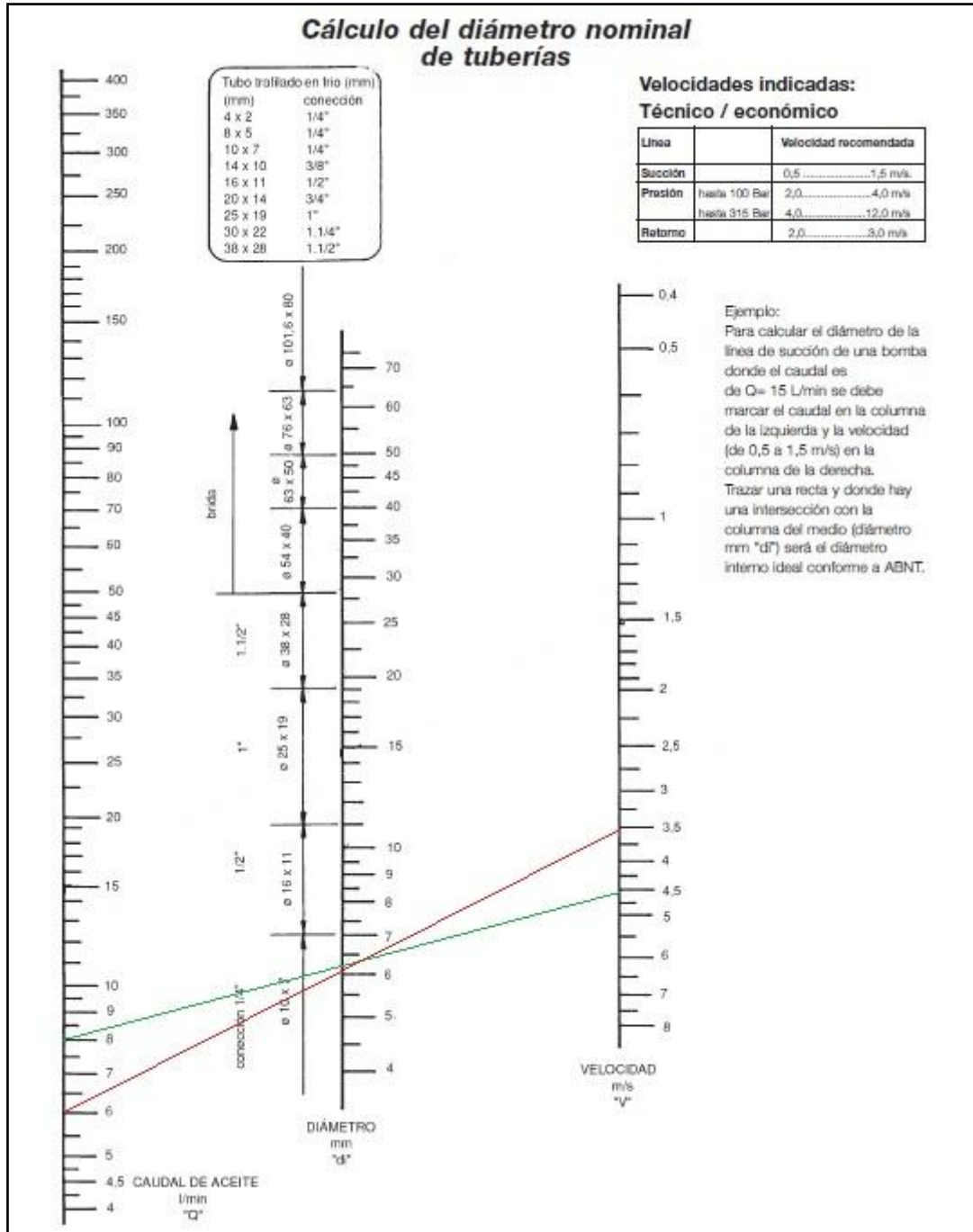


Figura N° 73: Ábaco para determinar diámetro nominal de tuberías.

La utilización del ábaco es muy simple, y consiste en ingresar el valor del caudal en la escala de la izquierda y el valor de la velocidad seleccionada en la escala de la derecha. Al unir ambos datos con una línea recta, sobre la escala central se marcó el punto cuyo valor pertenece al diámetro indicado.

Tras la lectura realizada en el ábaco propuesto, el resultado de las tuberías necesarias para conducir el fluido con los datos especificados anteriormente, son un diámetro nominal de:

- Tubería para $Q_{ascenso} = 4,325 \text{ l/min} \Rightarrow \phi_{ascenso} = 6 \text{ mm}$.
- Tubería para $Q_{descenso} = 8,01 \text{ l/min} \Rightarrow \phi_{descenso} = 6 \text{ mm}$.

Conociendo el diámetro de las tuberías y sus longitudes se pueden determinar las pérdidas de carga ocasionadas por la fricción del fluido con sus paredes, utilizando el ábaco de la siguiente figura.

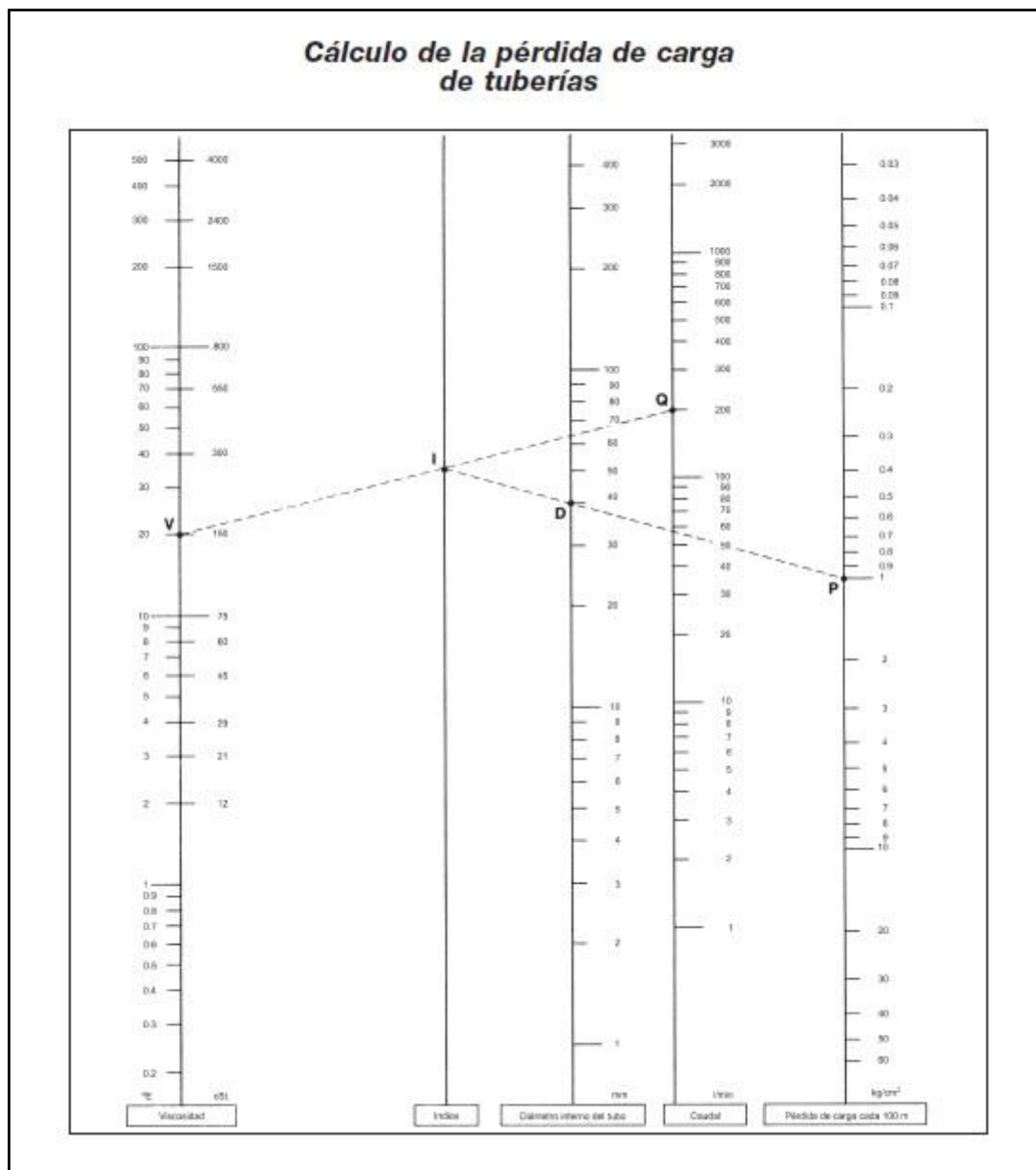


Figura N° 74: Ábaco para determinar pérdidas de carga.

En este caso, en el ábaco se debe ingresar con los siguientes datos: en primera instancia con la viscosidad del aceite y el caudal, obteniéndose un índice que luego se une al diámetro del tubo y sobre la escala de la derecha se marca la pérdida de carga ocasionada cada cien metros de conducto.

Otra manera de determinar las pérdidas, es mediante ecuaciones que pertenecen a Teorías de distintos autores, pero por razones de simplicidad se decidió utilizar los ábacos propuestos, basados en experiencias prácticas.

Para determinar las pérdidas de carga en los distintos accesorios que componen al sistema, se utilizó el ábaco de la siguiente Figura.

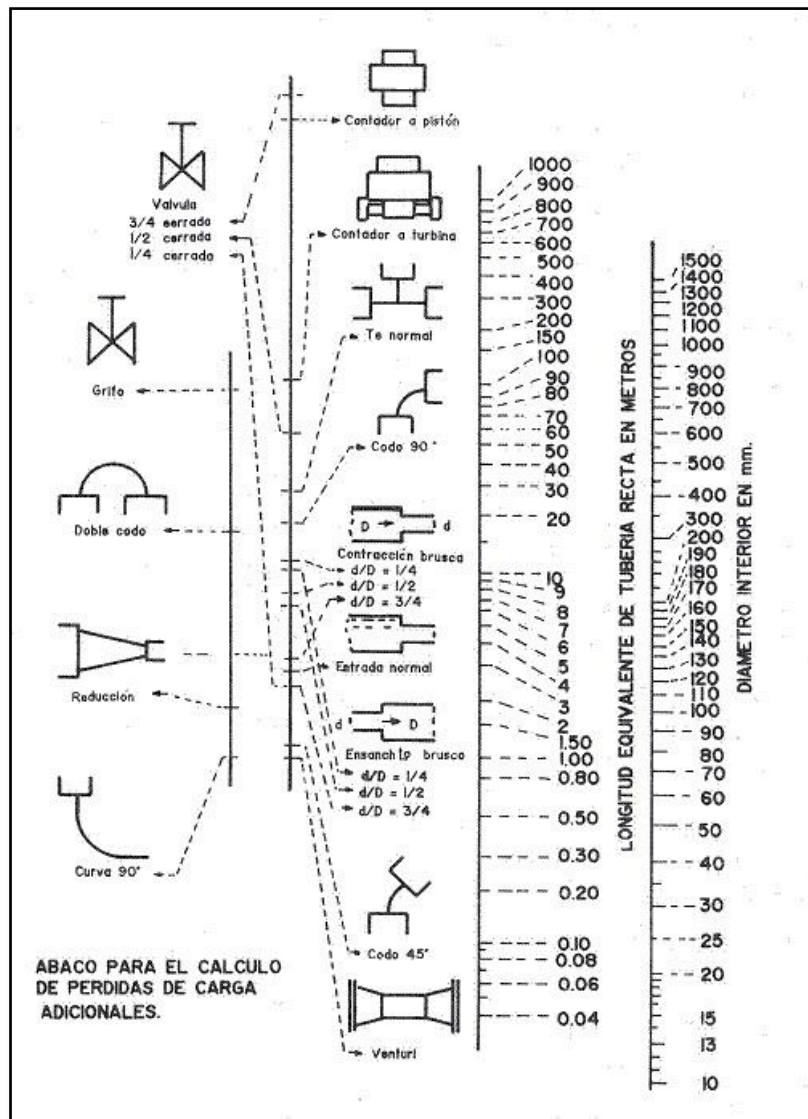


Figura N° 75: Ábaco para determinar pérdidas de carga en accesorios.

En él, se debió ingresar en la escala izquierda con el tipo de componente, junto a la escala central con el diámetro interno del mismo. El resultado de unir ambos puntos con una línea recta, arrojó en la escala central el valor de la longitud equivalente de tubería en metros. Con este nuevo dato, se pudo ingresar en el ábaco de la Figura N° 75 y determinar las pérdidas de carga ocasionadas.

Una vez hallados los caudales necesarios y las pérdidas de carga totales, se procede a la selección de la bomba, cuyas características describiremos al final del capítulo.

2.3.1.1.4. Dimensionamiento de cables y poleas

Los cables metálicos son elementos de máquinas flexibles que se utilizan para transmitir esfuerzos en un determinado mecanismo. Se fabrican con alambres de acero estirado en frío que se enrollan primero en cordones, y luego en hélices alrededor de un elemento que hace las veces de núcleo.

A continuación en la siguiente figura se muestran los distintos tipos de secciones más comunes utilizadas en la industria.

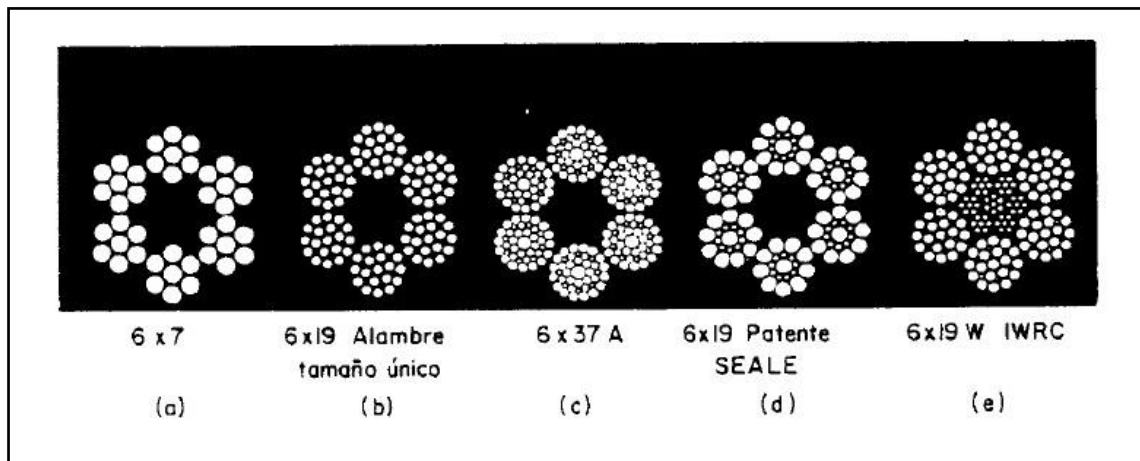


Figura N°76: Secciones transversales de cables de alambre.

Cálculos

Para determinar la sección del cable se decidió llevarlo a cabo según la teoría de referencia [4]. El tipo de cable que se utiliza normalmente para estos casos es: **IPS 6 X 37**, considerando además los siguientes datos:

- Peso de la estructura a elevar: $P = 5000 \text{ kg}$. (con vehículos).
- Altura máxima: $h = 1,8 \text{ m}$.
- Velocidad de ascenso: $V_{\text{ascenso}} = 0,12 \text{ m/s}$.
- Velocidad de descenso: $V_{\text{descenso}} = 0,18 \text{ m/s}$.
- Tiempo de ascenso: $T_{\text{ascenso}} = 15 \text{ s}$.
- Tiempo de descenso: $T_{\text{descenso}} = 10 \text{ s}$.

La aceleración que introduce efectos de inercia, depende de las características del cilindro hidráulico, pero el procedimiento convencional aproximado es utilizar el valor máximo de la velocidad, es decir cuando la plataforma desciende:

$$a = V/t = 0,018 \text{ m/s}^2.$$

La carga que se utilizó para el cálculo es el resultado de "P" dividido en cuatro cables, correspondientes a las columnas, entonces;

$$W = 5000 \text{ kg}/4 = 1250 \text{ kg}$$

Partiendo de que la polea no debe superar un diámetro de 20 cm (por cuestiones en el espacio del diseño), se determinó el diámetro del cable según la siguiente ecuación:

$$D_s = 18 \cdot D_r \Rightarrow D_r = 20/18 = 1,11 \text{ cm}$$

Según Tabla AT28 [4], dicho diámetro del cable se encuentra normalizado, y con ello determinaron los siguientes valores necesarios:

- Diámetro equivalente del cable: $D_w = 0,048$. $D_r = 0,05328 \text{ cm}$
- Área del metal en la sección transversal: $A_m = 0,4$. $D_r^2 = 0,49284 \text{ cm}^2$
- Resistencia a la rotura: $F_u = 7,09$ $T_m = 7090 \text{ kg}$.
- Módulo de elasticidad del material: $E = 2 \ 109 \ 000 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del cable: $E_r = 843 \ 700 \text{ Kg/cm}^2$

Siendo este último dato necesario para determinar la extensión del cable metálico bajo carga.

El peso del cable, que es relativamente corto como para considerarlo, pero a los fines de teóricos se lo tuvo en cuenta, se calculó mediante la ecuación especificada en Tabla AT28 [4], tomando $h = 1,8 \text{ m}$;

$$W' = 0,357 \times 1,8 \text{ m} \times D_r^2 = 0,792 \text{ Kg.}$$

La fuerza de inercia del sistema es:

$$F_i = m \cdot a \Rightarrow F_i = (1250 \text{ Kg} / 9,8 \text{ m/s}^2) \cdot 0,018 \text{ m/s}^2 = 2,29 \text{ Kg}$$

Mientras que la fuerza de tracción F_t es la fuerza que actúa sobre la parte superior del cable recto, asignando a cada fuerza el sentido de la aceleración (signo positivo hacia arriba), tenemos:

$$F_t = W + W' + F_i$$

$$F_t = 1250 \text{ Kg} + 0,792 \text{ Kg} + 2,29 \text{ Kg} = 1253,085 \text{ Kg}$$

El esfuerzo al que está sometido el alambre es:

$$S_b = \frac{E \cdot c}{r} = \frac{E \cdot D_w}{D_s} = \frac{2109000 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0,0533 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 5618,37 \text{ Kg}$$

La carga equivalente de flexión es:

$$F_b = S_b \cdot A_m = 5618,37 \text{ Kg} \cdot 0,493 \text{ cm}^2 \Rightarrow F_b = 2773,67 \text{ Kg.}$$

Con todos estos valores, se pudo verificar la selección del diámetro del cable, calculando el coeficiente de seguridad de la siguiente manera:

$$N = \frac{F_u - F_b}{F_t} = \frac{7090 \text{ Kg} - 2773,67}{1253,085 \text{ Kg}} \Rightarrow \mathbf{N = 3,44}$$

Por lo que los cálculos dieron del lado de la seguridad.

Para determinar el estiramiento del cable bajo la carga estática, se llevó a cabo con la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{F \cdot L}{A_m \cdot E_r} = \frac{1250 \text{ Kg} \cdot 180 \text{ cm}}{0,49284 \text{ cm}^2 \cdot 843700 \text{ kg}} = 0,54 \text{ cm}$$

Y la energía absorbida por el mismo es:

$$\epsilon = \frac{1}{2} \cdot F \cdot \delta = \frac{1}{2} \cdot 1250 \text{ Kg} \cdot 0,54 \text{ cm} = 338,19 \text{ Kg.cm} = 3,38 \text{ Kg.m.}$$

Conclusiones

Las características del cable metálico seleccionado y de las poleas son:

- Cable IPS 6 X 37
- Diámetro del cable: $D_r = 1,11 \text{ cm}$
- Diámetro de la polea: $D_s = 20 \text{ cm}$

2.3.2. Sistema de giro de plataforma

El mecanismo de giro fue diseñado para ofrecer un sistema versátil y eficiente gracias a la sencillez del diseño adoptado, permitiendo así una alta capacidad de maniobra. Está controlado a través de un mecanismo electrohidráulico, compuesto de un motor, bomba, depósito, etc. Descrito anteriormente, acoplándose a la corona de orientación, y que junto a las pistas de rodadura completan el conjunto de giro.

Este diseño permite al usuario ir llevando a la plataforma hasta el ángulo de giro necesario (aproximadamente de 30°), de modo que la estructura quede en posición de carga/descarga para los vehículos. Está resguardado por un mecanismo de seguridad, consistiendo en un sensor de proximidad que al atravesar cierto límite, corta la corriente del motor eléctrico repentinamente, evitando accidentes tras un barrido excesivo, más allá del ángulo necesario.

La robustez y calidad del sistema con diseños apropiados ya sea en la corona de orientación como así en las pistas de rodadura, aseguran una larga duración y versatilidad, debido a que la estructura estará sometida a condiciones severas de vibración, por lo que su fin lo demanda.

Por todo lo mencionado anteriormente, y tras varios intentos de diseño, se determinó que la mejor opción a la hora de seleccionar una parte tan esencial

del mecanismo, es elegir a la empresa “KAYDON”, del grupo “SKF” como la apropiada [10]. Si bien son costosos dichos insumos, se ganará en versatilidad, maniobra y por sobre todo seguridad.

Corona de orientación

Un rodamiento sirve como una conexión entre dos estructuras adyacentes, que permite la rotación y la transmisión de cargas entre ellas. Además de satisfacer este requerimiento, una corona de orientación normalmente incluye características para el acoplamiento simple y rápido con esas estructuras adyacentes, y comúnmente una característica para facilitar la rotación mecánica de un anillo y su estructura adyacente con relación a la otra.

Las coronas de orientación se usan en aplicaciones donde su capacidad para transmitir cargas relativamente altas es de importancia primordial. Sin embargo, otros requerimientos potenciales de la aplicación como la velocidad rotacional, la protección contra la contaminación, la exactitud, la resistencia a la fricción y el rango de temperatura del ambiente operacional podrían tener un efecto significativo en la selección de una corona de orientación adecuada.

A continuación en la siguiente figura se muestra el tipo de corona de orientación seleccionada.

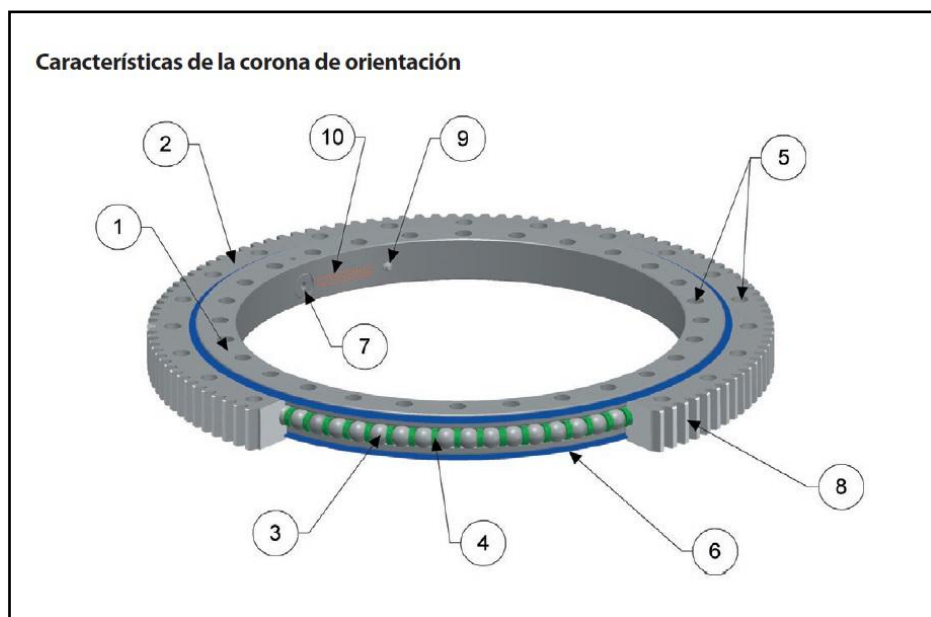


Figura N° 77: Corona de orientación.

Referencias:

1. Anillo interno.
2. Anillo externo.
3. Elementos rodantes.
4. Espaciadores.
5. Orificios de montaje.
6. Sellos.
7. Tapón de carga (llenado de bolas).
8. Engranaje.
9. Grasea.
10. Identificación.

2.3.2.1. Selección de la corona de orientación

A continuación se detallan los principales datos necesarios para seleccionar el tipo y tamaño de corona que requiere el proyecto.

Datos:

Tras los resultados del software de cálculo y especificaciones FAT – CNRT, tenemos:

- Carga total sobre la corona: $F_{axial} = 14\ 000$ Kg (promedio estimado).
- Carga de choque en la estructura, según especificaciones FAT [1]:
 $F_{radial} = 135\ 500$ Kg.
- Momento generado en la corona: $M_k = 90$ Kg.m.

Con estos datos y siguiendo el método de selección de coronas de orientación propuesto por el fabricante, mediante ábacos (el cual no es del alcance del presente proyecto), se determina que la misma será de las siguientes características técnicas.

Corona de orientación KAYDON – Serie “XT”- Engranaje externo

- Modelo: (AE) 16308001.
- Diámetro exterior del anillo externo: $D_e = 1286,26$ mm.
- Diámetro interior del anillo interno: $D_i = 958,85$ mm.
- Altura del conjunto total del rodamiento: $H = 101,6$ mm.
- Altura del anillo externo: $H_o = 91,95$ mm.
- Altura del anillo interno: $H_i = 91,95$ mm.
- Peso del conjunto del rodamiento: $G = 349,27$ kg.

Datos del orificio

- Círculo del perno en el anillo externo: $L_o = 1193,8$ mm.
- Nº de orificios en el anillo externo: $n_o = 30$.
- Tamaño del orificio en el anillo externo: $B_o = 26,19$ mm.
- Círculo del perno en el anillo interno: $L_i = 1016$ mm.
- Nº de orificios en el anillo interno: $n_i = 29$.
- Tamaño del orificio en el anillo interno: $B_i = 26,19$ mm.

Datos del engranaje

- Ángulo de presión: $\alpha = 20^\circ$.
- Forma del diente: SD (Engranaje recto de involuta Stub. Ref: ASA B6.1-1932).
- Diámetro de paso del engranaje: $D_2 = 1270$ mm (Diámetro primitivo).
- Paso diametral: $P_d = 2,5$. \Rightarrow Módulo: $M = 10,16$.
- Nº de dientes del engranaje: $Z_2 = 125$.
- Coeficiente de modificación del Addendum de los dientes del engranaje: $X_0 = 0$.
- Ancho de cara de los dientes del engranaje: $b_2 = 91,95$ mm.

Clasificación del diente del engranaje

- Carga máxima permisible del diente del engranaje: $F_z = 12,43$ kg.
- Clasificación del momento del rodamiento: $C_{rm} = 115,03$ Kgm.

Torque o par en la corona de orientación

El torque de fricción, utilizado para hacer girar a la corona de orientación a través de un piñón y motor, debido a las cargas externas se puede estimar utilizando la siguiente ecuación, expresada en unidades inglesas (referencia [10], pág. 21):

$$T = \frac{\mu(4,4 M_k + F_a D_p + 2,2 F_r D_p)}{2}$$

Donde:

T : Torque del rodamiento bajo carga [*lb. pié*].

μ : Coeficiente de fricción (μ : 0,006, para la serie "XT").

M_k : Carga de momento [*lb. pié*].

F_a : Carga axial [*lb*].

F_r : Carga radial [*lb*].

D_p : Diámetro del paso del rodamiento [*pié*].

D_p : 4,17 [*pié*].

Ahora bien, convirtiendo los resultados obtenidos en el software de cálculo "Analysis", a unidades inglesas:

M_k : 90 KNm = 66 380,59 [*lb. pié*].

F_a : 14 000 Kg = 30 864,72 [*lb*].

F_r : 135500 Kg = 298 726,37 [*lb*]. (Según CNRT).

Reemplazando estos valores en la ecuación propuesta:

$$T = \frac{\mu(4,4 M_k + F_a D_p + 2,2 F_r D_p)}{2} = 9483,88 \text{ lb. pié} = \mathbf{12\ 858,41\ N. m}$$

2.3.2.2. Cálculos

2.3.2.2.1. Motor hidráulico

Para determinar cuáles serán los componentes hidráulicos, partiremos de un dato importante para el giro de la plataforma, la velocidad angular. Entonces, tras averiguaciones en mecanismos de giro análogos, se decide establecer como dato de entrada: $n^{\circ} = 2 \text{ rpm}$.

Con ello, utilizando la ecuación de relación de velocidad de **[1]**:

$$m_w = \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Siendo:

- Velocidad angular del motor: $n_1 = ?$
- Velocidad angular del conducido: $n_2 = 2 \text{ rpm}$.
- N° de dientes motor: $N_1 = 17$
- N° de dientes conducido: $N_2 = 125$

Entonces:

$$n_1 = \frac{n_2 \times N_2}{N_1} = 14,7 \text{ rpm} = 1,54 \text{ rad/s.}$$

Lo que significa que el motor hidráulico deberá girar a la velocidad angular calculada, con un piñón de 17 dientes, seleccionado del catálogo [10].

La relación de transmisión es:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = 7,35$$

Y por ende, el torque en el motor es:

$$T_1 = \frac{T_2}{i} = 1749,44 \text{ Nm}$$

Adoptando una presión de trabajo de 150 bar, calcularemos la cilindrada necesaria:

$$D = \frac{T \text{ (da Nm)} \cdot 628}{\Delta P \text{ (bar)}} \Rightarrow D = \frac{174,944 \text{ da Nm} \cdot 628}{150 \text{ bar}} = 732,43 \text{ cm}^3/\text{rev}$$

El caudal viene dado por:

$$Q = \frac{n \cdot D}{1000 \eta}$$

$$Q = \frac{14,7 \text{ rpm} \cdot 732,43 \text{ cm}^3/\text{rev}}{1000 \cdot 0,95} \Rightarrow Q = 11,33 \text{ cm}^3/\text{s} = 0,68 \text{ l/min}$$

Con estos datos, seleccionaremos del catálogo [9], un motor hidráulico, cuyas características puedan satisfacer lo calculado anteriormente, entonces:

Motor hidráulico VERION. Tipo: "Orbital". Serie: MLHV. Modelo: 800.

- Par de salida máximo: $T_{MAX} = 188 \text{ da N.m.}$
- Cilindrada: $D = 801,8 \text{ cm}^3/\text{rev}$
- Velocidad máxima de trabajo: $V_{MAX} = 250 \text{ rpm.}$
- Caudal máximo : $Q_{MAX} = 200 \text{ l/min}$
- Presión máxima de trabajo: $P_{MAX} = 160 \text{ bar.}$
- Peso: 35,2 Kg.

En la siguiente figura se muestra el motor seleccionado.



Figura N° 78: Motor orbital VERION MLHV 800.

Cuya designación es:

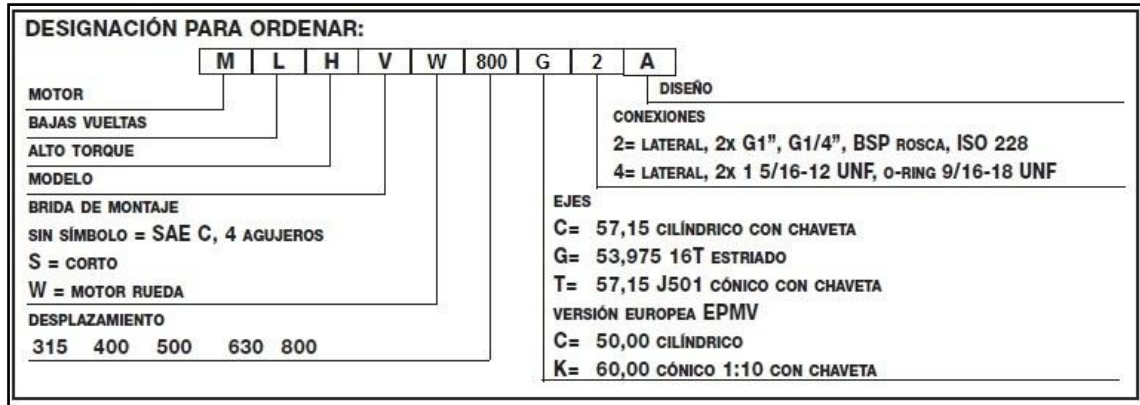


Figura N° 79: Designación motor orbital VERION MLHV 800.

2.3.2.2. Conductos

A continuación, se determina el diámetro de la tubería principal, considerando los valores calculados y utilizando una velocidad de 2 m/s . Para esto se usa el ábaco de la Figura N° 73 utilizado anteriormente, dando como resultado necesario para conducir el fluido con los datos especificados anteriormente, un diámetro nominal de:

$$Q_{motor} = 0,68 \text{ l/min} \Rightarrow \phi_{motor} = 6 \text{ mm.}$$

Conociendo el diámetro de las tuberías y sus longitudes se pueden determinar las pérdidas de carga ocasionadas por la fricción del fluido con sus paredes, utilizando el ábaco de la Figura N° 74. Mientras que para determinar las pérdidas de carga en los distintos accesorios que componen al sistema, se puede utilizar el ábaco de la Figura N° 75. Con este nuevo valor, ingresaremos en el ábaco anterior Figura N° 74 y determinar las pérdidas de carga ocasionadas. Una vez hallados los caudales necesarios y las pérdidas de carga totales, se procede a la selección de la bomba, cuyas características describiremos a continuación.

2.3.3. Diseño y selección de la unidad de potencia

La selección del equipo de potencia parte de la necesidad de suministrar energía hidráulica continua a la plataforma ferroviaria. Las mismas provienen de las características técnicas del proyecto, y son:

- Mecanismo de ascenso/descenso:
 - Fuerza máxima que debe ejercer el cilindro: $F = 4450 \text{ Kg}$.
 - Caudal máximo necesario: $Q = 8,01 \text{ l/min}$
 - Presión de trabajo: $P = 152,96 \text{ kg/cm}^2 = 150 \text{ bar}$.

- Mecanismo de giro:
 - Torque necesario del motor hidráulico: $175,94 \text{ da N.m}$
 - Caudal necesario: $Q = 0,68 \text{ l/min}$
 - Presión de trabajo: $P = 152,96 \text{ kg/cm}^2 = 150 \text{ bar}$.

La composición principal de los diferentes bloques que forman el conjunto del equipo electrohidráulico son:

- Motor eléctrico, acoplamiento y bomba hidráulica.
- Depósito hidráulico.
- Filtros hidráulicos, etc.
- Cuadro eléctrico de fuerza, maniobra y protección.

La capacidad de la bomba, viene dada por su cilindrada;

$$D = \frac{Q \cdot 1000}{n_{\text{motor}}} \Rightarrow D = \frac{8 \text{ l/min} \cdot 1000}{1500 \text{ rpm}} = \mathbf{5,33 \text{ cm}^3/\text{rev}}$$

Mientras que la potencia necesaria es;

$$P = \frac{p \cdot Q}{600} \Rightarrow P = \frac{150 \text{ bar} \cdot 8 \text{ l/min}}{600} = \mathbf{2 \text{ kW} = 2,66 \text{ HP}}$$

Para calcular el tamaño del depósito, tomaremos la mayor sección obtenida en el cilindro, puesto que será el volumen mínimo necesario para llenarlo:

$$A = 29,66 \text{ cm}^2, L = 180 \text{ cm} \Rightarrow V = A \cdot L = 5338,8 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow \mathbf{V = 5,34 \text{ l}}$$

Por lo tanto, seleccionaremos según [9]: Unidad de potencia hidráulica VERION Serie W80. Motor corriente continua.

Designación:

DESIGNACIÓN PARA ORDENAR:																															
MOTOR		T	C	E	12	H	80	S	62	P	A	A	8	D	***	CÓDIGO (VER NOTA 1)															
T= CON PROTECTOR TÉRMICO - = SIN PROTECTOR TÉRMICO 2= 500W BAJAS VUELTAS 3= 800W COMPOUND 5= 550W IMAN PERMANENTE 8= 800W IMAN PERMANENTE C= COUMPOUND 2000 w / 1500 w S= SERIE 2000 w / 1500 w L= COUMPOUND 3000 w 24 VDC COUMPOUND 2500 w 12 VDC X= ESPECIAL E= CON BORDE DE TIERRA N= SIN MOTOR		VÁLVULA DE DESCENSO S= OP. ELÉCTRICA NC T= OP. ELÉCTRICA NA U= OP. ELÉCTRICA NC MANUAL V= OP. ELÉCTRICA NA MANUAL M= OPERACIÓN MANUAL N= BÁSICA X= ESPECIAL A= ADAPTADOR		REGULADORA DE CAUDAL N= SIN 2= 2 LPM 4= 4 LPM 6= 6 LPM 8= 8 LPM 10= 10 LPM																											
MOTOR 12= DC 12 VOLT 24= DC 24 VOLT XX= ESPECIAL POSICIÓN DE MONTAJE H= MONTAJE HORIZONTAL V= MONTAJE VERTICAL X= MONTAJE ESPECIAL HN= MONTAJE HORIZONTAL SIN TANQUE VN= MONTAJE VERTICAL SIN TANQUE		TANQUE (VOLUMEN DE TRABAJO) <table border="1"> <tr><td>10</td><td>1,0 LTS</td></tr> <tr><td>16</td><td>1,6 LTS</td></tr> <tr><td>20</td><td>2,0 LTS</td></tr> <tr><td>24</td><td>2,4 LTS</td></tr> <tr><td>28</td><td>2,8 LTS</td></tr> <tr><td>42</td><td>4,2 LTS</td></tr> <tr><td>30</td><td>3,0 LTS</td></tr> <tr><td>40</td><td>4,0 LTS</td></tr> <tr><td>50</td><td>5,0 LTS</td></tr> <tr><td>60</td><td>6,0 LTS</td></tr> <tr><td>80</td><td>8,0 LTS</td></tr> <tr><td>XX</td><td>ESPECIAL</td></tr> <tr><td>NN</td><td>SIN</td></tr> </table>		10	1,0 LTS	16	1,6 LTS	20	2,0 LTS	24	2,4 LTS	28	2,8 LTS	42	4,2 LTS	30	3,0 LTS	40	4,0 LTS	50	5,0 LTS	60	6,0 LTS	80	8,0 LTS	XX	ESPECIAL	NN	SIN	POSICIÓN DEL VENTEO POSICIÓN DEL RELEE A= MISMO LADO QUE RETENCIÓN B= MISMO LADO QUE ALVIO C= EL LADO OPUESTO A A D= EL LADO OPUESTO A B	
10	1,0 LTS																														
16	1,6 LTS																														
20	2,0 LTS																														
24	2,4 LTS																														
28	2,8 LTS																														
42	4,2 LTS																														
30	3,0 LTS																														
40	4,0 LTS																														
50	5,0 LTS																														
60	6,0 LTS																														
80	8,0 LTS																														
XX	ESPECIAL																														
NN	SIN																														
		OTROS TIPOS Y TAMAÑOS EN PÁG.N06)		== SIN BOMBA MANUAL P= CON BOMBA MANUAL (7.4 cc/STROKE) P1= CON BOMBA MANUAL (10.6 cc/STROKE)																											
		CAPACIDAD DE LA BOMBA 05= 0,5 cc/REV 30= 3,0 cc/REV 07= 0,7 cc/REV 35= 3,5 cc/REV 10= 1,0 cc/REV 40= 4,0 cc/REV 15= 1,5 cc/REV 51= 5,1 cc/REV 19= 1,9 cc/REV 62= 6,2 cc/REV 23= 2,3 cc/REV 73= 7,3 cc/REV 27= 2,7 cc/REV																													

Figura N° 80: Designación unidad de potencia.

En la siguiente figura se muestra el equipo.



Figura N°81: Unidad de potencia especial VERION para vehículos.

2.3.4. Características

Parte mecánica

Campana transmisora

Este componente está formado por un acoplamiento elástico y por una carcasa que lo recubre y protege frente a agentes externos. El acoplamiento elástico es el encargado de hacer solidario el giro del eje del motor eléctrico con el eje de la bomba hidráulica, y posee una robustez suficiente para soportar los esfuerzos de torsión a los que se ve sometido. El hecho de que sea elástico este acoplamiento permite que haya alguna ligera desalineación de ambos ejes y hace más suave la transmisión.

Parte eléctrica

Tensiones de utilización

Según datos en general, los suministros de energía eléctrica entregados por una locomotora en la actualidad son:

- Suministro trifásico 600 V AC para el funcionamiento del motor.
- Suministro en monofásica 24 V AC para el funcionamiento del circuito de maniobra y equipos de señalización y control.
- Suministro en continua 24 V DC obtenidos a través de fuente de alimentación estabilizada para suministro al sistema eléctrico de la plataforma.

La tensión trifásica ingresa al motor a través de un arrancador estrella-triángulo temporizado y protegido mediante un disyuntor magneto-térmico.

Motor eléctrico

La función del motor eléctrico es transmitir la suficiente potencia a la bomba hidráulica, de modo que el aceite impulsado por la misma hacia los mecanismos, cumpla con los requisitos de caudal y presión especificados en

las características técnicas, obteniendo un motor eléctrico con las siguientes características:

- Potencia: 2,24 kW (3HP)
- Par: 290 Nm
- Velocidad: 1500 rpm
- Voltaje: 12 V CC

Cuadro eléctrico de protección y maniobra

Se atenderá a los consumos de cada uno de los dispositivos instalados en el equipo, con el fin de instalar correctamente todos los dispositivos de protección contra sobre-intensidades y contactos indirectos. La instalación tendrá protecciones en todas las líneas de alimentación: corriente trifásica, corriente alterna y corriente continua.

En cuanto al circuito de maniobra que gobierna el funcionamiento del equipo de trabajo, existe un pulsador de marcha que inicia el funcionamiento del motor, así como un pulsador de parada de motor, para ambos circuitos (elevación y giro de plataforma). Además provisto de sensor de nivel de aceite del depósito, sensor de temperatura del motor que provocan la parada del mismo automáticamente por seguridad y una parada de emergencia. El circuito en cuestión se muestra en la siguiente figura.



Figura N°82: Cuadro eléctrico de mando.

Parte hidráulica

Aceite

En todos los sistemas hidráulicos al aceite se le exige que cumpla diferentes condiciones dependiendo del tipo de sistema y de su uso. En este caso, nos encontramos ante un sistema hidráulico que alimenta a dos funciones. Por

tanto, las características más importantes que se le exigirá al aceite hidráulico son las siguientes:

- Tener buenas cualidades lubricantes e impedir el desgaste.
- Tener una temperatura adecuada a la temperatura de trabajo.
- Tolerar altas temperaturas.
- Funcionar a bajas temperaturas.
- Proteger contra la corrosión.
- Resistir la oxidación y la tendencia a averías.
- Impedir espumas y quitar rápidamente el aire.
- No estropear las juntas y mangueras.
- Tener un punto alto de inflamación.

Así mismo, los aceites hidráulicos que se utilizan en este tipo de sistemas, deben trabajar en un rango de temperaturas de -5°C hasta los 70°C . A continuación se mencionan algunas posibles alternativas.

- Shell Tellus 68.
- Agip OSO 32.
- Esso NUTO 32.
- Repsol YPF BP 32.

Filtros

Estos elementos son de gran importancia, ya que de ellos depende la vida útil de todos los componentes hidráulicos del circuito. A lo largo del mismo encontramos un filtro protegiendo cada una de las líneas hidráulicas, tales como la línea de aspiración, la de presión y de retorno o tanque.

Depósito de aceite

El depósito está diseñado para albergar todo el aceite necesario por la plataforma, así como para hacer de base de instalación todos los componentes, de modo que el equipo de trabajo sea lo más compacto posible. En él se encuentran orificios de limpieza para facilitar la eliminación de impurezas tras cada cambio de aceite.

Cálculo y justificación de los componentes

Bomba hidráulica y motor eléctrico

Para la elección correcta de estos dos componentes se parte de los valores de caudal y presión demandados por los mecanismos. Se elige por catálogo referencia [9] una bomba que cumpla con ambos requisitos partiendo de que las revoluciones del motor que la impulsará son de 1500 rpm.

Para no sobrecargar el motor eléctrico es propicio calcular la potencia necesaria de la bomba, haciéndose de la siguiente forma; donde:

- $p = 150 \text{ bar}$
- $Q = 6 \text{ l/min}$

Entonces;

$$P = \frac{p \times Q}{600} = 1,5 \text{ KW} = 2 \text{ HP}$$

Cuestiones importantes

Cuando se produzca el descenso de la plataforma, actuará la fuerza de la gravedad sobre el sistema generando un vacío en el mismo. Para evitar dicho evento, se decidió incorporarle al circuito una válvula reguladora de caudal unidireccional. Por otro lado, además existen “válvulas contra balanceo”, que intentan compensar caudales, pero no las utilizaremos debido a su alto costo, y poco horas de uso diarias del mecanismo.

En cuanto al mecanismo de giro, debemos evitar que la inercia del sistema nos cause inconvenientes a la hora de la parada del motor hidráulico, para ello se debe seleccionar una electroválvula cuya conexión sea tipo “H”, de manera tal que el fluido hidráulico circule de manera libre. Este tipo de acciones son válidas para caudales relativamente bajos (hasta 6 l/min.), como en este caso. Además, la misma deberá poseer válvulas de frenado.

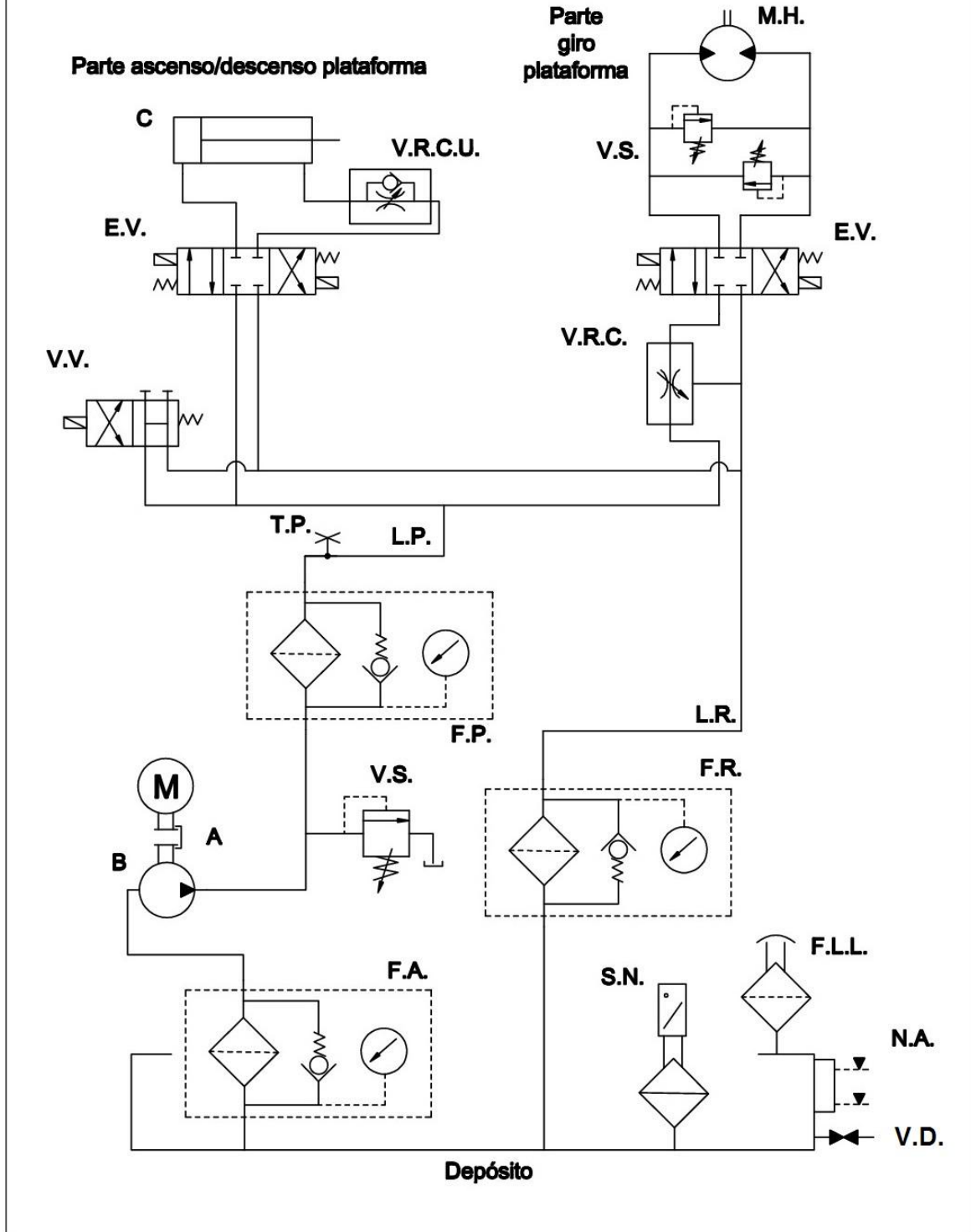
Para caudales mayores, es necesario incorporar una tercera válvula al circuito, de manera tal que haga las veces de “by-pass” o “venteo”, apoyando a las válvulas de los comandos principales, conectados conjuntamente con los respectivos solenoides.

2.3.5. Esquema hidráulico

En base a todos los datos obtenidos, se crea el circuito hidráulico para los mecanismos de la plataforma, cuyas referencias son:

- **M:** Motor eléctrico.
- **B:** Bomba de aceite hidráulico.
- **A:** Acoplamiento flexible.
- **V.S.:** Válvula de seguridad.
- **F.P.:** Filtro de alta presión.
- **F.R.:** Filtro de retorno a depósito.
- **F.A.:** Filtro de aspiración.
- **F.L.L.:** Filtro de llenado y respiradero del depósito.
- **T.P.:** Toma de presión para instrumento de medida.
- **L.P.:** Línea de presión.
- **L.R.:** Línea de retorno a depósito.
- **N.A.:** Indicador de nivel de aceite.
- **S.N.:** Sensor de nivel de aceite.
- **V.D.:** Válvula vaciado de depósito.
- **C:** Cilindro hidráulico.
- **M.H.:** Motor hidráulico.
- **E.V.:** Electroválvula direccional.
- **V.R.C.U.:** Válvula reguladora de caudal unidireccional.
- **V.R.C.:** Válvula reguladora de caudal.

CIRCUITO HIDRÁULICO PLATAFORMA PORTAVEHÍCULOS FERROVIARIA



2.3.6. Conclusiones

El diseño de la unidad de potencia persigue conjugar las necesidades de un equipo de trabajo, en este caso de dos mecanismos de la plataforma, bajo reglamentación y normas vigentes. En todos los cálculos se ha buscado cumplir con requisitos técnicos; y para la elección de los elementos que la componen, un compromiso entre precio y calidades. Se ha buscado una compactación del equipo que parte desde el depósito como base para su estructuración, para ocupar el menos espacio posible en la estructura.

A continuación se detallan los componentes a adquirir para el mencionado conjunto, según referencia del catálogo [9].

- Cilindro hidráulico “VERION. A medida del cliente”, pág. 25.
 - $\varnothing_i = 60 \text{ mm.}$
 - $e = 10 \text{ mm.}$
 - $\varnothing_{vástago} = 20 \text{ mm.}$
 - *Recorrido: $L = 1800 \text{ mm}$*
- Motor hidráulico **VERION. Tipo: “Orbital”. Serie: MLHV. Modelo: 800.**
 Designación: **MLHV W800 G2A**
 - Par de salida máximo: $T_{MAX} = 188 \text{ da N.m.}$
 - Cilindrada: $D = 801,8 \text{ cm}^3/\text{rev}$
 - Caudal máximo = 200 l/min
 - Velocidad máxima de trabajo: $V_{MAX} = 250 \text{ rpm.}$
 - Presión máxima de trabajo: $P_{MAX} = 160 \text{ bar.}$
 - Peso: $W = 35,2 \text{ Kg.}$
- Unidad de potencia: **Unidad de potencia hidráulica VERION Serie W80. Motor corriente continua.** Designación: **TCE12H80S 62PAA8D**
 - Presión = 150 bar.
 - Cilindrada: $D = 6,2 \text{ cm}^3/\text{rev}$
 - Depósito = 8 l
 - Potencia = 3 HP
- Mangueras: Polyflex®
 - $D_i = 6 \text{ mm.}$

2.4. Elementos complementarios

A continuación se detallan los elementos que completan a la plataforma, realizándose una breve descripción debido a que son componentes a adquirir por terceros.

2.4.1. Bogie

El bogie es un conjunto de dos o tres pares de ruedas (según el modelo), montadas sobre sendos ejes próximos, paralelos y solidarios entre sí, que se utilizan en ambos extremos de los vehículos de gran longitud destinados a circular sobre carriles, tales como vagones, coches y locomotoras ferroviarias. Los vagones, coches y las locomotoras que llevan bogies disponen de dos unidades (una en cada extremo), a excepción de algunas locomotoras que lleva tres bogies. Los trenes de alta velocidad con coches cortos van provistos de bogies situados en los extremos opuestos de dos coches contiguos.

El vehículo se apoya en cada bogie por medio de un pivote vertical, permitiendo que el mismo gire hacia ambos lados, gracias a esto se pueden describir curvas muy cerradas. Existen bogies tractores y remolcados, estos últimos sin fuerza de tracción. Ambos estarán dotados de un sistema de frenos, tanto de disco como de zapata, también suelen utilizar frenos eléctricos o frenos motores.

Por otro lado, dos sistemas de suspensión absorben los defectos de las vías y disminuyen su impacto en el coche. El sistema de suspensión primario, tal como en el de un automóvil, está situado entre los ejes y el bogie, y su principal función es absorber los desniveles de la vía. Mientras que el sistema secundario conecta al bogie con el chasis ferroviario, en forma de balonas de aire comprimido, controlando los movimientos laterales del mismo, siendo su composición neumática la que aísla al vagón de las vibraciones.

Además, para completar el funcionamiento existen dos piezas más fundamentales, llamados “patines laterales de fricción” (“side bearer”) compuestos de un “respaldo” que es la chapa metálica de soporte sobre la que se moldea el “material antifricción”, siendo la parte del patín destinada a

soportar el impacto y rozamiento del correspondiente patín de apoyo de la estructura del vagón.

Básicamente un bogie cumple tres funciones claves:

- ✓ Soportar la carga.
- ✓ Transmitir la fuerza de tracción y frenado.
- ✓ Guía al coche de manera segura, absorbiendo los defectos de la vía.

Hoy en día en Argentina el área de CITEDEF, dependiente de Fabricaciones Militares es la encargada del desarrollo de los bogies, los cuales son del tipo “diamante”. Este diseño de altas prestaciones, comparable con alternativas internacionales, presenta una configuración llamada “de tres piezas”. Se trata de dos laterales que se vinculan con los pares montados (eje y ruedas) y un travesaño llamado “mesa” o “bolster” que se apoya en los laterales por medio de paquetes de resortes que constituyen la suspensión principal.

Estos bogies de dos ejes de tipo diamante integral con suspensión secundaria, ejes macizos, ruedas monoblock y timonería de freno accionando una zapata por rueda, seguirán la Especificación Técnica FAT: V-1405 [1]. Entre las principales ventajas de este tipo de bogie se encuentran la robustez, un costo inicial relativamente bajo, fácil mantenimiento, adaptabilidad a las vías argentinas y máxima utilización de elementos de producción nacional.

Definición según CNRT [1]; Bogie diamante: Es el dotado de dos ejes sobre los cuales se apoyan dos costados de estructura rómbica, que se vinculan con la mesa de bogie a través del mecanismo de suspensión.

La nomenclatura de piezas que constituyen un bogie diamante integral se establece en la Plano NEFA 932 [1]. En la siguiente Figura se muestra el modelo de bogie utilizado para este proyecto.

En la Argentina, se utilizan 3 trochas diferentes:

- ✓ Trocha ancha: 1676 mm.
- ✓ Trocha media: 1435 mm.
- ✓ Trocha angosta: 1000 mm.

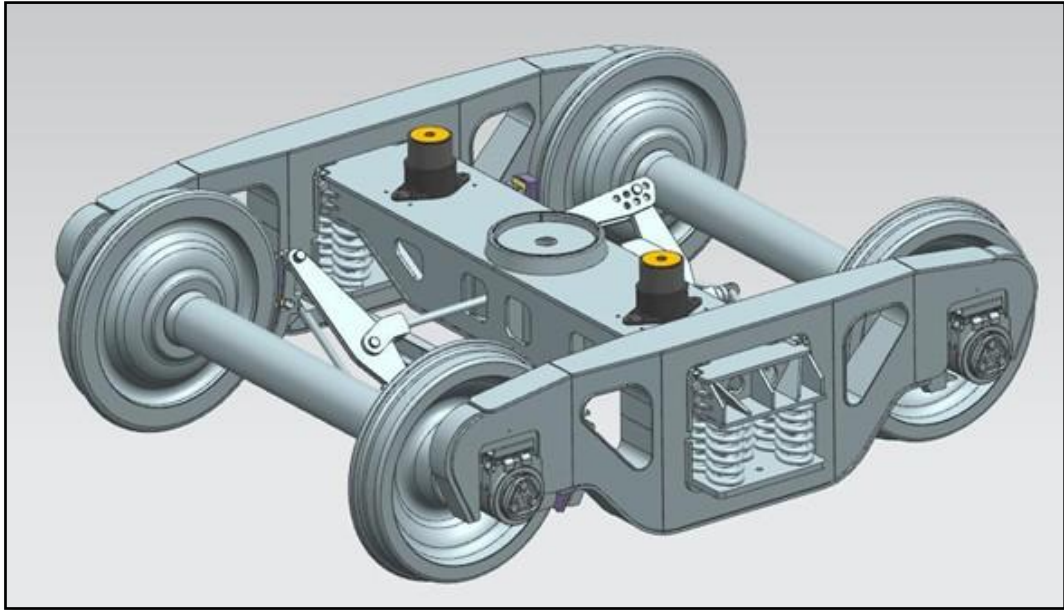


Figura N°83: Bogie tipo "diamante integral".

2.4.1.1. Cálculo perno central

Según especificaciones FAT V-1301 CNRT [1]; las reacciones de los medios de conexión entre cada bogie y la estructura de la plataforma, deberán ser capaces de desarrollar esfuerzos cortantes equivalentes a 23 835 Kg.

Tomando como referencia el plano del perno NEFA 516 [1], y el de montaje del bogie NEFA 469 [1], se puede apreciar que existe una combinación de esfuerzos, con esta situación y datos se procedió a un estudio estático del elemento. A continuación en la siguiente Figura N°81 se muestra el detalle de lo manifestado.

Referencias

- 1) Placa central inferior.
- 2) Placa central superior.
- 3) Perno centro de bogie.
- 4) Chaveta.
- 5) Chapa de fricción lateral superior.
- 6) Chapa de fricción lateral inferior.

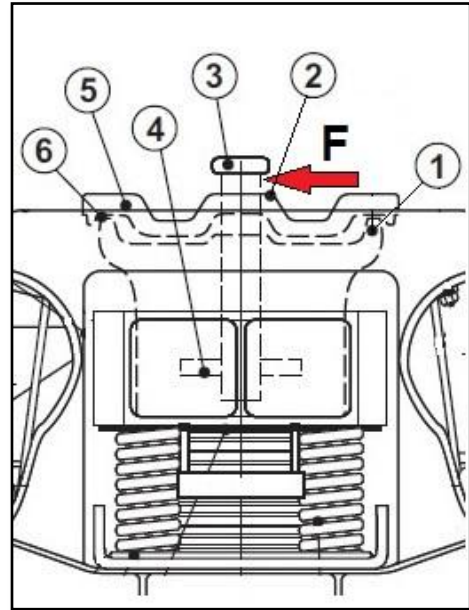


Figura N°84: Modelo físico

Datos

$F_{perno} = 23\ 835\ Kg$. Según Especificaciones FAT V-1301 [1].

$D = 50,6\ mm$. Según plano NEFA 516 [1].

$d = 30\ mm = 3\ cm$. (Distancia donde actúa la fuerza).

Material: AISI 1045 WQT (538 °C) (Templado y recocido al agua) [4];

- $S_y = 7734\ Kg/cm^2$
- $S_s = 0,6\ S_y = 4640,4\ Kg/cm^2$

Cálculos

El área debido al diámetro del perno, es:

$$A_{perno} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 20,27\ cm^2$$

La tensión cortante máxima en el perno será,

$$S_s^{MAX} = \frac{F_{perno}}{A_{perno}} = \frac{23835\ Kg}{20,27\ cm^2} = 1175,97\ Kg/cm^2$$

Como se puede apreciar en la Figura N° 81 existe un momento sobre la sección inferior del perno que produce una tensión normal, por lo tanto se obtiene un caso de esfuerzos combinados (corte y tracción).

Antes de plantear la ecuación de esfuerzos combinados resulta conveniente determinar la tensión normal debida a la flexión producida por la fuerza sobre el perno.

El momento flector máximo viene dado por:

$$M_f^{MAX} = F_{perno} \cdot d = 23835 \text{ kg} \cdot 3 \text{ cm} = 71\,505 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El módulo resistente debido a dicho diámetro del perno, es:

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{32} = 12,87 \text{ cm}^3$$

La tensión normal está dada por,

$$S_{perno} = \frac{M_f^{MAX}}{W} = \frac{71505 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{12,87 \text{ cm}^3} = 5555,78 \text{ Kg/cm}^2$$

Según los esfuerzos combinados presentes, se citó la siguiente expresión [4];

$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{S_{perno}}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{S_s^{MAX}}{S_s} \right)^2$$

Reemplazando los valores obtenidos anteriormente en la ecuación, se obtiene el coeficiente de seguridad buscado.

$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{5555,78 \text{ Kg/cm}^2}{7734 \text{ Kg/cm}^2} \right)^2 + \left(\frac{1175,97 \text{ Kg/cm}^2}{4640,4 \text{ Kg/cm}^2} \right)^2 \Rightarrow N = 2,97$$

Como se puede observar en el resultado obtenido, el perno no se romperá ya que el material trabajará 2,97 veces alejado de la fluencia o rotura estructural.

2.4.1.2. Verificación perno central método elementos finitos.

A modo de emplear un segundo análisis, se sometió al perno a un estudio de simulación por medio software "Simulation" de Soliworks, con los datos obtenidos en el cálculo realizado anteriormente.

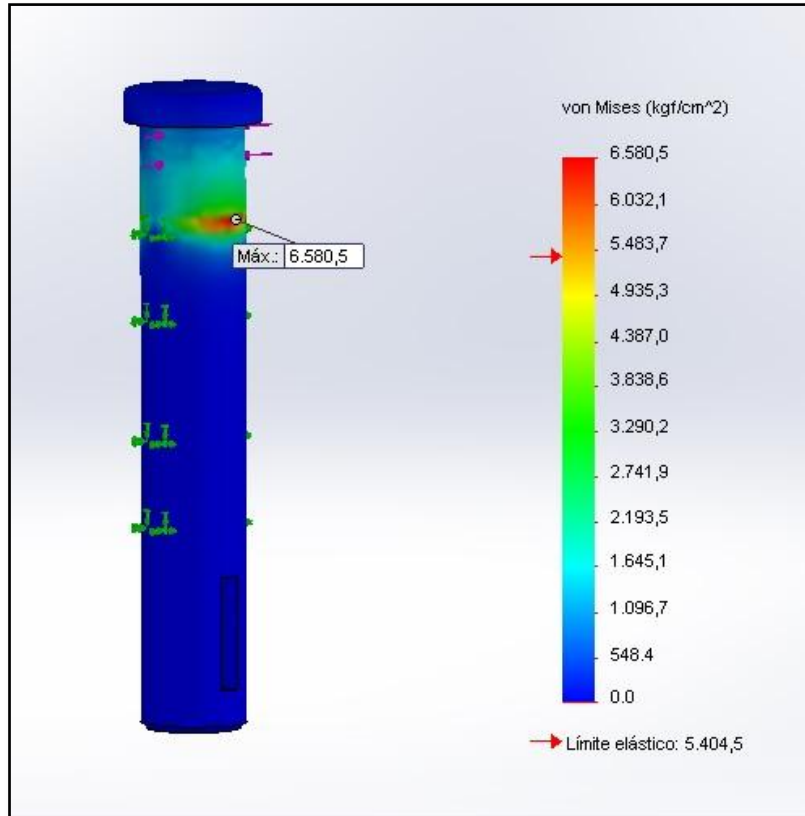


Figura N° 85: Verificación perno central bogie. Tensiones de rotura Von Mises.

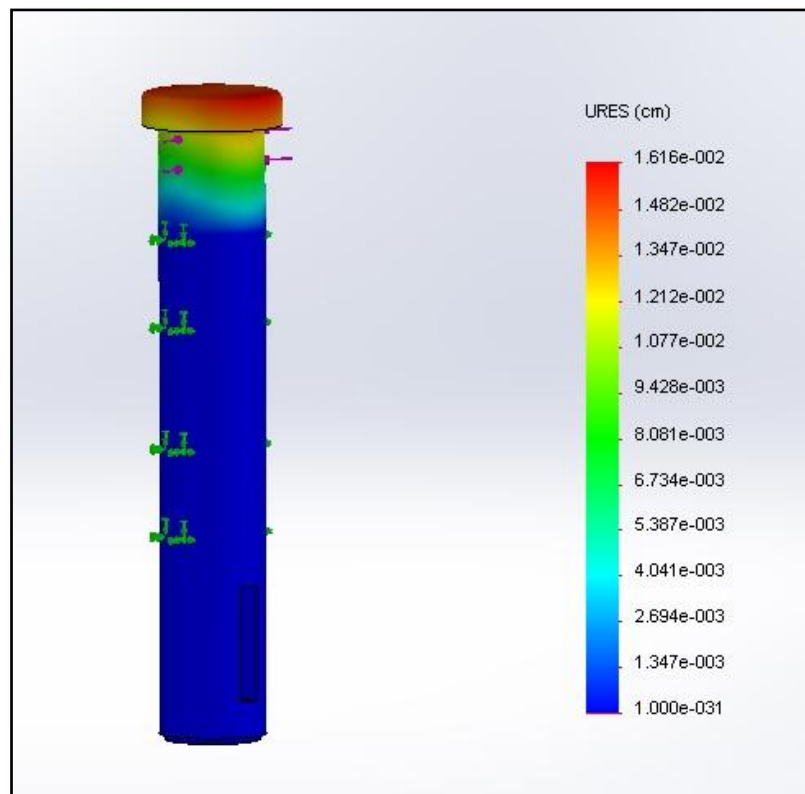


Figura N° 86: Verificación perno central bogie. Desplazamientos.

Conclusiones

Tras haberle realizado un estudio estático al perno tanto sea de manera teórica como a través del software de elementos finitos, se puede apreciar una diferencia en los resultados, esto es debido a ciertas consideraciones a tener en cuenta en el diseño al momento de distribuir la tensión sobre el material, en este caso es la inclusión de un buje a este último estudio.

De esta manera, con ambos resultados satisfactorios se determina que el perno de características establecidas es apto para tal fin.

2.4.1.3. Resortes helicoidales para bogies

En la argentina, la selección de los resortes aplicables a los bogies de tres piezas para vagón de carga, se concentran esencialmente en la normativa de los planos NEFA 484 [1], “Agrupamientos Normalizados de resortes de suspensión en bandejas de bogies” y NEFA 498 [1], “Resortes Normalizados de Suspensión para Bogies Integrales” (1979). Se tomó como referencia a la trocha 1676 mm con una capacidad portante de 25t/eje (100 t sobre rieles), así mismo la máxima capacidad de peso en rieles contemplada por estas normas es de 90 Tn por lo que resultan excedidas por el requerimiento. Debido a esto, se trabajó en base a las normas de la American Association of Railroads (AAR) (2010) referentes al tema, dado que presentan una filosofía de diseño similar a las normas argentinas y ofrecen un amplio rango de capacidades que alcanzan hasta las 315.000 lbf. (143 t) de peso en rieles. Una vez caracterizados exhaustivamente los resortes de suspensión de la norma AAR, las configuraciones de sus agrupamientos, sus puntos de operación y tensiones de trabajo, se tuvo en cuenta la posibilidad de fabricación local de los resortes necesarios, utilizando acero de producción nacional [11].

Dos resortes concéntricos (uno dentro del otro) son de utilidad para soportar cargas pesadas o eliminar una vibración, tal como una oscilación producida por vibración inducida resonante, de esta manera se manifiesta en un vagón o plataforma ferroviaria. Para esta disposición existen dos condiciones que deben ser cumplidas aproximadamente, aunque no de forma necesaria; la primera, el esfuerzo en cada resorte en cualquier posición de deformación debe ser el

mismo; y la segunda, las alturas de los resortes deben ser ordinariamente las iguales. Estas condiciones se obtienen aproximadamente en resortes de alambre redondo, si ambos tienen el mismo índice “C”.

En la Figura N°87, se muestran los resortes externos e internos utilizados actualmente en el boguie argentino (plano NEFA 484[1]). El resorte izquierdo trabaja solo o concéntricamente con el derecho.

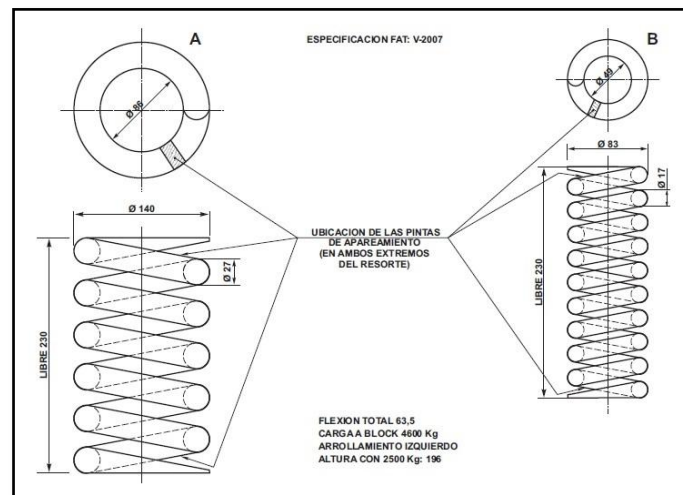


Figura N°87: Resortes para bogies argentinos.

La norma AAR plantea 46 agrupamientos de resortes definidos por los estándares AAR S-340, S-341, S-342 y S-343 que difieren en el PTR (Peso Total en Rieles), las dimensiones del conjunto de rodamientos en los ejes, la configuración de la suspensión y la elongación máxima. De ellas se seleccionaron las adecuadas para los diseños propuestos en argentina.

Esta norma presenta gráficamente los pares denominados D2, D3, D4, D5 y D7, de los diversos agrupamientos de cada lateral de bogie. En la Figura N°85 se muestra el estándar S-334 seleccionado que define el grupo D4 seleccionado.

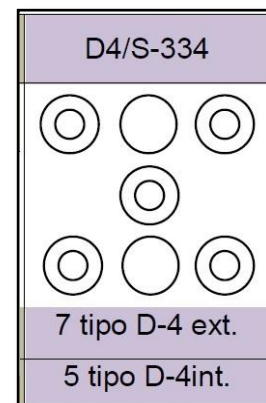


Figura N°88:
Configuración de resortes.

Material y fabricación de los resortes

En lo que respecta al material a emplear, cabe destacar que la norma AAR-M-114 “Spring Heat-Treated Steel” contiene un listado de los aceros más utilizados y prescribe además el cumplimiento de la ASTM A-125 “Standard Specification for Steel Springs, Helical, Heat-Treated”. Ésta a su vez remite a las ASTM A-689 y ASTM A-322 referentes a barras cilíndricas forjadas en caliente. En la lista de aceros a utilizar aparece el SAE-AISI 9254. En la Argentina, el grupo “Acindar-Acelor Mittal” produce el acero 9254X, de composición similar, que se adapta perfectamente a las características requeridas.

Propiedades Mecánicas del Acero 9254

La ASTM A-125 (r.2007) no indica una tensión de corte mínima sino que exige una dureza Rockwell C “as quenched” de HRC-50 mínima en el centro de la barra. La resistencia a la tracción correspondiente a ese valor de dureza se estima en base a tablas [11], dando cerca de 1700 MPa. El acero 9254 con adecuados tratamientos térmicos puede alcanzar una resistencia a la tracción superior a 2240 MPa y 1350 Mpa al corte. De manuales [11] obtenemos los valores de Tabla 2.3.

Tabla 2.3: Rangos de propiedades mecánicas del acero SAE 9254.

Tracción [MPa]			Corte [MPa]			Dureza
Tensión de ruptura	Límite elástico	Módulo de Young	Tensión de ruptura	Límite elástico	Módulo de Young	Rockwell C
2240-1720	1520-2070	206900	1100-1400	900-1100	79300	47-51

Todos los resortes llegan con carga “a block” a tensiones de corte en la cara interna del resorte del orden de 900-1100 Mpa (Tabla 1, fila 19,[11]) en tanto que con el vagón en carga, alcanzan tensiones de 600-650 Mpa (Tabla 3, fila 15 [11]). Se ve que el acero 9254X supera los requerimientos de la norma y es apropiado para el caso, pero es necesario para alcanzar un correcto desempeño, aplicar una cuidada optimización de los procesos de conformado, tratamientos térmicos y “shot peening” [11].

Elección de diámetros de barras comerciales para acero 9254X

Se buscaron dentro de la producción estándar de Acindar, los diámetros requeridos por las normas AAR, se encontraron: barras de $\Phi 25.5$ mm (1") y 15.9 mm (5/8") que coinciden con las exteriores e interiores del grupo D4. En base a todo lo antedicho, en la Tabla 2.4 se resumieron las especificaciones de los resortes a fabricar.

Tabla 2.4: Especificaciones básicas de los resortes para suspensión.

	Externo	Interno
Material	Acindar-Acelor Mittal 9254X	
Sentido de arrollamiento	Izquierdo	Derecho
Diámetro nominal de la barra	25.4 mm	15.9mm
Diámetro medio	114.3mm	69.9mm
Longitud libre	244.5mm	244.5mm
Longitud para espiras en contacto	166.7mm	166.7mm
Longitud para carga de prueba	197.6±4 mm	197.6±4 mm
Carga de prueba	2500 kgf	1000 kgf
Constante elástica	52.4±1.0kgf/mm	40.1±0.8 kgf/mm
Espiras activas	5.0	9.0
Cantidad por lateral de bogie	7	5
Terminación de extremos	Escuadrados y amolados con 0,75 de vuelta no activa en cada extremo	
Terminación superficial	Granallado (shot peening). Pintado epoxi	

2.4.1.4. Verificación a la fatiga del resorte externo

Datos resorte externo

- ✓ Altura libre: $L_0^e = 244,5$ mm.
- ✓ Altura comprimido: $SH^e = 171,4$ mm.
- ✓ Diámetro exterior: $D_{ext}^e = 139,7$ mm.
- ✓ Diámetro interior: $D_{int}^e = 88,9$ mm.
- ✓ Diámetro medio: $D_m^e = 114,3$ mm.
- ✓ Diámetro alambre: $D_w^e = 25,4$ mm.
- ✓ Índice resorte: $C^e = 4,5$.
- ✓ Carga de prueba: $F_p^e = 2500$ Kg.
- ✓ Carga a "block": $F_{SH}^e = 4149$ Kg.
- ✓ Material: Acero p/elásticos SAE/AISI 9254X.
 - $S_{yS} = 1100$ MPa = 11 216,88 Kg/cm²

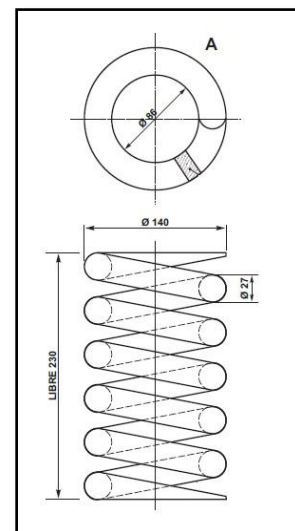


Figura N°89: Modelo físico

Cálculos

Antes de haber comenzado con el cálculo, se adoptó un criterio conservador aplicando un límite a las fuerzas propuestas por la norma, de tal manera de no llegar a dichos valores, lo cual es indeseado. Por ende, se estimaron a ambas fuerzas en un 50% de su valor, entonces:

- ✓ $50\% F_p^e \Rightarrow F_{min} = 1275 \text{ Kg.}$
- ✓ $50\% F_{SH}^e \Rightarrow F_{max} = 2075 \text{ Kg.}$

Con estas fuerzas, se determinaron las cargas medias y alternas con que el resorte trabajaría en estas condiciones.

$$F_m = \frac{F_{max} + F_{min}}{2} = 1662,5 \text{ kg.}; F_a = \frac{F_{max} - F_{min}}{2} = 412,5 \text{ kg.}$$

Según gráfico AF15 [1]; $C^e = 4,5. \Rightarrow K = 1,35; K_c = 1,2$

Luego, se verificaron los esfuerzos al corte medio y alterno;

$$S_{ms} = \frac{K \ 8 \ F_m \ D_m}{K_c \ \pi \ D_w^3} = 3322 \text{ Kg/cm}^2; S_{as} = \frac{K \ 8 \ F_a \ D_m}{\pi \ D_w^3} = 989,1 \text{ Kg/cm}^2$$

Tomando la ecuación de Tabla AT17 [4] y adoptando el criterio de que el material seleccionado (acero 9254X) posee características análogas al material ASTM A230 (de dicha Tabla), se calculó la resistencia a la fatiga correspondiente;

$$S_{no} = \frac{3962}{D_w^{0,15}} = 3445 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto, con la ecuación propuesta por Wahl [1] (página 241), se determinó la seguridad con que se encuentra dicho resorte:

$$\frac{1}{N} = \frac{S_{ms} - S_{as}}{S_{ys}} + \frac{2 S_{as}}{S_{no}} \Rightarrow N = 1,25$$

Conclusiones

Como se puede apreciar en los resultados del análisis del resorte helicoidal externo, tras aplicarle las fuerzas propuestas mínimas y máximas a las que puede llegar a estar sometido el mismo, se verifica que el elemento trabaja con

una seguridad de un 25% por encima de los valores mínimos necesarios en lo que respecta a la resistencia de fatiga.

2.4.1.5. Verificación a la fatiga del resorte interno

Datos resorte interno

- ✓ Altura libre: $L_0^e = 244,5$ mm.
- ✓ Altura comprimido: $SH^e = 171,4$ mm.
- ✓ Diámetro exterior: $D_{ext}^i = 85,7$ mm.
- ✓ Diámetro interior: $D_{int}^i = 54$ mm.
- ✓ Diámetro medio: $D_m^i = 69,9$ mm.
- ✓ Diámetro del alambre: $D_w^i = 15,9$ mm.
- ✓ Índice del resorte: $C^i = 4,39$.
- ✓ Carga de prueba: $F_p^i = 1000$ Kg. (carga de prueba).
- ✓ Carga a "block": $F_{SH}^i = 1560$ Kg. (carga "a block").
- ✓ Material: Acero p/elásticos SAE/AISI 9254X.
 - $S_{yS} = 1100$ MPa = $11\ 216,88$ Kg/cm²

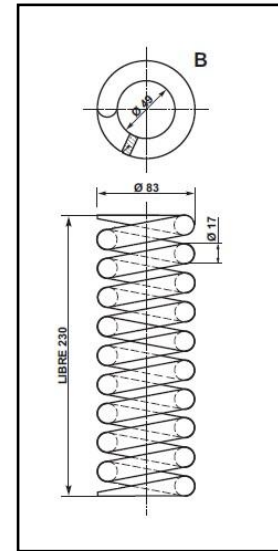


Figura N°90: Modelo físico

Cálculos

De igual modo y bajo el mismo criterio, se procedió a la verificación de fatiga del resorte interior para los bogies argentinos; entonces:

- ✓ $50\% F_p^i \Rightarrow F_{min} = 500$ Kg.
- ✓ $50\% F_{SH}^i \Rightarrow F_{max} = 780$ Kg.

Con estas fuerzas, se determinaron las cargas medias y alternas con que el resorte trabajaría en estas condiciones.

$$F_m = \frac{F_{max} + F_{min}}{2} = 640 \text{ kg.}; F_a = \frac{F_{max} - F_{min}}{2} = 140 \text{ kg.}$$

Según gráfico AF15 [1]; $C^i = 4,39. \Rightarrow K = 1,35; K_c = 1,22$

Luego, se verificaron los esfuerzos al corte medio y alterno;

$$S_{ms} = \frac{K \ 8 \ F_m \ D_m}{K_c \ \pi \ D_w^3} = 3136,02 \text{ Kg/cm}^2; S_{as} = \frac{K \ 8 \ F_a \ D_m}{\pi \ D_w^3} = 836,92 \text{ Kg/cm}^2$$

Tomando la ecuación de Tabla AT17 [4] y adoptando el criterio de que el material seleccionado (acero 9254X) posee características análogas al material

ASTM A230 (de dicha Tabla), se calculó la resistencia a la fatiga correspondiente;

$$S_{no} = \frac{3962}{D_w^{0,15}} = 3695,77 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto, con la ecuación propuesta por Wahl [1] (página 241), se determinó la seguridad con que se encuentra dicho resorte:

$$\frac{1}{N} = \frac{S_{ms} - S_{as}}{S_{ys}} + \frac{2 S_{as}}{S_{no}} \Rightarrow N = 1,52$$

Conclusiones

Como se puede apreciar en los resultados para el resorte helicoidal interno, bajo las condiciones propuestas análogas al resorte externo, se verifica que el elemento trabaja con seguridad respecto a la fatiga, dicho valor se determinó en un 52% por encima de los mínimos necesarios.

2.4.2. Rampas

Una rampa es un plano inclinado que tiene la función de comunicar dos planos de distinto nivel, de modo que se salve una diferencia de altura en determinado espacio. En general, todo tipo de rampas sirve para subir o bajar cargas disminuyendo los esfuerzos.

Las rampas se construirán con estructura de caño y una superficie antideslizante como lo es la chapa tipo “semilla de melón”. A continuación, en la figura se muestra el modelo.



Figura N°91: Rampa.

2.4.2.1. Verificación

Como un objetivo específico del proyecto es la carga de automóviles de poco despegue (<200 mm), tendremos limitado el ángulo máximo de la rampa en

15°, necesario para poder subir sin inconvenientes un vehículo de 200 mm de despegue en el spoiler delantero y una distancia al centro de la rueda de 1000 mm. Debido a ello el largo necesario de dichas rampas será:

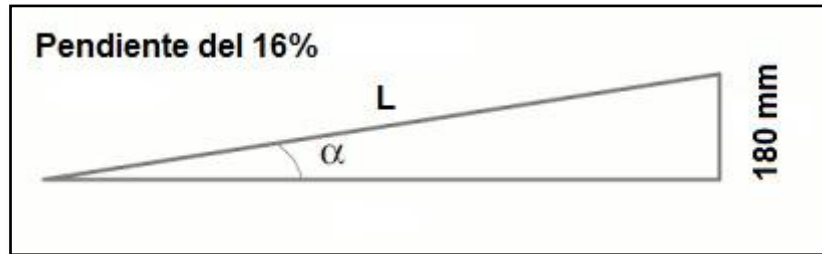


Figura N° 92: Modelo físico rampa.

$$\sin \alpha = \frac{180}{L} \Rightarrow L = \frac{180}{\sin 16^\circ} = 653 \text{ mm.}$$

Por lo tanto, la longitud necesaria de la rampa será de 653 mm. Además es importante mencionar el ángulo de transición que debe poseer la misma, establecido en un 6%, tomando al vehículo que posea la mayor distancia entre ejes (Toyota Corolla $l = 2700$ mm).

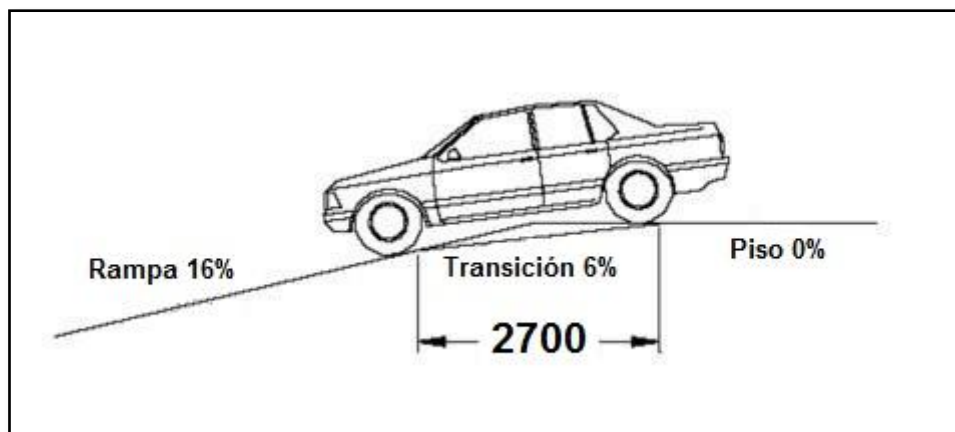
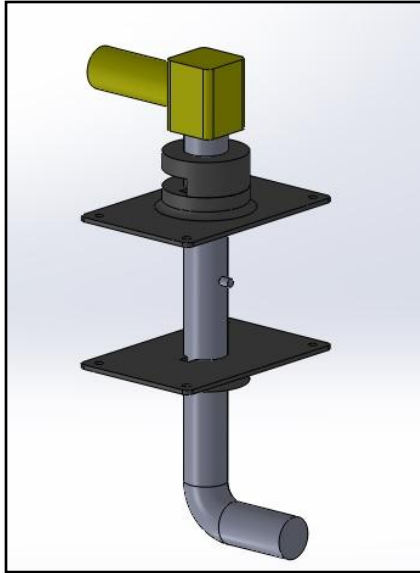


Figura N° 93: Transición en la rampa.

Cabe destacar que en los lugares donde la estación ferroviaria no disponga de andenes, se deberá acudir a algún tipo de rampa, independientes a las que posee la plataforma, de manera tal que sea posible el ascenso y descenso de los vehículos en la misma.

2.4.3. Enclaves de seguridad

A pesar de que el motor hidráulico no permitirá hacer girar por si sola a la estructura debido a que el fluido hidráulico se encontrará estático, es necesario asegurar dicho movimiento, por medio de cuatro mecanismos de anclaje



ubicados en las esquinas cercanas a las columnas.

Si bien pudo haberse automatizado dicho mecanismo, se ha decidido diseñarlo de manera manual e independiente del sistema hidráulico, debido a que el mismo nos garantiza el bloqueo del giro en caso de que la parte hidráulico falle.

A continuación se muestra el diseño del mecanismo de anclaje.

Figura N° 94: Enclave de seguridad.

2.4.3.1. Cálculo vástago

Por cuestiones de seguridad, se decide verificar el diámetro del vástago del mecanismo de anclaje, cuyo esfuerzo principal es de corte. Para ello tomaremos el par torsor necesario para hacer girar a la estructura, calculado anteriormente en la corona de orientación. Entonces;

$$T = 12\,858,41 \text{ N.m}$$

Para hallar la fuerza en la ubicación donde trabajará el perno, tomaremos la distancia $d = 4 \text{ m}$, por lo tanto:

$$F = \frac{T}{d} = \frac{12\,858,41 \text{ N.m}}{4 \text{ m}} = 3\,214,16 \text{ N} = \mathbf{327,68 \text{ Kg.}}$$

Datos:

$$F_{\text{vástago}} = 327,68 \text{ Kg.}$$

$D = 1\ 1/2" = 3,81\text{ cm.}$

$d = 20\text{ cm.}$ (Distancia donde actúa la fuerza).

Material: AISI 1020 Laminado simple [1]:

- $S_y = 3374\text{ Kg/cm}^2$
- $S_s = 0,6 S_y = 2024,4\text{ Kg/cm}^2$

Cálculos:

El área debido al diámetro del perno, es:

$$A_{vástago} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 11,4\text{ cm}^2$$

La tensión cortante máxima en el perno será,

$$S_s^{MAX} = \frac{F_{vástago}}{A_{vástago}} = \frac{327,68\text{ Kg}}{11,4\text{ cm}^2} = 28,74\text{ Kg/cm}^2$$

Como se puede observar en la Figura N° 91 existe un momento sobre la sección superior del vástago que produce una tensión normal, por lo tanto se obtiene un caso de esfuerzos combinados (corte y tracción).

Antes de plantear la ecuación de esfuerzos combinados resulta conveniente determinar la tensión normal debida a la flexión producida por la fuerza sobre el perno.

El momento flector máximo viene dado por:

$$M_f^{MAX} = F_{vástago} \cdot d = 327,68\text{ kg} \cdot 20\text{ cm} = 6553,6\text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El módulo resistente debido a dicho diámetro del perno, es:

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{32} = 5,43\text{ cm}^3$$

La tensión normal está dada por,

$$S_{vástago} = \frac{M_f^{MAX}}{W} = \frac{6553,6\text{ Kg} \cdot \text{cm}}{5,43\text{ cm}^3} = 1206,99\text{ Kg/cm}^2$$

Consultada la bibliografía sobre esfuerzos combinados [4], se obtuvo la siguiente expresión;

$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{S_{vástago}}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{S_s^{MAX}}{S_s} \right)^2$$

Reemplazando los valores obtenidos anteriormente en la ecuación, se obtiene el coeficiente de seguridad buscado.

$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{1206,99 \text{ Kg/cm}^2}{3374 \text{ Kg/cm}^2} \right)^2 + \left(\frac{28,74 \text{ Kg/cm}^2}{2024,4 \text{ Kg/cm}^2} \right)^2 \Rightarrow N = 2,79$$

Como se puede observar en el resultado obtenido, el perno no se romperá ya que el material trabajará 2,79 veces alejado de la fluencia o rotura estructural.

2.4.3.2. Verificación vástago método de elementos finitos

A continuación, se sometió al vástago al estudio de simulación por medio software "Simulation" de Soliworks, por supuesto con los datos utilizados anteriormente.

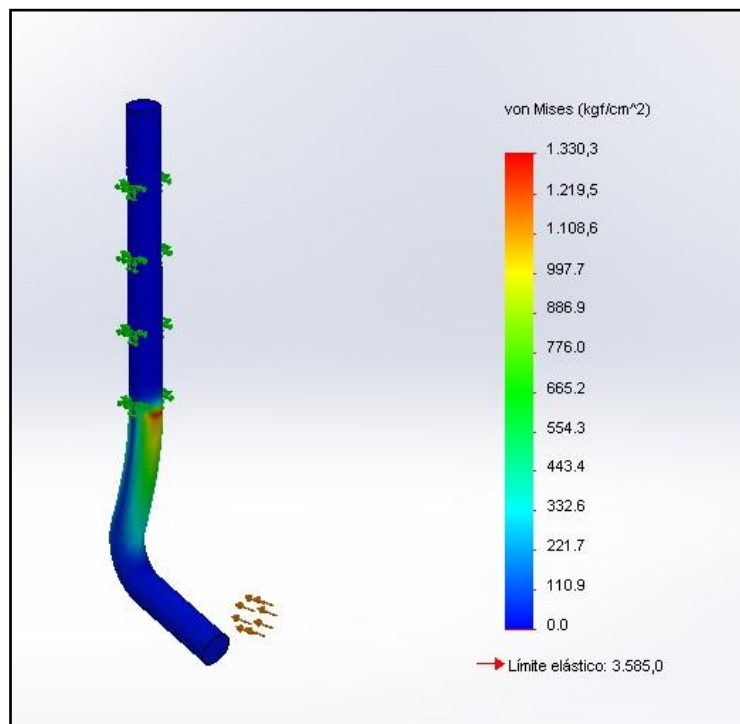


Figura N° 95: Verificación vástago. Tensiones de rotura Von Mises.

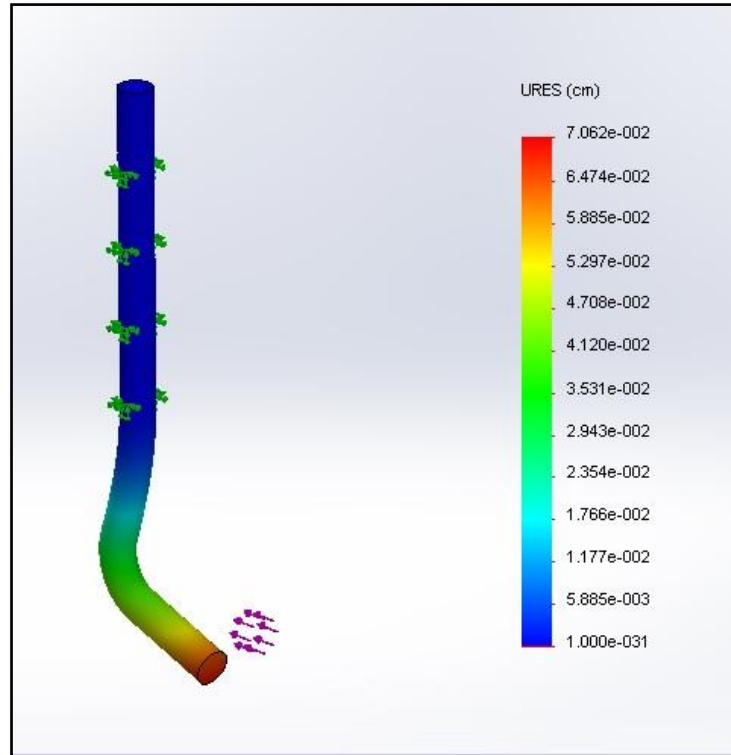


Figura N° 96: Verificación vástago. Desplazamientos.

Conclusiones

Como se puede apreciar en los resultados del análisis de tensiones de VON-MISES (Figura N°95), al realizar el estudio estático del vástago, cargándolo con la fuerza determinada, podemos ver que dichas tensiones no superan los $1330,3 \text{ Kg/cm}^2$ valor inferior a la tensión de fluencia de dicho material que es de $S_s = 3374 \text{ Kg/cm}^2$. Con lo cual verifica con las dimensiones calculadas en el presente capítulo, cuyo coeficiente de seguridad será:

$$N = S_y / S_{Von Mises} = 3374 \text{ Kg/cm}^2 / 1330,3 \text{ Kg/cm}^2 = 2,54$$

En el gráfico de la Figura N° 93 se muestran los desplazamientos que existen en el vástago, los cuales ocurren en la parte inferior del último apoyo, pudiéndose apreciar que los mismos son casi imperceptibles.

2.4.4. Pistas de rodadura

Debido a que la plataforma es una estructura ligeramente larga, es necesario obtener dos puntos de apoyo más (además del central que es la corona de orientación), con el fin de distribuir la carga sobre la misma y ayudando de esta manera tolerar esfuerzos. Además se necesita que dichos apoyos soporten esfuerzos axiales, por las exigencias que posee el transporte ferroviario. Es por ello que se decidió adquirir a través de terceros dos pistas de rodadura con un diseño de tales características como se detallan en las figuras.

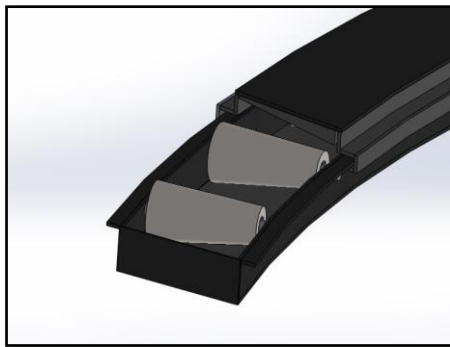


Figura N° 97: Pistas de rodadura.

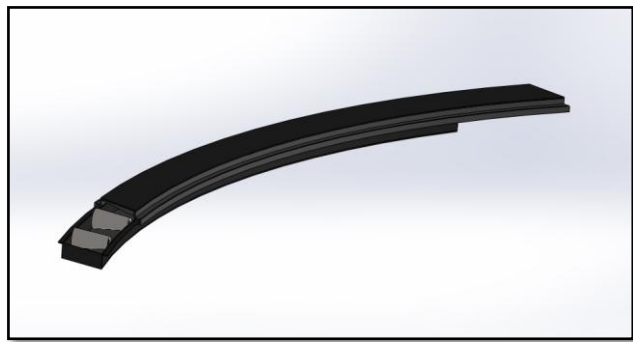


Figura N° 98: Pistas de rodadura.

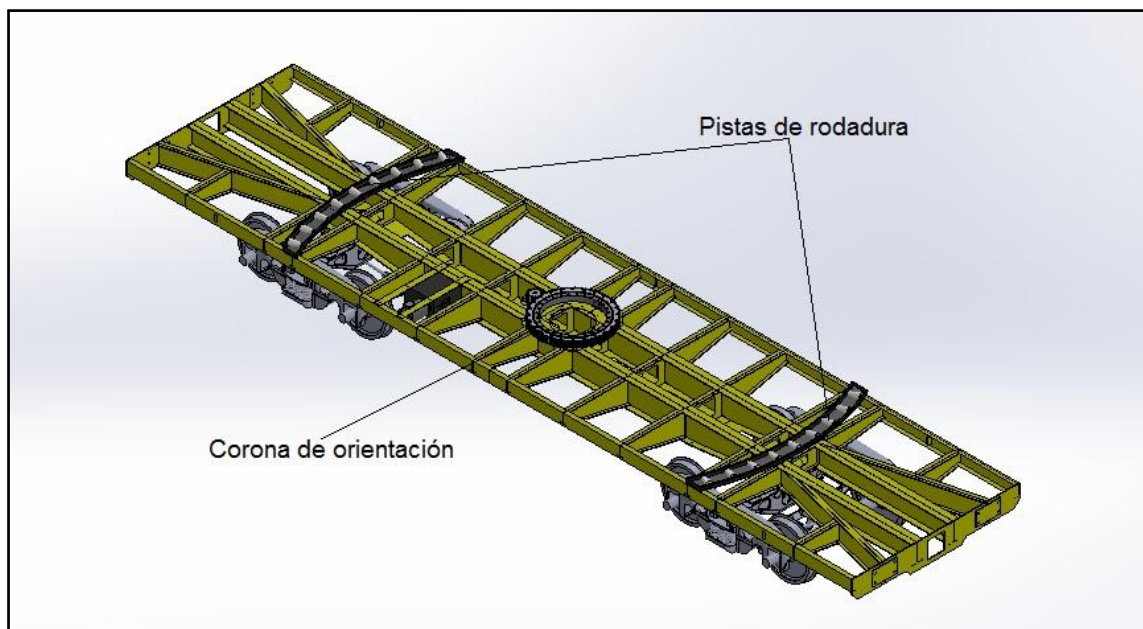


Figura N° 99: Ubicación de corona orientación y pistas de rodadura.

2.4.5. Pisos

Los pisos serán construidos con la chapa tipo “semilla de melón”, de manera tal de evitar deslizamientos que pueden llegar a ocasionar accidentes en la zonas transitables por el operario. Además, en la zona donde circulan los vehículos, se diseñó un camino tipo rejilla, de tal forma que al momento de asegurar las ruedas de los mismos para su transporte, lo hagan a través de cinturones sobre el perímetro de la cubierta y la rejilla, quedando el rodado perfectamente bloqueado a movimientos indeseados. Vale destacar que este sistema permite el anclaje de diferentes tipos de vehículos. En la Figura N°97, se muestra lo detallado.

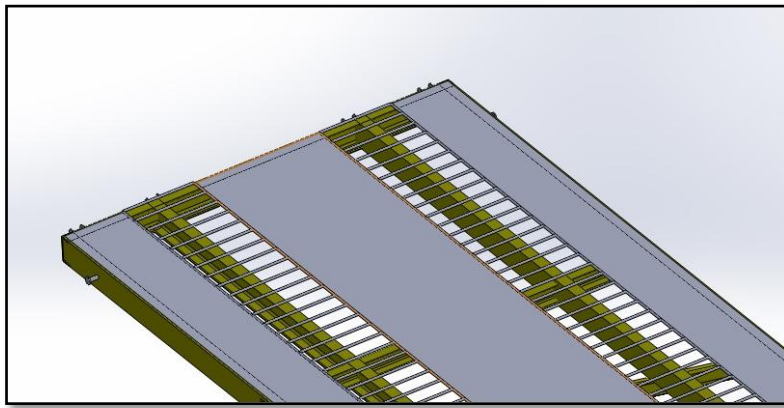


Figura N° 100: Pisos.

Por cuestiones obvias, se sabe que la estructura estará sometida a vibraciones, para evitar fallas producidas por dicho fenómeno, se ideó reforzar a los chasis por medio de los refuerzos que se muestran en la Figura N°98.

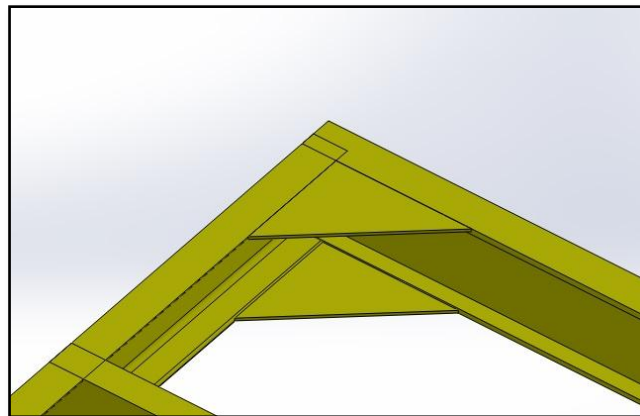


Figura N° 101: Refuerzos chasis.

2.4.6. Enganches

Un acople, gancho o enganche es un mecanismo que sirve para conectar varios vehículos ferroviarios entre sí y formar un tren.

De cara a la compatibilidad, el diseño del acople es casi tan importante como el ancho de vía, ya que si todos los vehículos de una red utilizan el mismo acople, se maximiza la flexibilidad y la comodidad, porque es posible conectar todo el material rodante entre sí.

Ambos extremos del bastidor llevarán totalmente montados un alojamiento normalizado para enganche automático según Especificación Técnica FAT: E-717. Estructuralmente preverá soportar las más críticas combinaciones de esfuerzos que le puede originar la aplicación del enganche automático, y en las trochas 1676 y 1435 mm la aplicación del gancho y enganche central de tracción en forma indistinta con el primero.

A continuación se muestran los dos tipos de enganches utilizados en la actualidad:



Figura N° 102: Acople de topes y cadena.

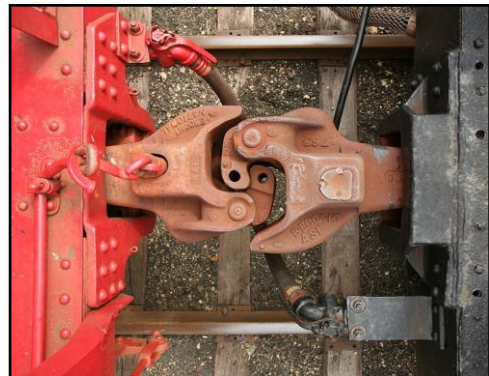


Figura N° 103: Acople automático.

Enganche de topes y cadena

Este acople recibe numerosos nombres, como de topes y cadena, de gancho, de tornillo o de gancho y husillo. Es uno de los más utilizados, y es el acople normalizado en los países europeos.

Los vehículos se acoplan a mano por un operario, encajando una cadena en un gancho. Para evitar que la cadena se suelte, lleva un mecanismo que reduce la longitud de la cadena tensándola lo necesario para que no pueda salir del gancho. Como la cadena sólo sirve cuando se tira de los vehículos, incorporan además unos topes en los extremos para que puedan ser empujados. El uso de estos topes además asegura el confort durante el acoplamiento, en contraste con otros acoples que necesitan un fuerte golpe para encajar. Los primeros topes eran extensiones fijas del chasis del vagón, agregándose posteriormente resortes.

Enganche automático

Se denomina acople automático a aquellos acoples que no necesitan un operario para hacer el acople, y son capaces de engancharse solos cuando los vehículos topan.

Se utilizan principalmente en ferrocarriles en los que no es preciso acoplar y desacoplar vagones en trenes diferentes, como en el caso de los tranvías y los automotores. Algunos acoples son exclusivos de un modelo de tren, mientras que otros son una norma de facto, como el Scharfenberg, utilizado en la mayoría de los automotores europeos.

Algunos de estos acoples, además de unir los vehículos, incluyen la unión de algunos sistemas de los vehículos como el de freno, sea eléctrico, sea electrónico o incluso el mando múltiple.

2.4.7. Parachoques

Estos dispositivos hidráulicos son capaces de disipar energía en función de su tamaño y su carrera (recorrido del tope dentro de su cilindro) disminuyendo la fuerza de impacto finalmente transmitida a la topera.

Básicamente un paragolpes debe resistir una sola clase de acción, la de impacto de un tren cuando algo falla. En la siguiente figura se muestra uno.



Figura N°104: Parachoques.

Aparato de choque y tracción

Los vagones de las trochas 1676 y 1435 mm serán provistos de los siguientes componentes por cada extremo del bastidor:

- a) Dos paragolpes según Especificación Técnica FAT: V-709 cuyos ejes estarán equidistantes del eje del bastidor, a una distancia de 930 ± 5 mm de éste y a una altura comprendida entre los 1.040,5 y los 1.055,5 mm respecto del riel para vagón vacío.
- b) Un gancho central según Norma IRAM-FAL 70-08.
- c) Un enganche a tornillo completo según Especificación IRAM-FAL 70-07
- d) Un amortiguador para gancho central a fricción de 2 ½" de carrera, con reacciones crecientes con la carrera hasta no menos de 45.400 kg al cabo de ella y no menos del 20% y no más del 40% de ese valor a la mitad de la misma. Las características dimensionales serán tales que permitan la adaptación por sí o mediante complementos a las escuadras del alojamiento para enganche automático.
- e) La posición relativa de paragolpe y gancho de tracción, deberá encuadrarse dentro de las tolerancias prescriptas para la característica (A) figura izquierda del Plano NEFA 429.

2.4.8. Equipo de freno

Los vagones tendrán un sistema de freno de accionamiento automático a aire comprimido y un sistema de accionamiento manual aplicados a una timonería normalizada con ajustador automático.

Timonería de freno

Responderá a la Especificación Técnica FAT: V-1400, incluyendo además el ajustador automático y sus accesorios, según la Especificación Técnica FAT: V-1403.

Equipo de accionamiento automático

En los vagones de las trochas 1676 y 1435 mm se incluirán los componentes indicados en la alternativa a) de la Especificación Técnica FAT: V-1401. En los vagones de las trochas 1000 y 750 mm se incluirán los componentes indicados en la alternativa a) para vagones destinados a tráficos de llanura. Mientras que en los vagones destinados al tráfico de alta montaña se incluirán los componentes indicados en la alternativa b) de la Especificación Técnica FAT: V-1401. La posición de las conexiones se indica en el Plano NEFA 907.

Equipo de accionamiento manual

Se ajustará a las Especificaciones Técnicas FAT: V-1402.

2.5. Generalidades de la plataforma

Con los cálculos y selección de todos los componentes a fabricar, junto a un criterio de diseño “técnico-económico” confiable, y adaptándose todo ello al Marco Legal correspondiente para que la misma pueda insertarse en el sistema ferroviario Nacional, con la ayuda del software de diseño “SOLIDWORKS”, se genera virtualmente a la “Plataforma portavehículos ferroviaria”, bajo las condiciones impuestas anteriormente, obteniendo una unidad de las siguientes características generales.

Características principales

- Largo: 14 052 mm
- Ancho: 3103 mm
- Altura: 3502 mm
- Peso de la unidad: 6395,48 Kg.
- Peso total (con carga): 13341,08 Kg
- Ángulo de giro de la plataforma: 30° (mínimo necesario).
- Capacidad de almacenamiento: de 4 (cuatro) a 6 (seis) vehículos según tamaño de los mismos.

A continuación se muestra la imagen del resultado final del diseño del prototipo.

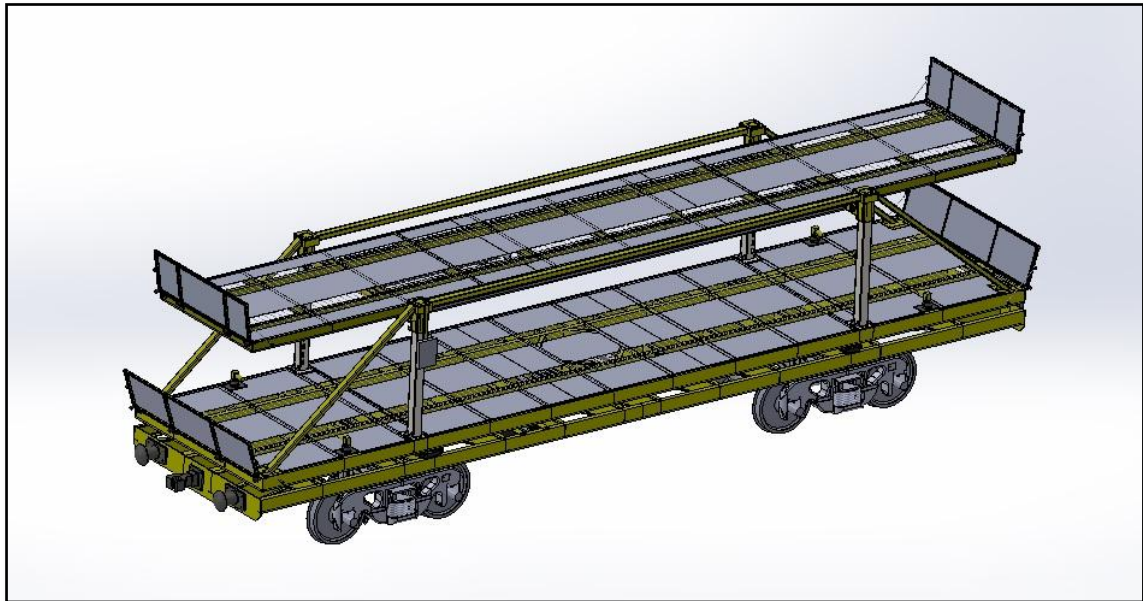


Figura N°105: Prototipo plataforma portavehículos ferroviaria.

2.5.1. Secuencia de funcionamiento para ubicación de los vehículos

A través del tablero eléctrico general (alimentado por la corriente proporcionada en la locomotora), se comienza a dar las órdenes en ambos sistemas, tanto de ascenso/descenso como el del giro de la plataforma, siendo la secuencia:

Carga de la plataforma

- 1) Giro de la plataforma.
- 2) Descenso de la planta alta.
- 3) Despliegue de rampas de acceso.
- 4) Ingreso de los vehículos en planta alta.
- 5) Sujeción de todas las ruedas a través de una unión tipo “cinturón”.
- 6) Pliegue de rampas de acceso planta alta.
- 7) Ascenso planta alta.
- 8) Carga de más automóviles en planta baja.
- 9) Idem 5).
- 10) Pliegue de rampas de acceso planta baja.
- 11) Giro a posición “transporte” de la plataforma.

Descarga de la plataforma

- 1) Giro de la plataforma.
- 2) Despliegue de rampas de acceso de planta baja.
- 3) Liberación de todas las ruedas a través de una unión tipo “cinturón”.
- 4) Descarga de los vehículos en planta baja.
- 5) Descenso de la planta alta.
- 6) Despliegue de rampas de acceso planta alta.
- 7) Idem 3).
- 8) Descarga de los vehículos en planta alta.
- 9) Pliegue de rampas de acceso.
- 10) Ascenso planta alta.
- 11) Giro a posición “transporte” de la plataforma.

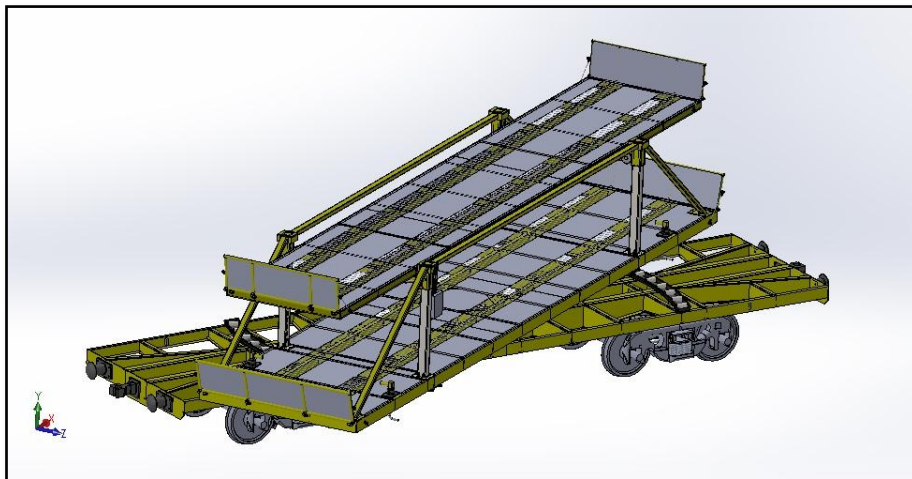


Figura N°106: Giro plataforma.

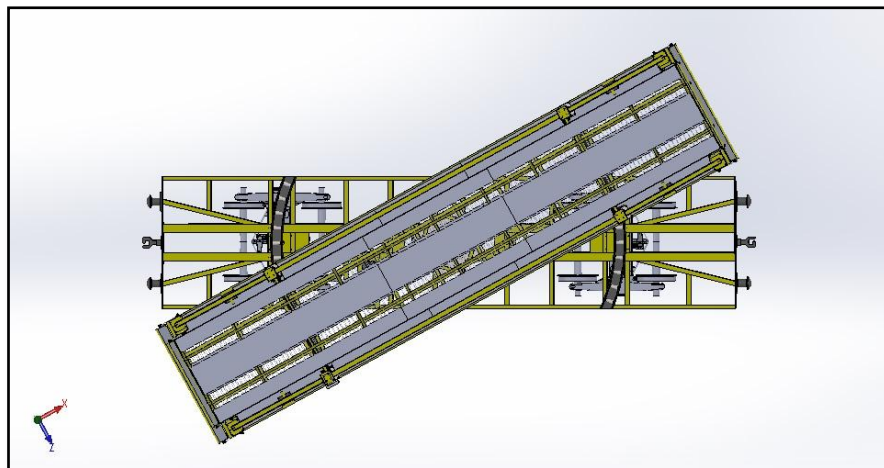


Figura N°107: Vista superior giro plataforma.

Es importante destacar que con un ángulo de giro de 30°, se asegura la carga y descarga de los vehículos de manera segura. Además fijando esta posición, aseguramos el 50% de apoyo entre plataformas a través de las pistas de rodadura, lo que es fundamental para la estabilidad de la estructura.

2.6. Sistema de codificación de Piezas

Al momento de la fabricación de una máquina con muchos componentes, es fundamental contar con un sistema práctico de identificación de piezas, lo que nos ayude de manera sencilla y rápida la comunicación interna entre las distintas áreas de la fábrica, proveedores y para un buen servicio post-venta.

Un buen sistema de codificación de piezas, contribuye consecuentemente al buen funcionamiento en la fabricación del producto, permitiendo un trabajo fluido y una mejor organización. Si el sistema es interpretado por todos debido a su sencillez, la comunicación será más rápida entre las partes, evitando errores en las distintas áreas de la organización, tales como producción, almacén, transporte de materiales, entre otras.

En este capítulo, se describe el sistema de identificación de piezas, utilizado para los componentes de la “Plataforma porta-vehículos ferroviaria”, aplicado luego en los planos de las piezas. El código está compuesto por una serie de números y letras que indican diferentes características de la pieza, como por ejemplo a qué máquina pertenece o si se trata de un conjunto, subconjunto o componente individual.

A continuación se detalla el formato utilizado en el presente trabajo:

XXXX – XX – XXXX

De esta manera, el formato representa:

- El primer conjunto está formado por cuatro dígitos:
 1. Tipo de máquina.
 2. Modelo de máquina, indicando además al conjunto que pertenece la pieza.

- El segundo se compone también por dos dígitos, que indican al subconjunto al que pertenece la pieza.
- El tercero está formado por cuatro dígitos, que indican el número de pieza dentro del subconjunto.

Ejemplo:

PV01 – 01 – 0001

El siguiente código pertenece a una pieza de la “Plataforma porta vehículos ferroviaria” (P: plataforma, V: vehículos), cuyo modelo y conjunto es el 01, que forma parte subconjunto 01(en este caso es el conjunto de ascenso/descenso), mientras que la pieza dentro de los mismos es: 0001.

Algunas piezas tienen un código de identificación pero no un plano, debido a que son fabricadas por un proveedor. A continuación se representan los números que corresponden a los subconjuntos principales del proyecto:

- 01.** Subconjunto sistema ascenso/descenso planta alta.
- 02.** Subconjunto potencia ascenso/descenso.
- 03.** Subconjunto chasis P. Alta.
- 04.** Subconjunto sistema de giro de plataforma.
- 05.** Subconjunto potencia de giro.

2.7. Planos

La realización de los planos de una máquina es una de las cuestiones más importantes del proyecto, debido a que son fundamentales en el proceso de producción y todo su entorno.

Un plano es un documento que debe cumplir con ciertas características, para permitir la comprensión correcta de los operarios que lleven a cabo el proceso de fabricación y demás áreas que llevan a conformar el proceso. Es decir, deben confeccionarse en base a un lenguaje universal, de manera que actúen como un medio efectivo de comunicación. De este modo, se busca optimizar

los procesos de producción, minimizando los errores de fabricación y disminuyendo los tiempos de trabajo.

En el presente proyecto, los planos representan a la máquina y algunos subconjuntos, así como todos los componentes diseñados y dimensionados.

Los formatos utilizados son: A4 y A3, adaptándose a las normas IRAM de dibujo técnico como corresponde. El rótulo cuenta con toda la información necesaria, para identificar al conjunto, subconjunto o pieza y todas sus características, junto al responsable del dibujo. Los datos incluidos en el rótulo son:

- Nombre de la Empresa.
- Código de Pieza.
- Acabado superficial.
- Tratamiento térmico.
- Escala utilizada.
- Norma de proyecciones del dibujo.
- Título del plano.
- Nombre, fecha y firma del dibujante y del que aprueba el plano.

Al final de la edición se anexan los planos correspondientes a la “Plataforma portavehículos ferroviaria”.

3. CONCLUSIONES

En el proyecto se han llevado a cabo los cálculos estáticos de una plataforma ferroviaria, tales como chasis planta alta, flotante y principal, seleccionando el tipo de perfil y material adecuados, verificados en el software de cálculo "Analysis". Al mismo tiempo, se han estudiado y analizado los componentes más críticos, desde el punto de vista dinámico. También se realizó el cálculo de la soldadura de los miembros más solicitados. En cuanto a los mecanismos de operación, se procedió al dimensionamiento y selección de los elementos hidráulicos necesarios. Además, se seleccionó una corona de orientación, elemento fundamental en el giro de la estructura, y principal componente de la innovación del proyecto.

Para llevar a cabo este trabajo, se han aplicado los conceptos teóricos y prácticos de asignaturas estudiadas a lo largo de la carrera, tales como: Estabilidad, Materiales Metálicos, Elementos de Máquinas, Sistemas de Representaciones, Proyecto Final, entre otras.

De los resultados obtenidos se pueden destacar:

- ✓ En el estudio estático, se observó cómo los barridos de carga provocan variaciones totalmente lineales tanto en el desplazamiento como en las tensiones generadas y en las reacciones producidas.
- ✓ Importancia de la selección técnica - económica de los materiales.
- ✓ Consideraciones dinámicas en la práctica.
- ✓ Relevancia del cálculo, diseño y adaptación a la Normativa ferroviaria.

Este proyecto puede servir como base para futuros trabajos acerca del comportamiento de los vehículos ferroviarios, mejorando la calidad de maniobra, versatilidad operativa, entre otras características. También en cuanto a la aplicación de nuevos materiales y accesorios tecnológicos.

4. GLOSARIO

- **Trocha:**

Ancho de la vía ferroviaria. Distancia interior entre los patines superiores del riel, donde rozan los pestillos de las ruedas del bogie. Las medidas más comunes son: 1676 mm, 1435 mm, 1000 mm y 750 mm.

- **Gálibo:**

En ferrocarriles, indica la distancia mínima de paso que deben permitir los túneles, puentes y demás estructuras, y por lo tanto la cercanía máxima de postes, semáforos, señales y resto de objetos contiguos a la vía. Se usa también para marcar la medida máxima de los vagones y vehículos.

Dado que el gálibo puede verse como una norma de dimensiones para evitar el choque de vehículos entre sí y de los mismos con el ambiente en el que se mueven, se dice que los vehículos poseen gálibos máximos y los ambientes gálibos mínimos. Esto significa que ningún vehículo puede ser mayor que su gálibo máximo estipulado invadiendo la zona de estructuras, y que ninguna estructura puede invadir por abajo de un gálibo mínimo estipulado. Al mismo tiempo los gálibos máximos y mínimos no coinciden, sino que están distanciados por un margen de seguridad.

- **Andén:**

Plataforma elevada a los lados de la vía del ferrocarril o del metro, o subte, dispuesta para facilitar el acceso y salida de los pasajeros y/o carga.

- **Balona:**

Componente mecánico de caucho natural, capaz de absorber energía. Su característica principal viene dada por la increíble flexibilidad y un alto grado de amortiguación a las vibraciones. Posee una gran capacidad de regulación, haciendo que este sistema sea totalmente adaptable a cualquier tipo de requerimiento.

5. REFERENCIAS

- [1]- CNRT (Comisión Nacional de Regulación del Transporte). Normativa ferroviaria. <http://www.cnrt.gob.ar/>
- [2]- WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/>
- [3]- TABLA DE PERFILES CIRSOC – INTI. Para aplicación de los reglamentos 301/2005 – 302/2005. Aceros: IRAM-IAS U 500-509-2.
- [4]- FAIRES, Virgil M. Diseño de Elementos de máquinas. 4º Edición.
- [5]- MOTT, Robert L. Resistencia de materiales. 4º Edición.
- [6]- STAHL IM HOCHBAU. El acero en la construcción. Dr. Ing. Kurt Thomas. 13º Edición.
- [7]- ORTIZ BERROCAL, Luis. Resistencia de materiales. 1º Edición.
- [8]- CIRSOC 301- EL. Normativa de soldadura.
- [9]- VERION. Catálogo Técnico de componentes hidráulicos.
- [10]- KAYDON. Catálogo Técnico de coronas de orientación.
- [11]- ROSITO, Carlos. ÁLVAREZ, Eduardo Néstor. CITEDEF Villa Martelli Buenos Aires. Selección de resortes de suspensión de bogie argentino de vagón de carga de 100 Tn. sobre rieles. I CAIFE 2018.

6. ANEXOS

6.1. ANEXO N° 1: Lista Maestra de Ingeniería.

6.2. ANEXO N° 2: Planimetría.

ANEXO N° 1:

Lista Maestra de Ingeniería.

ANEXO N° 2:

Planimetría.

FERROCARRILES DEL SUR S.R.L.

Bell Ville - Córdoba - Argentina

LISTA DE MAESTRA DE INGENIERÍA



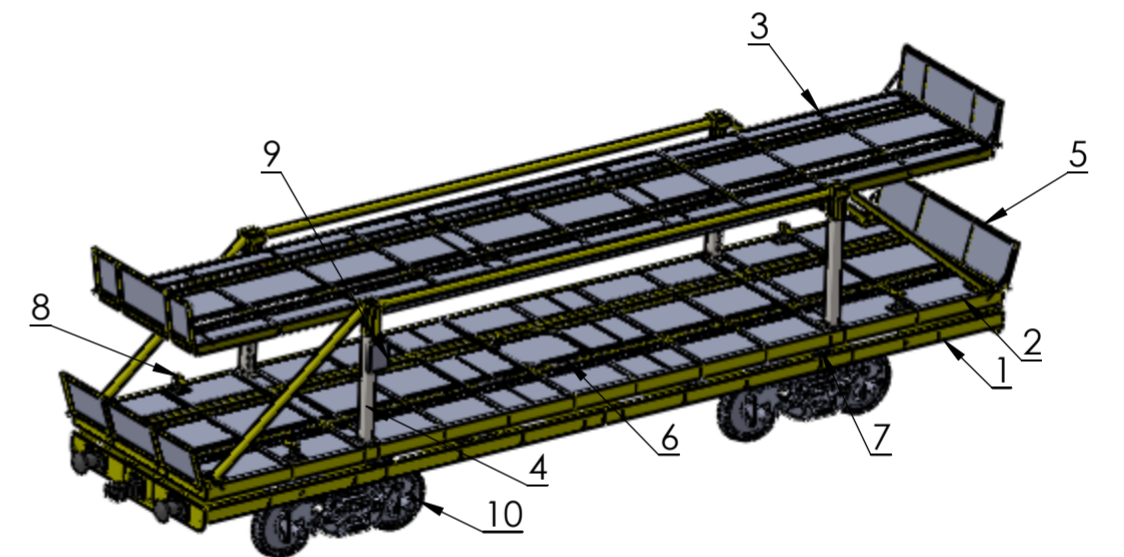
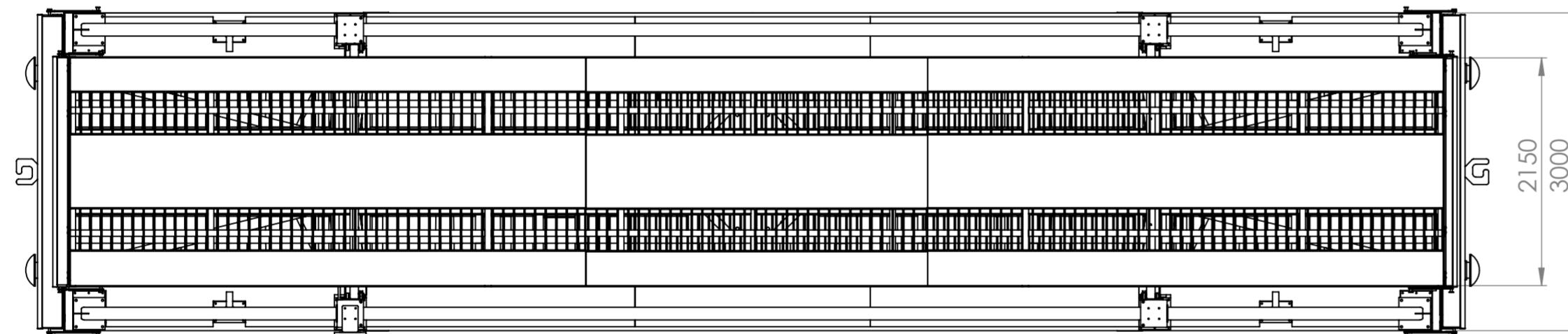
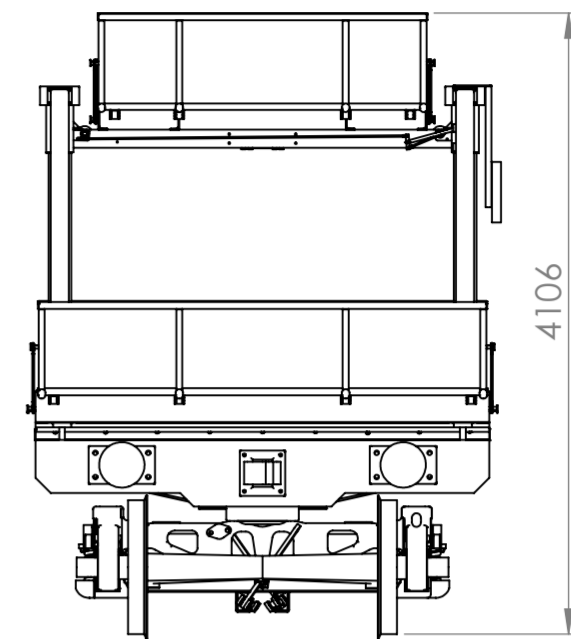
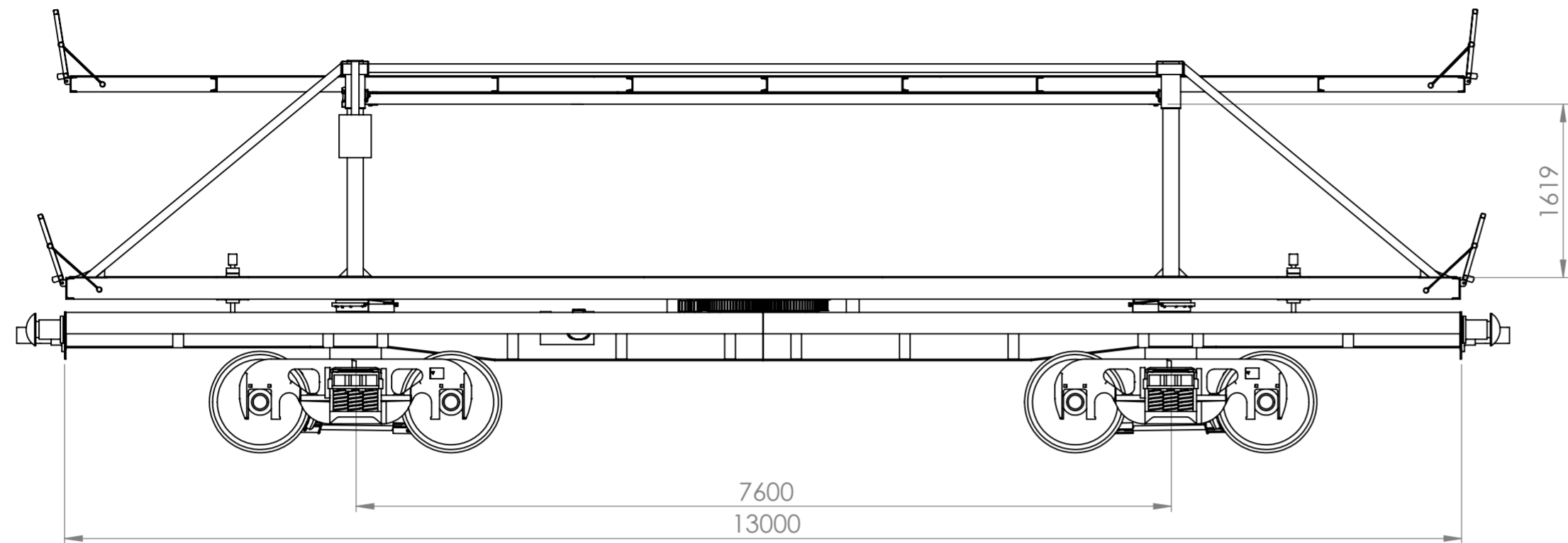
Modific.	Item.	Código	Nivel					Denominación	Cant.	MATERIA PRIMA					Observac.	
			0	1	2	3	4			5	Tipo	Medida	Cant. Por unid.	Cant. Total		Unid. Med.
	1	PV01-00-0000	C	O	N	J	U	N	TO PLATAFORMA							
	2	PV01-01-0000	S	U	B		C	ONJUNTO ASCENSO/DESCENSO								
	3	PV01-01-0001	C	O	L	U	M	NA DERECHA	2	Tubo cuadrado	150x150x6	1	2	mm.		
	4	PV01-01-0002	C	O	L	U	M	NA IZQUIERDA	2	Tubo cuadrado	150x150x6	1	2	mm.		
	5	PV01-01-0003	T	R	A	V	E	SAÑO MÓVIL	2	Tubos soldados	Ver plano	1	2	Unid.		
	6	STD	J	U	N	T	A	CORREDERA	16	Angular	Medida especial	4	16	Unid.		
	7	PV01-01-0004	T	O	P	E		JUNTA	16	Chapa plegada	1/8"	4	16	Unid.		
	8	PV01-01-0005	E	J	E		P	PRIMARIO	4	Tref. redondo SAE 1045	Φ= 30 mm	1	4	Unid.		
	9	PV01-01-0006	T	R	A	B	A		4	Acero F-22	1/2"	1	4	Unid.		
	10	STD	A	R	A	N	D	ELA PLANA	4	Comercial	Φi= 30 mm	1	4	Unid.		
	11	STD	A	R	O		S	EEGER	4	Comercial	Φi= 30 mm	1	4	Unid.		
	12	PV01-01-0007	P	O	L	E	A	PRIMARIA	4	SAE 1020	Φ= 200 mm	1	4	Unid.		
	13	PV01-01-0008	B	U	J	E			4	Bronce SAE 40	Ver plano	1	4	Unid.		
	14	PV01-01-0009	B	U	J	E		SEPARADOR	4	Bronce SAE 40	Ver plano	1	4	Unid.		
	15	STD	C	H	A	V	E	TA 1	2	Comercial	6 x 35	1	2	Unid.		
	16	STD	B	A	R	R	A	L ROSCADO LONGITUDINAL	2	Tref. redondo SAE 1010	Φ= 20 mm	1	2	Unid.	L= 3690 mm	
	17	STD	C	O	N	E	C	TOR ROSCADO	1	Comercial	M20	1	1	Unid.		
	18	STD	E	X	T	R	E	MO PALANCA BARRAL L.	1	Piezas soldadas	Ver plano	1	1	Unid.		
	19	STD	P	A	L	A	N	CA	1	Tref. redondo SAE 1010	Φ= 20 mm	1	1	Unid.		
	20	PV01-01-0010	E	X	T	R	E	MO BARRAL L.	1	Piezas soldadas	Ver plano	1	1	Unid.		
	21	STD	B	A	R	R	A	L ROSCADO TRANSV. LARGO	2	Tref. redondo SAE 1010	Φ= 20 mm	1	2	Unid.	L= 2120 mm	
	22	STD	B	A	R	R	A	L ROSCADO TRANSV. CORTO	2	Tref. redondo SAE 1010	Φ= 20 mm	1	2	Unid.	L= 205 mm	
	23	STD	R	O	T	U	L	A	8	Comercial	M20	1	8	Unid.		
	24	STD	C	A	B	L	E	CORTO	2	Cable IPS 6 X 37	Φ=1,11 cm	1	2	Unid.	L= 6000 mm	
	25	STD	C	A	B	L	E	LARGO	2	Cable IPS 6 X 37	Φ=1,11 cm	1	2	Unid.	L= 13300 mm	
	26	PV01-01-0011	L	A	R	G	U	ERO	2	Perfil UPN	100 x 50 mm			mm.		
	27	PV01-01-0012	L	A	R	G	U	ERO REFUERZO	2	Tubo rectangular	120 x 80 x 6,35			mm.	c/tapas	
	28	PV01-01-0013	D	I	A	G	O	NAL REFUERZO	4	Tubo rectangular	120 x 80 x 6,35			mm.		

Plataforma portavehículos ferroviaria

29	PV01-01-0014		S O P O R	TE TABLERO	1	Piezas soldadas	Ver plano			Unid.
30	PV01-01-0015		B U J E	TRABA	4	PEAD	Ver plano	1	4	Unid.
31	STD		T A B L E	RO DE MANDO	1	Comercial	300x400 mm.			Unid.
32	STD		B U L Ó N		28	Cabeza exagonal	M12			Unid.
33	STD		B U L Ó N		8	Cabeza exagonal	M20			Unid.
34	PV01-02-0000		S U B	CONJUNTO POTENCIA A/D						
35	PV01-02-0001		C H A S	IS SECUNDARIO	1	Piezas soldadas	Ver plano			Unid.
36	STD		C O N D	UCTO HIDRÁULICO ASCENSO	1	Polyflex®	Φi= 8 mm, L= 6 m	1	1	Unid.
37	STD		C O N D	UCTO HIDRÁULICO DESCENSO	1	Polyflex®	Φi= 7 mm, L= 4 m	1	1	Unid.
38	STD		C I L I	NDRO HIDRÁULICO	1	VERION	Medida especial	1	1	Unid.
39	PV01-02-0002		S O P O	RTE CILINDRO HIDRÁULICO	1	Piezas soldadas	Ver plano	1	1	Unid.
40	PV01-02-0003		P E R N	O CILINDRO	1	Tref. redondo SAE 1045	Ver plano	1	1	Unid.
41	STD		A R A N	DELA PLANA	2	Comercial	Φi= 30 mm	1	2	Unid.
42	STD		A R O	SEEGER	1	Comercial	Φi= 30 mm	1	1	Unid.
43	STD		B U L Ó N		20	Cabeza exagonal	M12			Unid.
44	PV01-02-0004		P L A C	A PRIMARIA PORTA CABLES	1	Acero F-22	1/2"	1	1	Unid.
45	PV01-02-0005		P L A C	A SECUNDARIA PORTA CABLES	1	Acero F-22	1/2"	1	1	Unid.
46	PV01-02-0006		E J E	SECUNDARIO POLEA	4	Tref. redondo SAE 1045	Φ= 30 mm	1	4	Unid.
47	PV01-02-0007		P O L E	A SECUNDARIA	6	SAE 1020	Φ= 85 mm	1	6	Unid.
48	STD		A R A N	DELA PLANA	8	Comercial	Φi= 30 mm			Unid.
49	STD		A R O	SEEGER	4	Comercial	Φi= 30 mm			Unid.
50	PV01-02-0008		B U J E	SEPARADOR 1	2	Bronce SAE 40	Ver plano	1	2	Unid.
51	PV01-02-0009		B U J E	SEPARADOR 2	2	Bronce SAE 40	Ver plano	1	2	Unid.
52	PV01-02-0010		B U J E	SEPARADOR 3	2	Bronce SAE 40	Ver plano	1	2	Unid.
53	STD		C H A V	ETA 2	2	Comercial	6 x 70	1	2	Unid.
54	PV01-03-0000		S U B	CONJUNTO CHASIS P. ALTA						
55	PV01-03-0001		C H A S	SIS PLANTA ALTA	1	Acero F-22	Ver plano	1	1	Unid.
56	PV01-03-0002		R A M P	PA PLANTA ALTA	2	Piezas soldadas	Ver plano	1	2	Unid.
57	STD		T O P E	S	8	Caucho		1	8	Unid.
58	PV01-03-0003		E N G	ANCHE RAMPA P.ALTA	4	Acero F-22	e= 6,35 mm	1	4	Unid.
59	PV01-04-0000		S U B	CONJUNTO GIRO						
60	PV01-04-0001		C H A S	SIS PRINCIPAL	1	Acero IRAM F-22	Ver plano	1	1	Unid.
61	PV01-04-0002		C H A S	SIS FLOTANTE	1	Acero IRAM F-22	Ver plano	1	1	Unid.

Plataforma portavehículos ferroviaria

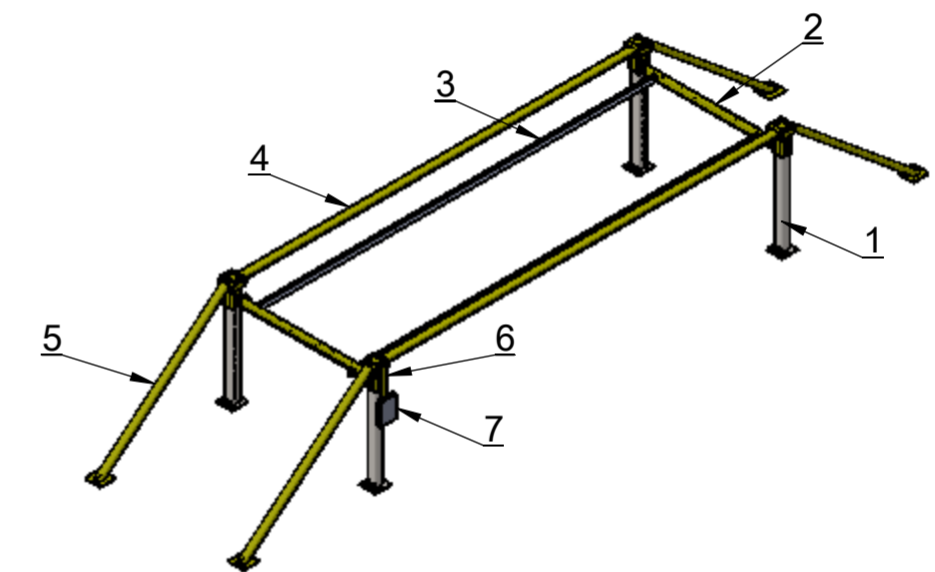
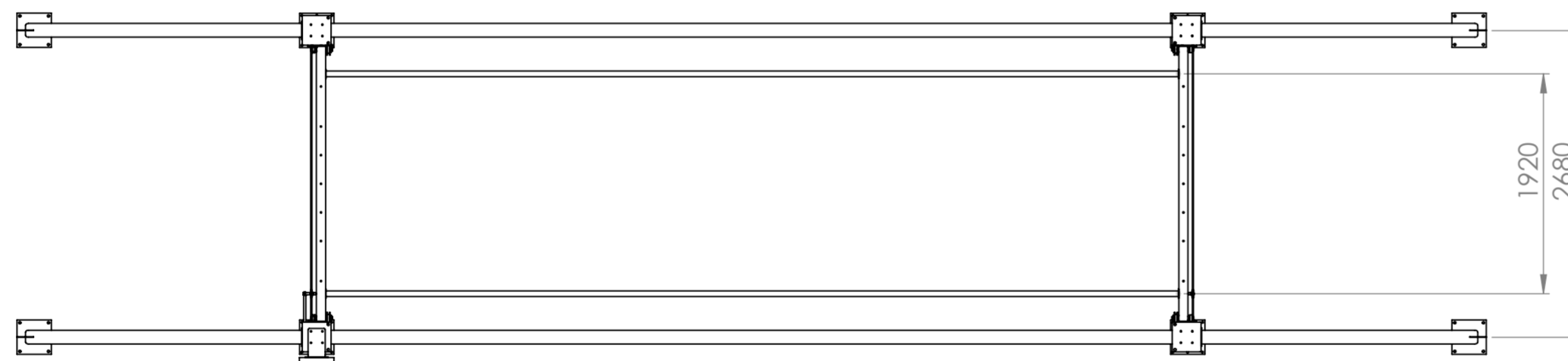
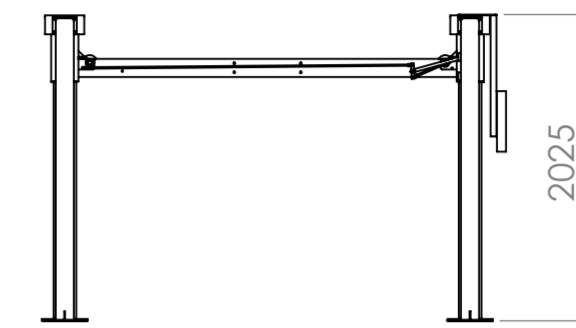
62	PV01-04-0003				R A	MPA PLANTA BAJA	2	Piezas soldadas	Ver plano	1	2	Unid.			
63	STD				T O	PES	8	Comercial		1	8	Unid.			
64	STD				B U	LÓN	8	Cabeza exagonal	M20	1	8	Unid.			
65	PV01-04-0004				E N	GANCHE RAMPA PLANTA BAJA	4	Acero F-22	e= 6,35 mm	1	4	Unid.			
66	PV01-04-0005				P E	RNO CENTRAL BOGIE	2	Tref. redondo SAE 1045	2" (50,8 mm)	1	2	Unid.			
67	PV01-04-0006				P L	ACA CENTRO BOGIE	2	Acero austenítico al Mn	Ver plano	1	2	Unid.	ASTM A128		
68	STD				C H	AVETA 2	2	Comercial		1	2	Unid.			
69	PV01-05-0000					SUB CONJUNTO POTENCIA GIRO									
70	STD				U	NIDAD DE POTENCIA	1	VERION Serie: W80	P = 3 HP.	1	1	Unid.	Motor CC.		
71	STD				M	OTOR HIDRÁULICO	1	VERION Serie: MLHV	Modelo: 800.	1	1	Unid.	Orbital		
72	STD				C	ONDUCTOS HIDRÁULICOS	1	Polyflex®	Φi= 6 mm, L= 4 m	1	1	Unid.			
73	PV01-05-0001				P	LACA SOPORTE MOTOR	1	Acero F-22	Ver plano	1	1	Unid.			
74	STD				T	ACOS	4	Comercial	L= 20 mm.	1	4	Unid.			
75	STD				B	ULÓN	4	Cabeza exagonal	M20	1	4	Unid.			
76	STD				P	IÑON	1	Dientes rectos	Z= 17. M= 10,16	1	1	Unid.			
77	STD				C	ORONA DE ORIENTACIÓN	1	KAYDON Serie "XT"	(AE) 16308001	1	1	Unid.			
78	PV01-05-0002				S	UPLEMENTO	1	Acero F-22	Ver plano	1	1	Unid.			
79	STD				P	ISTA DE RODADURA	2			1	2	Unid.			
80	PV01-04-0007				E N	CLAVE DE SEGURIDAD	4			1	4	Unid.			
81	PV01-04-0008				C	URPO SOPORTE	2	Fundición Gris SAE 120	Ver plano	2	8	Unid.			
82	PV01-04-0009				V	ÁSTAGO	1	Tref. redondo SAE 1010	Φ= 40 mm	1	4	Unid.			
83	PV01-04-0010				B	UJE SUPERIOR	4	Bronce SAE 40	Ver plano	1	4	Unid.			
84	PV01-04-0011				B	UJE ESPECIAL	8	Bronce SAE 40	Ver plano	2	8	Unid.			
85	PV01-04-0012				M	A NILLAR	1	Fundición Gris SAE 120	Ver plano	1	4	Unid.			
86	STD				R	E SORTE HELICOIDAL	1	Comercial	Φ= 40 mm	1	4	Unid.	L= 100 mm		
87	STD	E	N	G	A	N	C	CHE			1	2	Unid.		
88	STD	P	A	R	A		C	HOQUES			1	4	Unid.		
89	STD	E	Q	U	I	P	O	DE FRENO			1	1	Unid.		
90	STD	B	O	G	I	E					1	2	Unid.		
Modifc.	Nº	Fecha	Era				Nº	Fecha	Era		Fecha edición	Realizó	Aprobó	Modif.	Producto
											07/07/2018	Notas R.			PLATAFORMA P/VEHICULOS FERROVIARIA



NOTA:
 - Capacidad de carga: de 4 a 6 vehículos (según dimensiones).
 - Máximo ángulo de giro plataforma: 30°
 - Sentido de giro plataforma: ambos lados.
 - Peso de la unidad: 6400 Kg.
 - Peso con carga: 12400 Kg. (Aprox.)

10	Bogies	STD	2
9	Tablero de comando	STD	1
8	Enclave de seguridad	PV01-04-0009	4
7	Pista de rodadura	STD	2
6	Corona de orientación	STD	1
5	Rampa	PV01-04-0003	4
4	Columna sistema de elevación	PV01-01-0001	4
3	Chasis planta alta	PV01-03-0001	1
2	Chasis flotante	PV01-04-0002	1
1	Chasis principal	PV01-04-0001	1
Nº	Denominación	Código	Cantidad

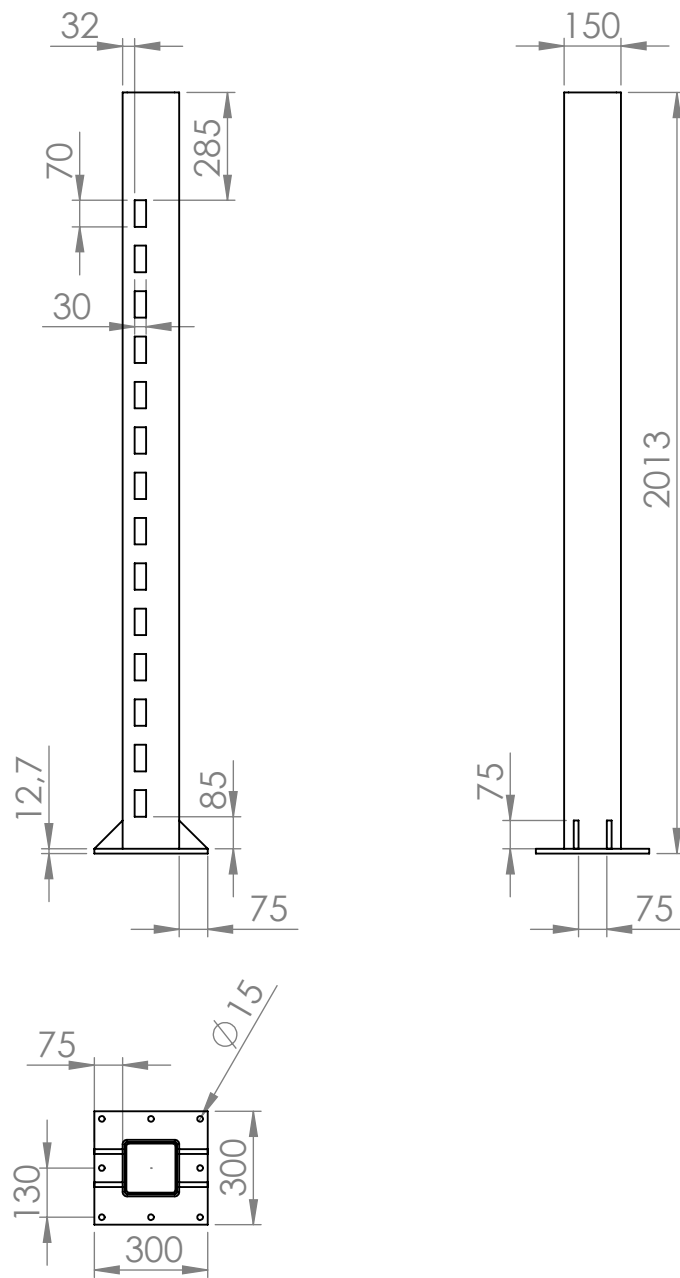
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: ACABADO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN		FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJÓ		07/07/18	Nores Morello R.	
VERIFICÓ				
APROBÓ				
FABRICÓ				
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	TÍTULO:	
	A2		Plataforma porta-vehículos ferroviaria	
		PESO:	CÓDIGO:	PV01-00-0000
			ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1



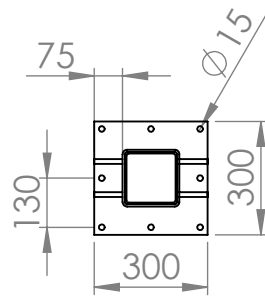
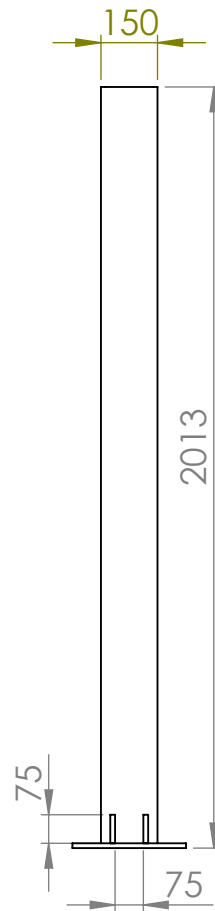
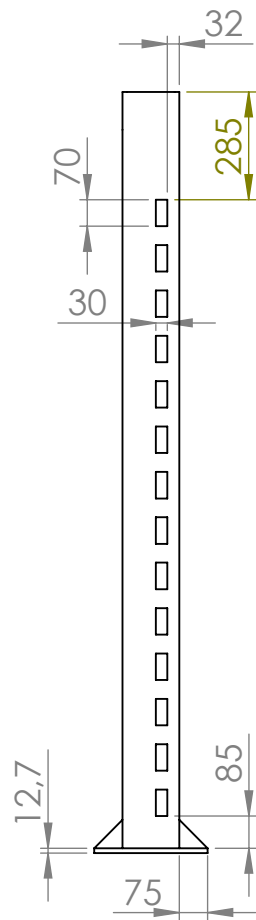
NOTA:
Para más detalles ver en planos de las piezas en el respectivo subconjunto de la serie PV01-01-0000.

7	Tablero de comando	STD	1
6	Soporte tablero	PV01-01-0013	1
5	Diagonal refuerzo	PV01-01-0012	4
4	Larguero refuerzo	PV01-01-0011	2
3	Larguero	PV01-01-0010	2
2	Travesaño móvil	PV01-01-0003	2
1	Columna	PV01-01-0001	4
Nº	Denominación	Código	Cantidad

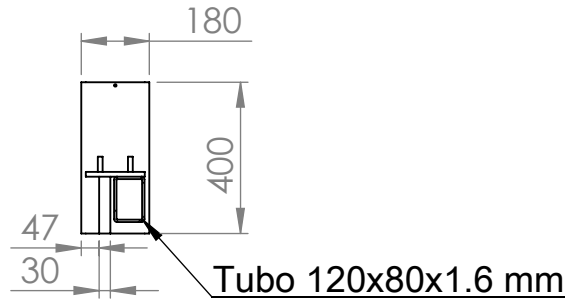
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO ACABADO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				FERROCARRILES DEL SUR		
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:		
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Subconjunto ascenso/descenso		
VERIFICÓ						
APROBÓ						
FABRICÓ						
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:		
	A2			PV01-01-0000		
		PESO:		ESCALA: 1:50		HOJA 1 DE 1



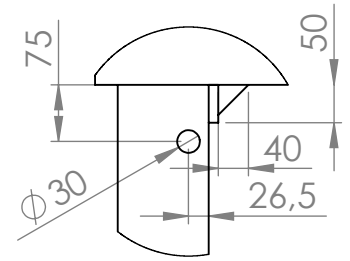
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Columna derecha	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:	
	A4	IRAM F-22		PV01-01-0001	
PESO:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	



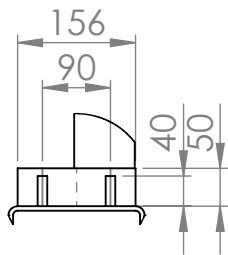
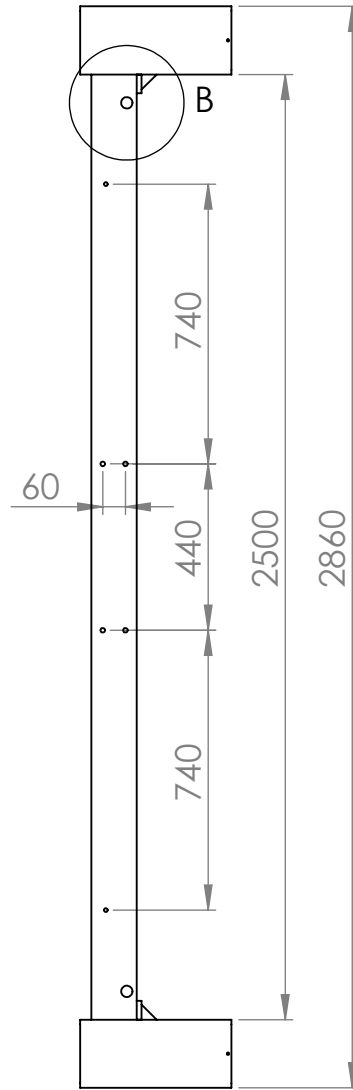
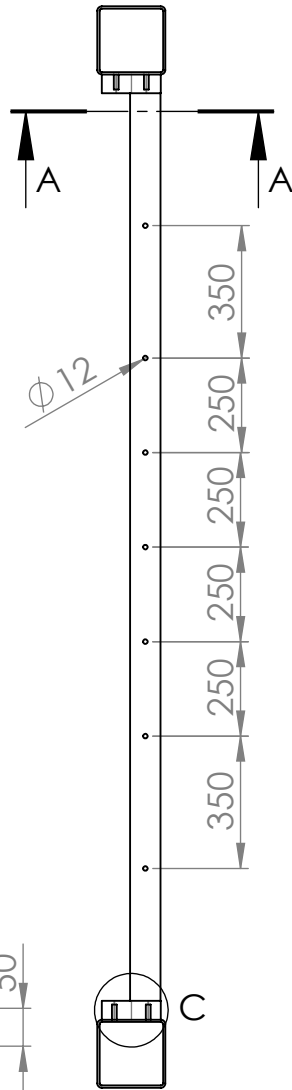
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO: Columna izquierda	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: IRAM F-22	CÓDIGO: PV01-01-0002		
PESO:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20

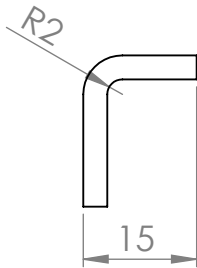
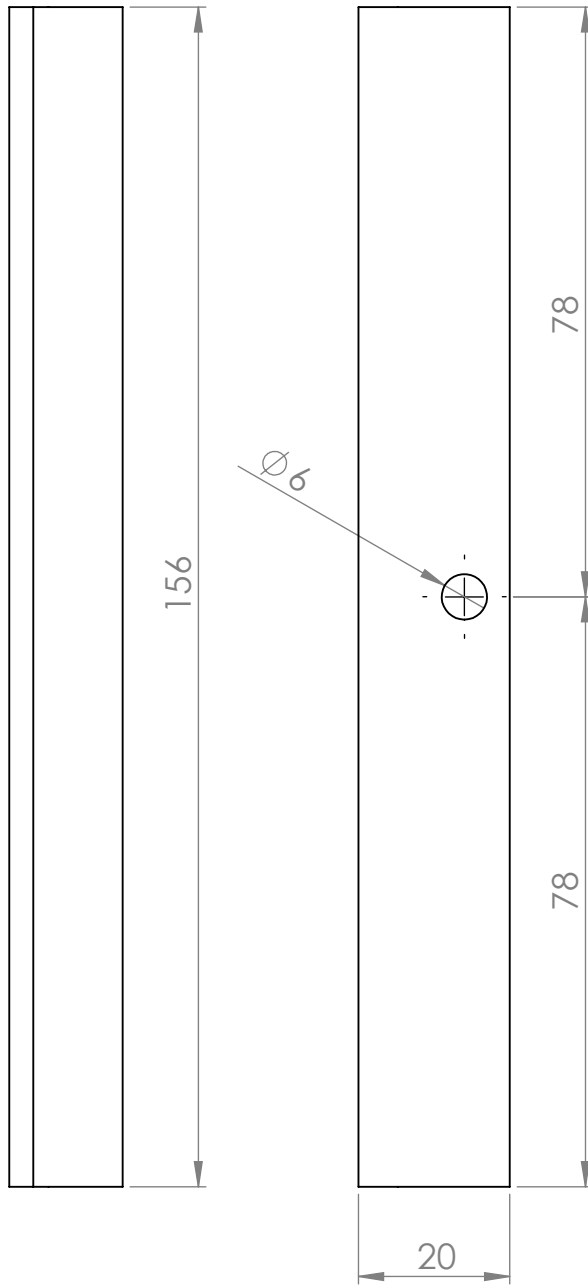


DETALLE B
ESCALA 1 : 10



DETALLE C
ESCALA 1 : 10

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Travesaño móvil	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:	
	A4	IRAM F-22		PV01-01-0003	
PESO:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
ROMPER
ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

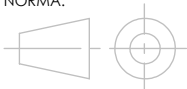
FERROCARRILES DEL SUR

DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.	
VERIFICÓ			
APROBÓ			
FABRICÓ			

TÍTULO:

Tope junta

NORMA:



FORMATO:

A4

MATERIAL:

IRAM F-22 . e= 1/8"

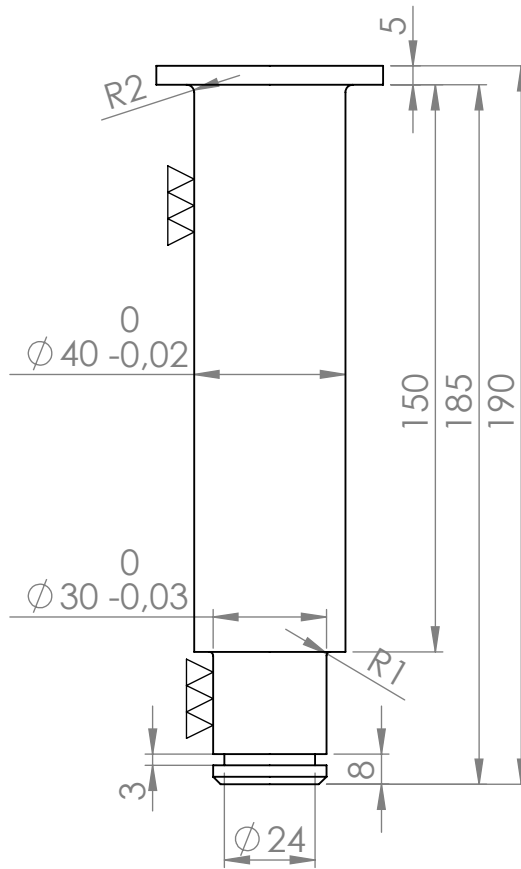
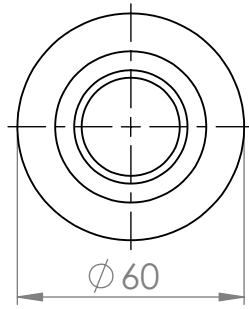
CÓDIGO:

PV01-01-0004

PESO:

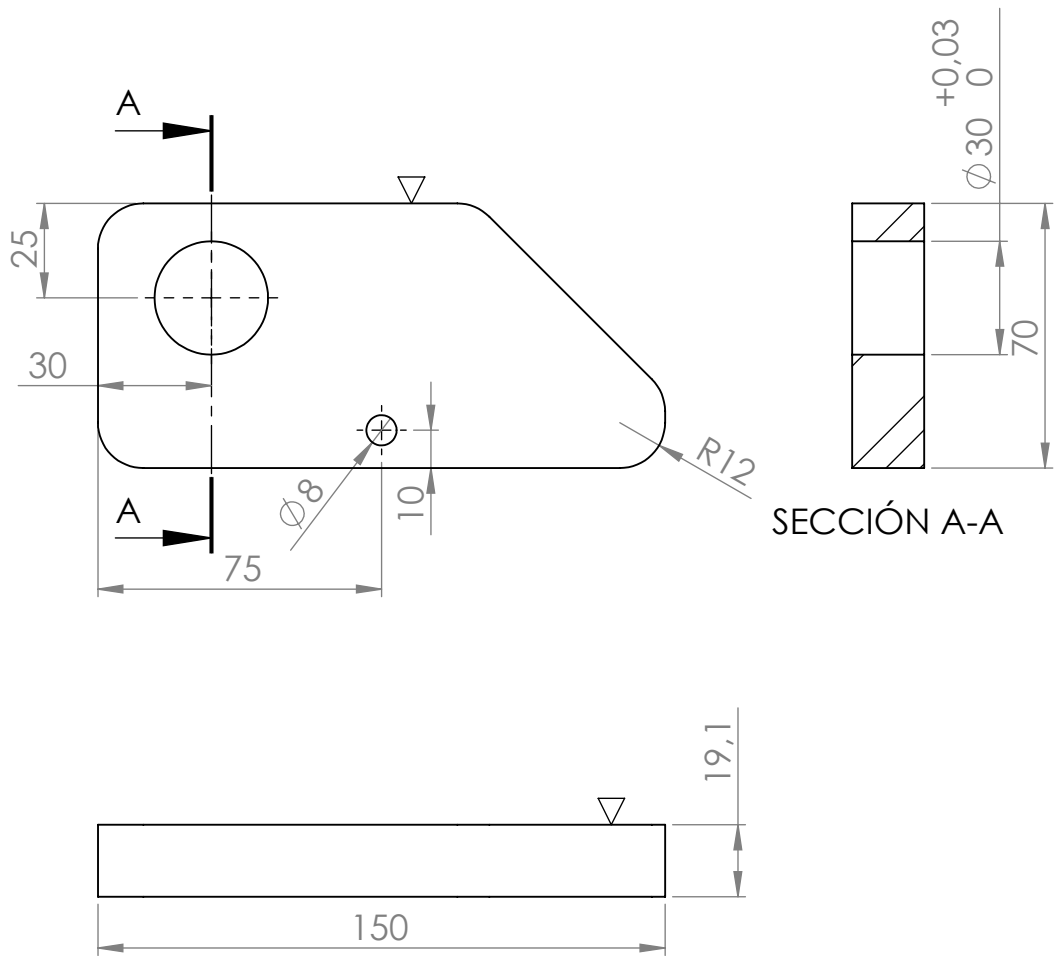
ESCALA: 1:1

HOJA 1 DE 1



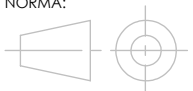
NOTA: Chaflán 1 x 1 mm.

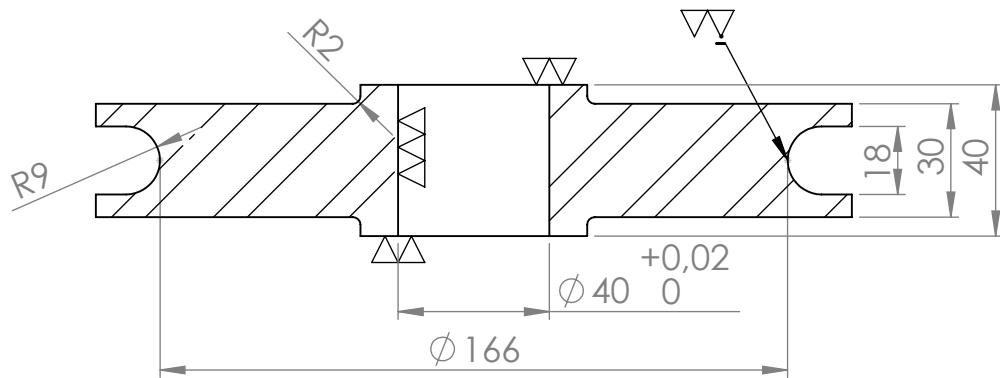
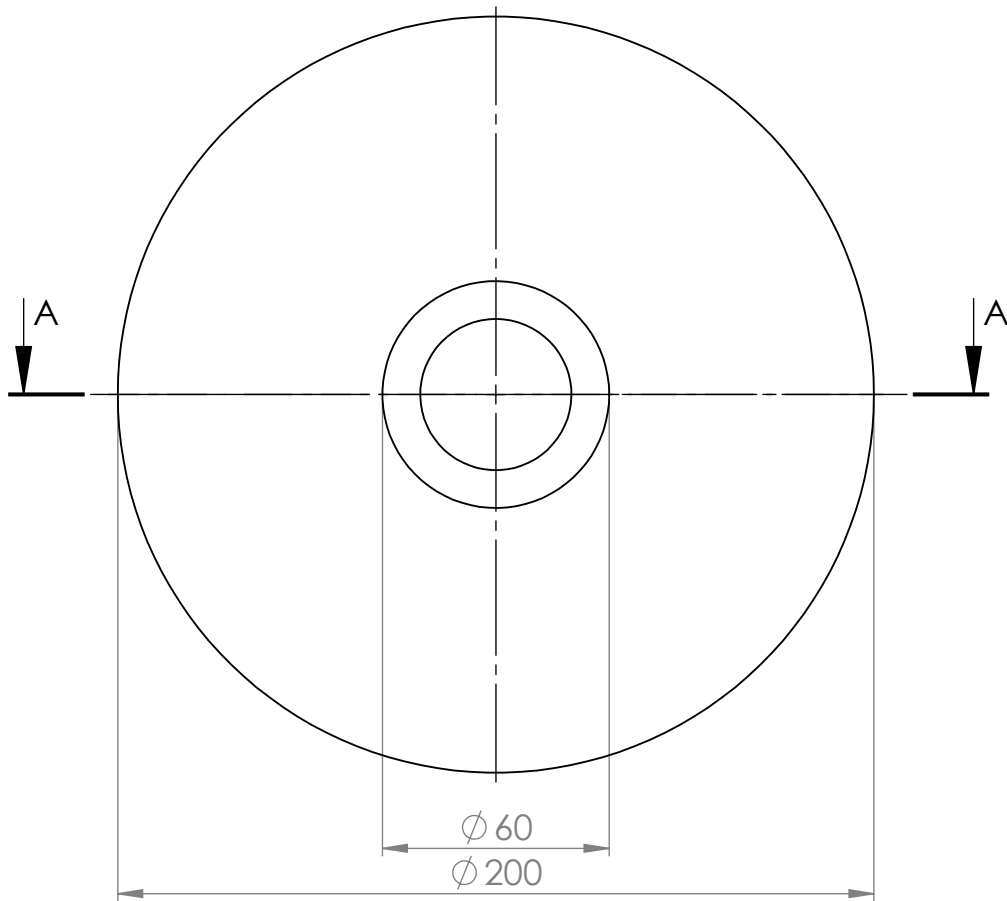
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:  Mecanizado	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Eje primario	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: SAE 1045	CÓDIGO: PV01-01-0005		
PESO:			ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	



SECCIÓN A-A

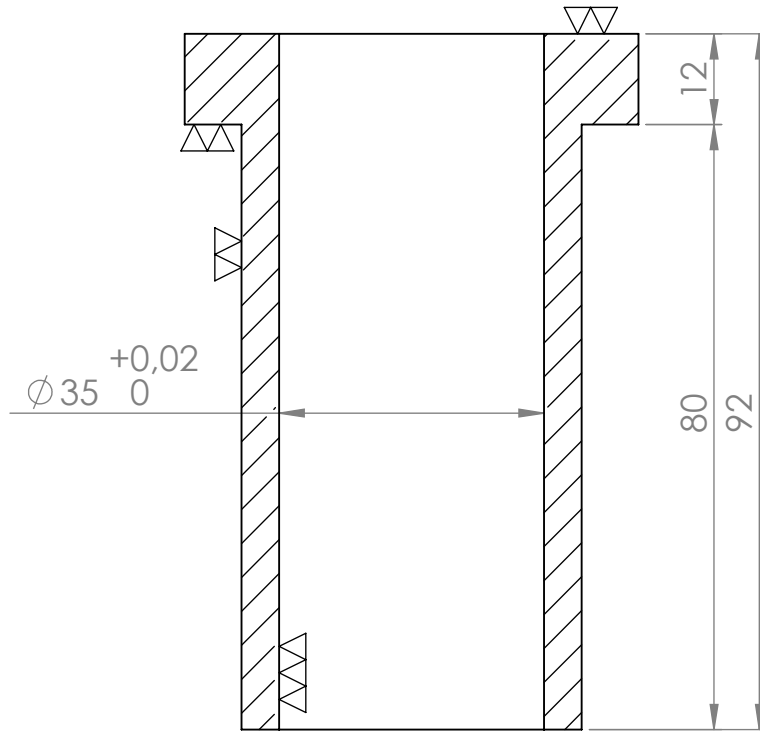
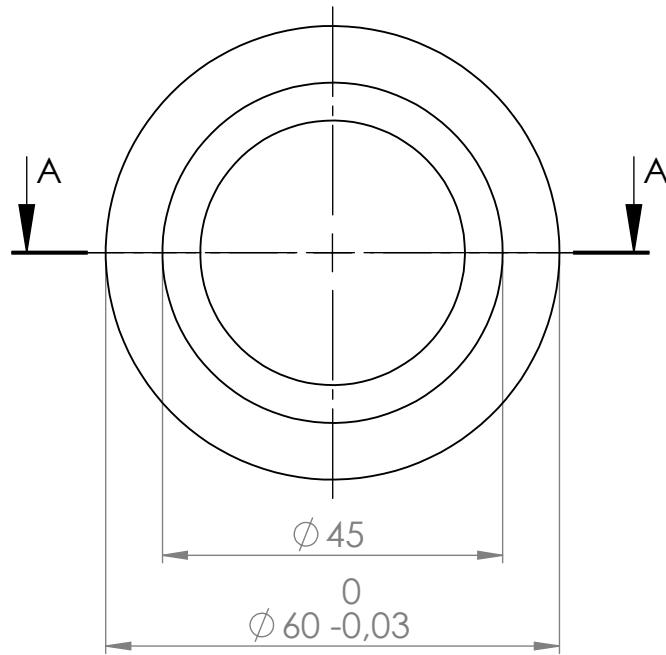
NOTA: Todos los radios: R=12 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Traba	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: IRAM F-22	CÓDIGO: PV01-01-0006		
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



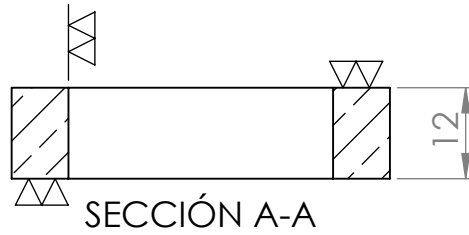
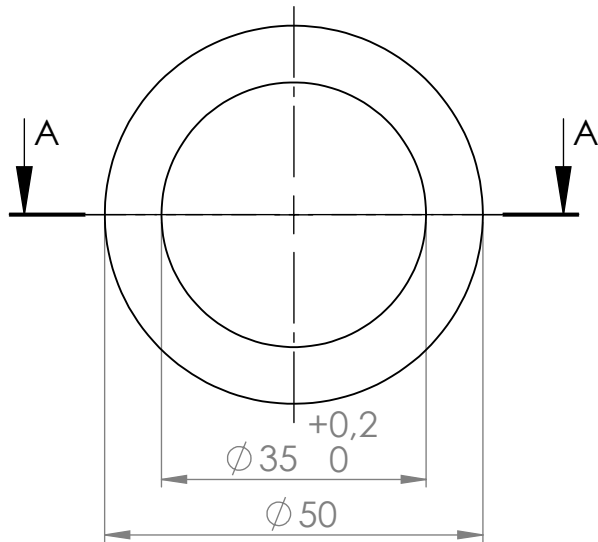
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

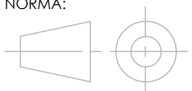
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Polea primaria	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	CÓDIGO:		
	A4	SAE 1020	PV01-01-0007		
PESO:			ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	

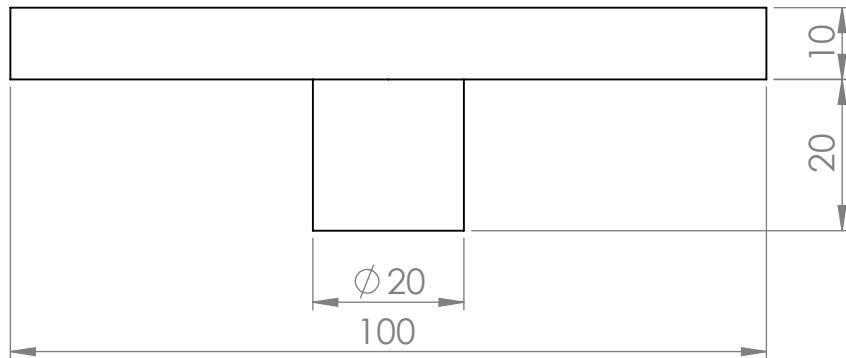
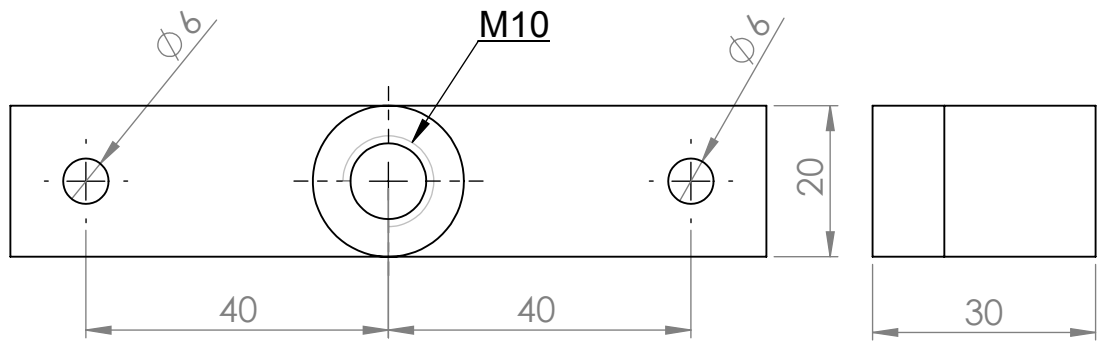


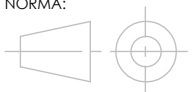
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

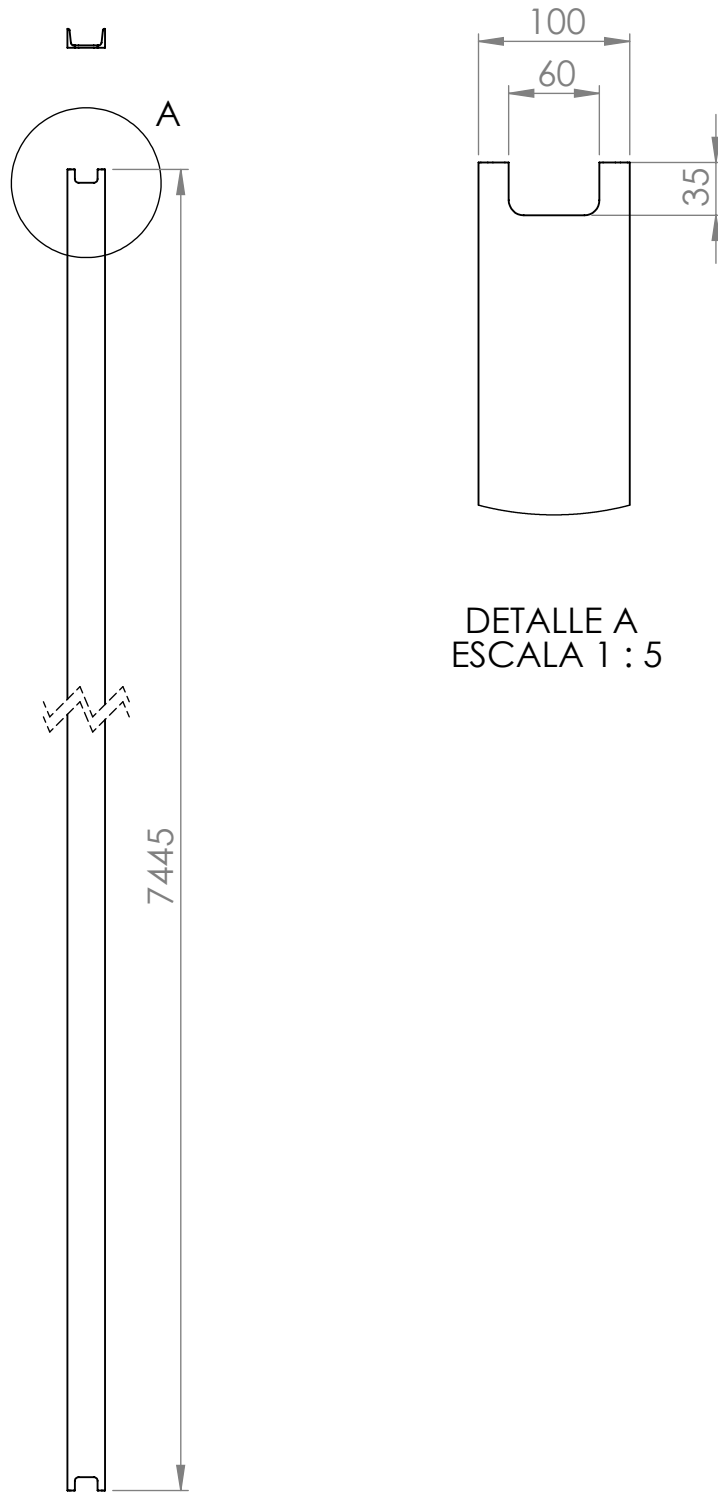
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Buje	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Bronce SAE 40	CÓDIGO: PV01-01-0008		
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Buje separador	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Bronce SAE 40	CÓDIGO: PV01-01-0009		
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



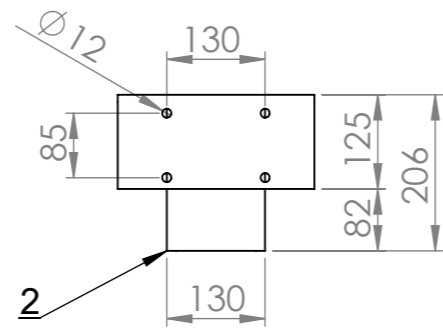
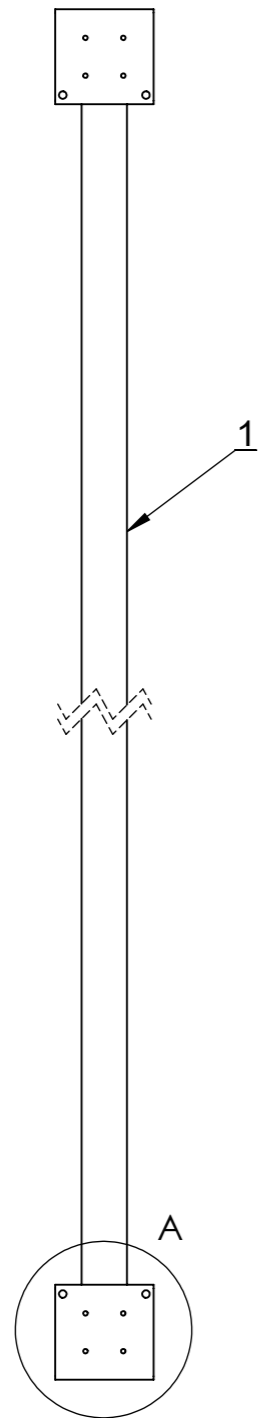
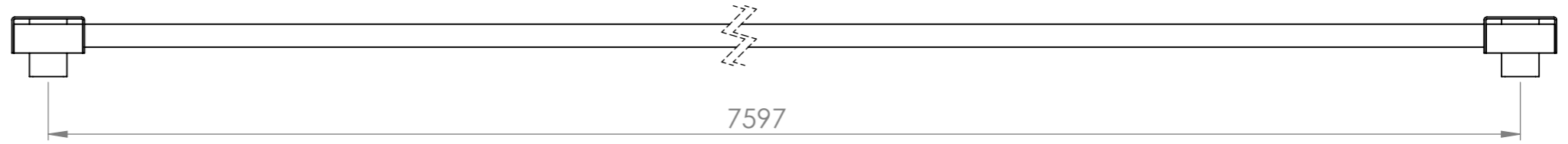
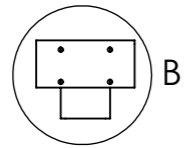
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Extremo barral	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: IRAM F-22	CÓDIGO: PV01-01-00010		
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



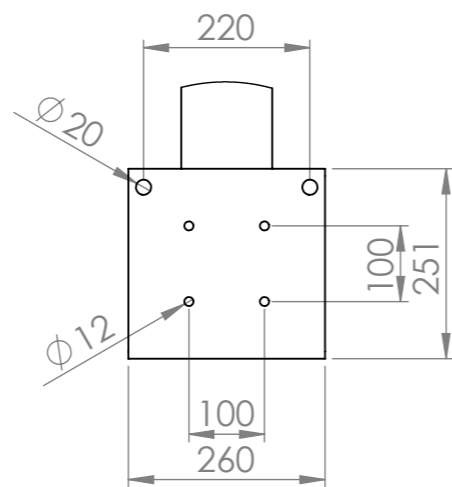
DETALLE A
ESCALA 1 : 5

NOTA: Realizar operación en ambos extremos

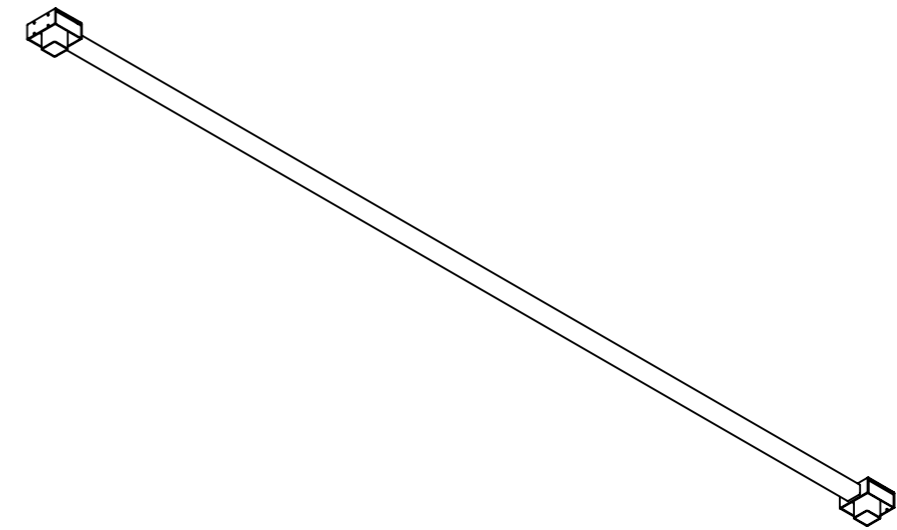
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Larguero	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Perfil UPN 100	CÓDIGO: PV01-01-0011		
PESO:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	



DETALLE B
ESCALA 1 : 10

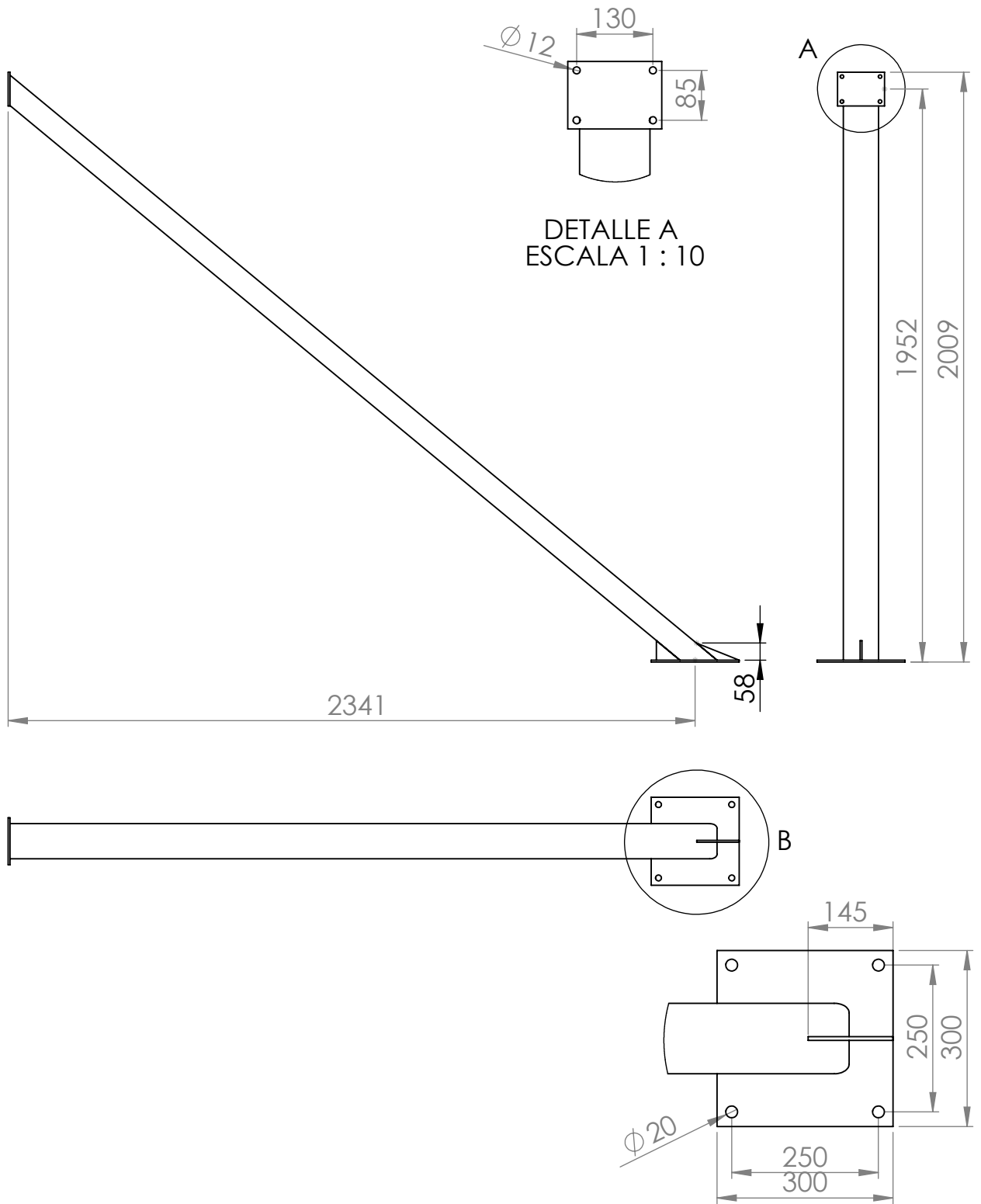


DETALLE A
ESCALA 1 : 10

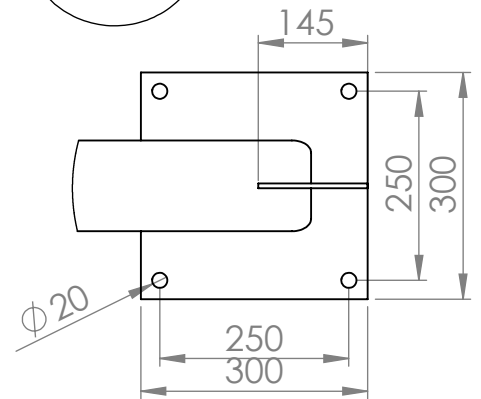
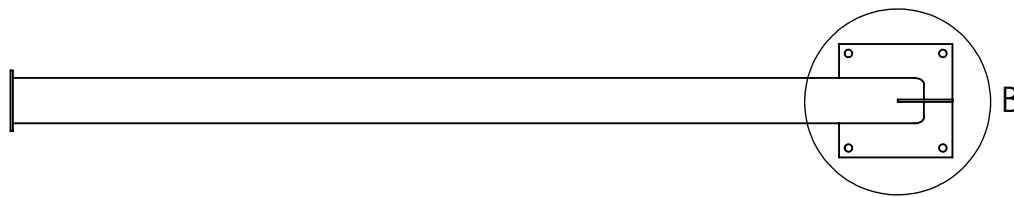
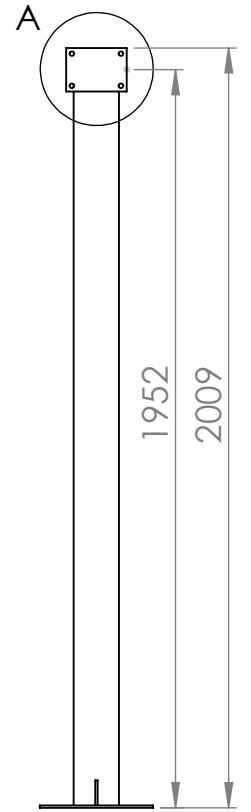


NOTA:
1)Tubo rectangular 120 x 80 x 6.35 mm.
2) Tubo cuadrado 130 x 130 x 6.35 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Larguero refuerzo	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	CÓDIGO:		
	A3	IRAM F-22	PV01-01-0012		
PESO:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	



DETALLE A
ESCALA 1 : 10

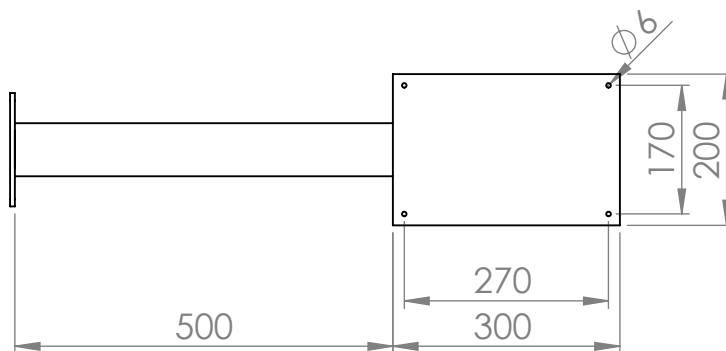
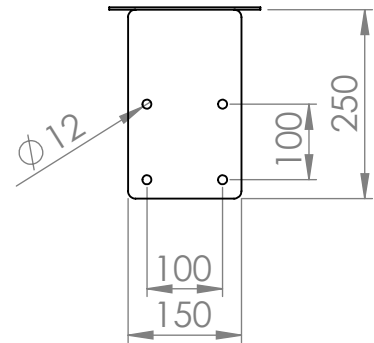
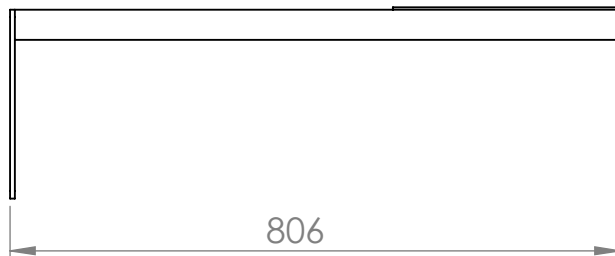


DETALLE B
ESCALA 1 : 10

NOTA: Tubo rectangular 120 x 80 x 6.35 mm

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
FERROCARRILES DEL SUR				TÍTULO:	
Diagonal refuerzo				CÓDIGO:	
PV01-01-0013				ESCALA: 1:20	
HOJA 1 DE 1					

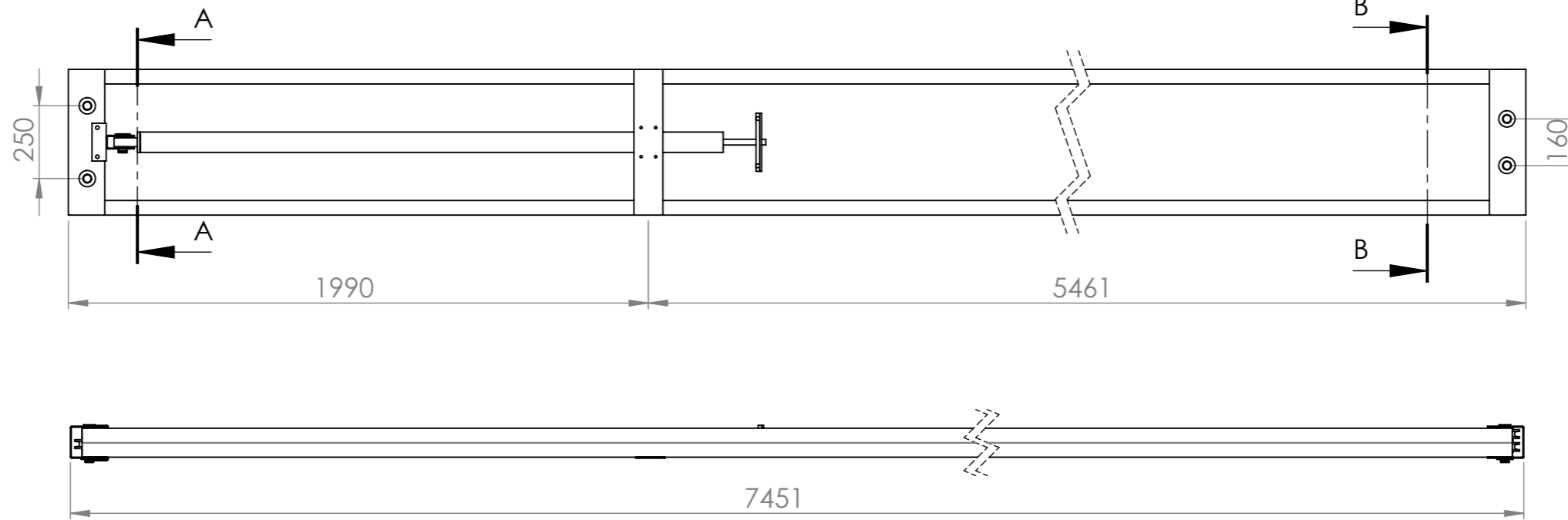
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.	
VERIFICÓ			
APROBÓ			
FABRICÓ			
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	
	A4	IRAM F-22	
	PESO:		



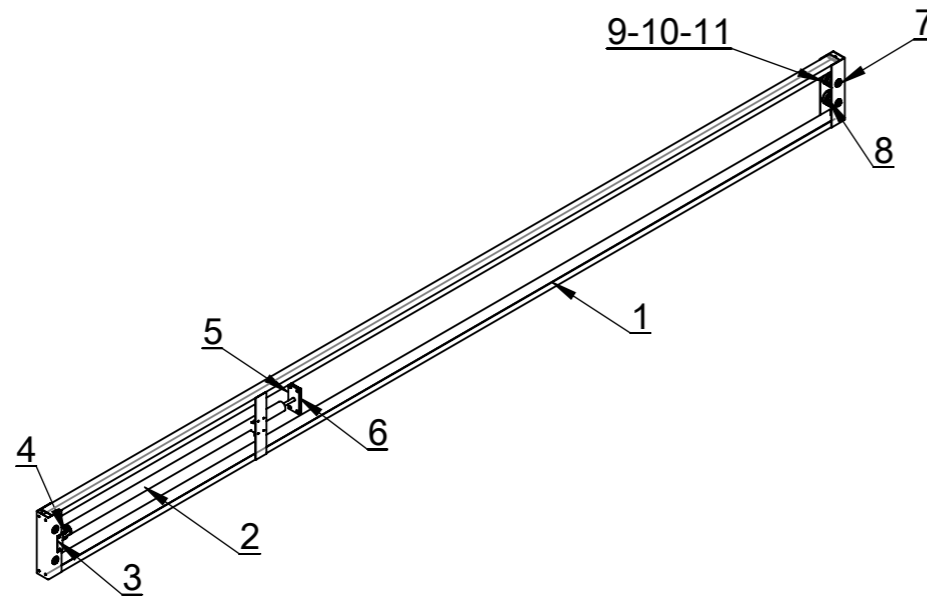
NOTA: Tubo rectangular 70 x 40 x 3.17 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Soporte tablero	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: IRAM F-22	CÓDIGO: PV01-01-0014		
PESO:			ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20



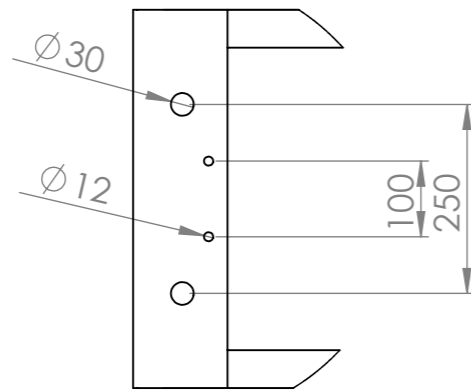
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 20



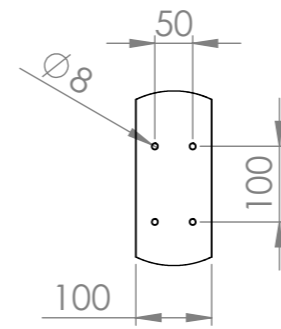
NOTA:
El montaje se especifica en texto.

11	Buje 3	PV01-02-0010	2
10	Buje 2	PV01-02-0009	2
9	Buje 1	PV01-02-0008	2
8	Polea secundaria	PV01-02-0007	6
7	Eje secundario	PV01-02-0006	1
6	Placa secundaria portacables	PV01-02-0005	1
5	Placa primaria portacables	PV01-02-0004	1
4	Perno cilindro hidráulico	PV01-02-0003	1
3	Soporte cilindro hidráulico	PV01-02-0002	1
2	Cilindro hidráulico	STD	1
1	Chasis secundario	PV01-02-0001	1
Nº	Denominación	Código	Cantidad

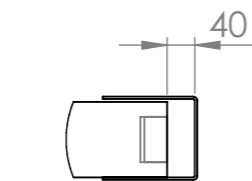
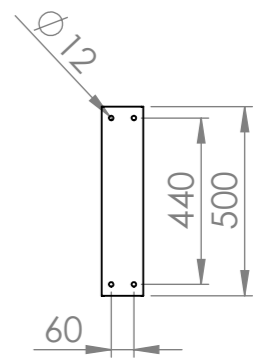
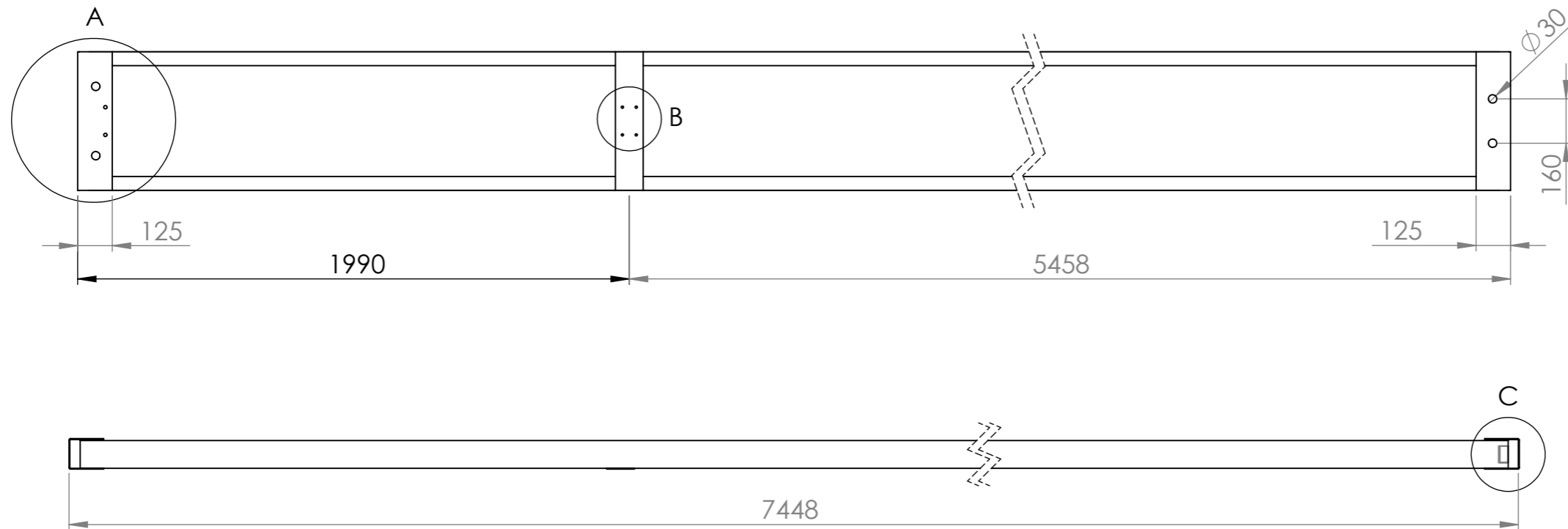
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Sub conjunto potencia ascenso/descenso	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	CÓDIGO:		
	A3		PV01-02-0000		
PESO:			ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	



DETALLE A
ESCALA 1 : 10



DETALLE B
ESCALA 1 : 10



DETALLE C
ESCALA 1 : 10

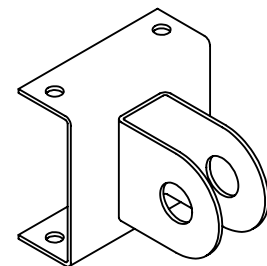
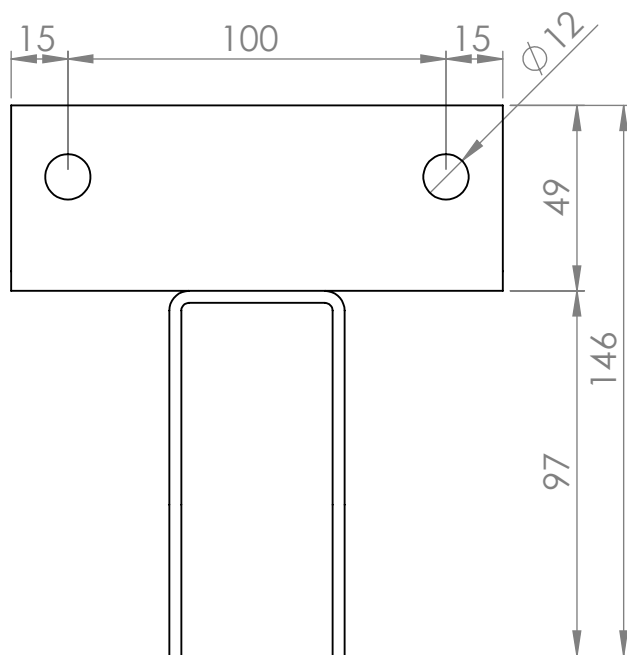
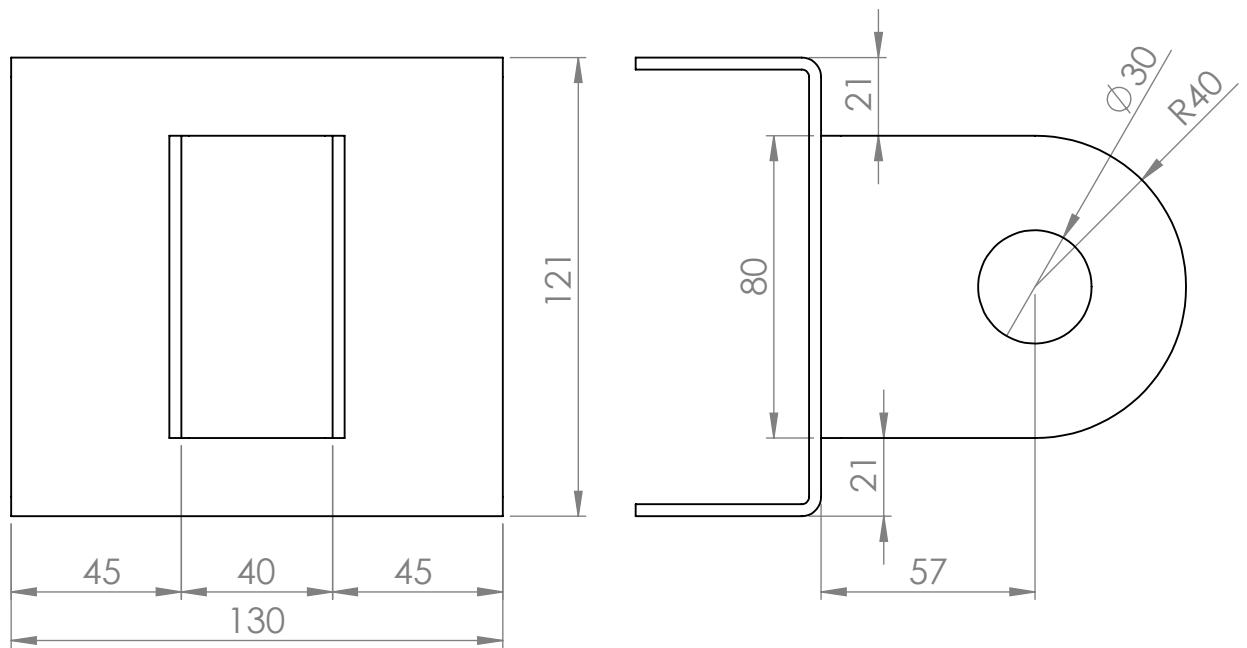
NOTA: Perfil UPN 100

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Chasis secundario	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:	
	A3	IRAM F-22		PV01-02-0001	
		PESO:		ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1

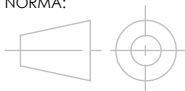
FERROCARRILES DEL SUR

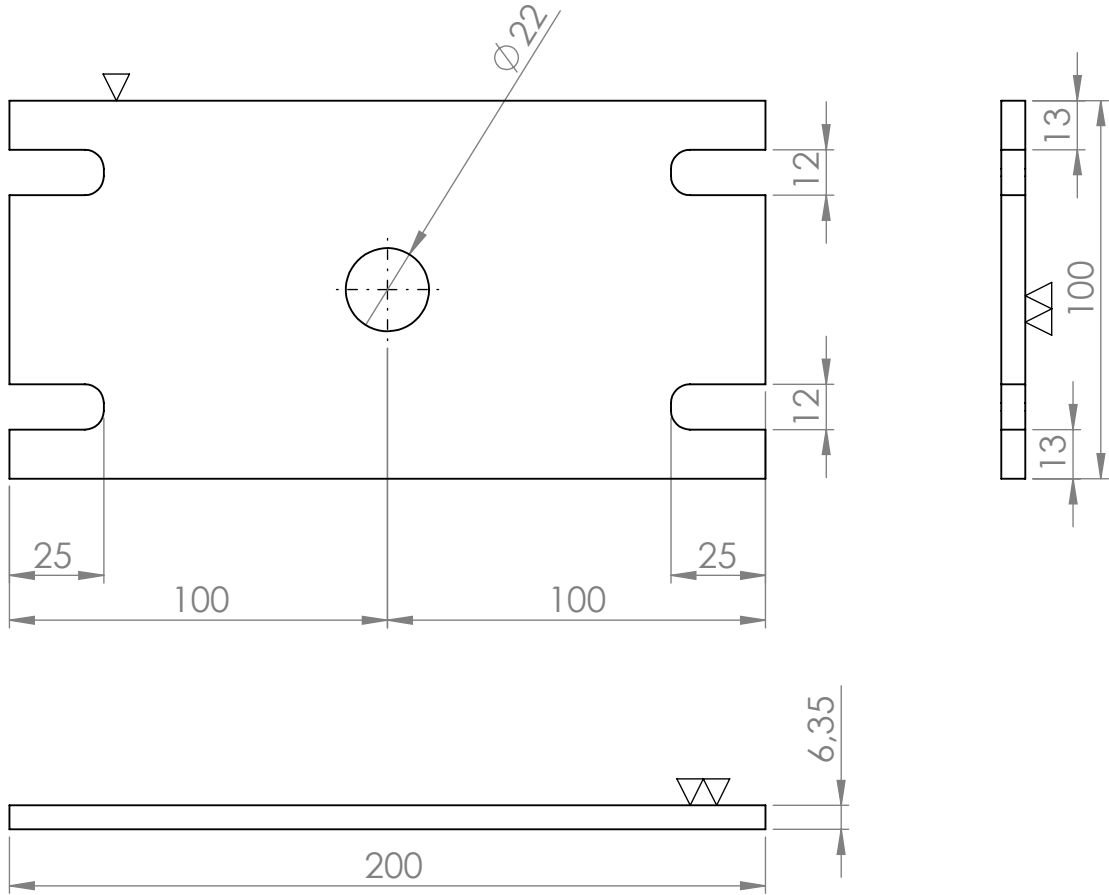
Chasis secundario

PV01-02-0001



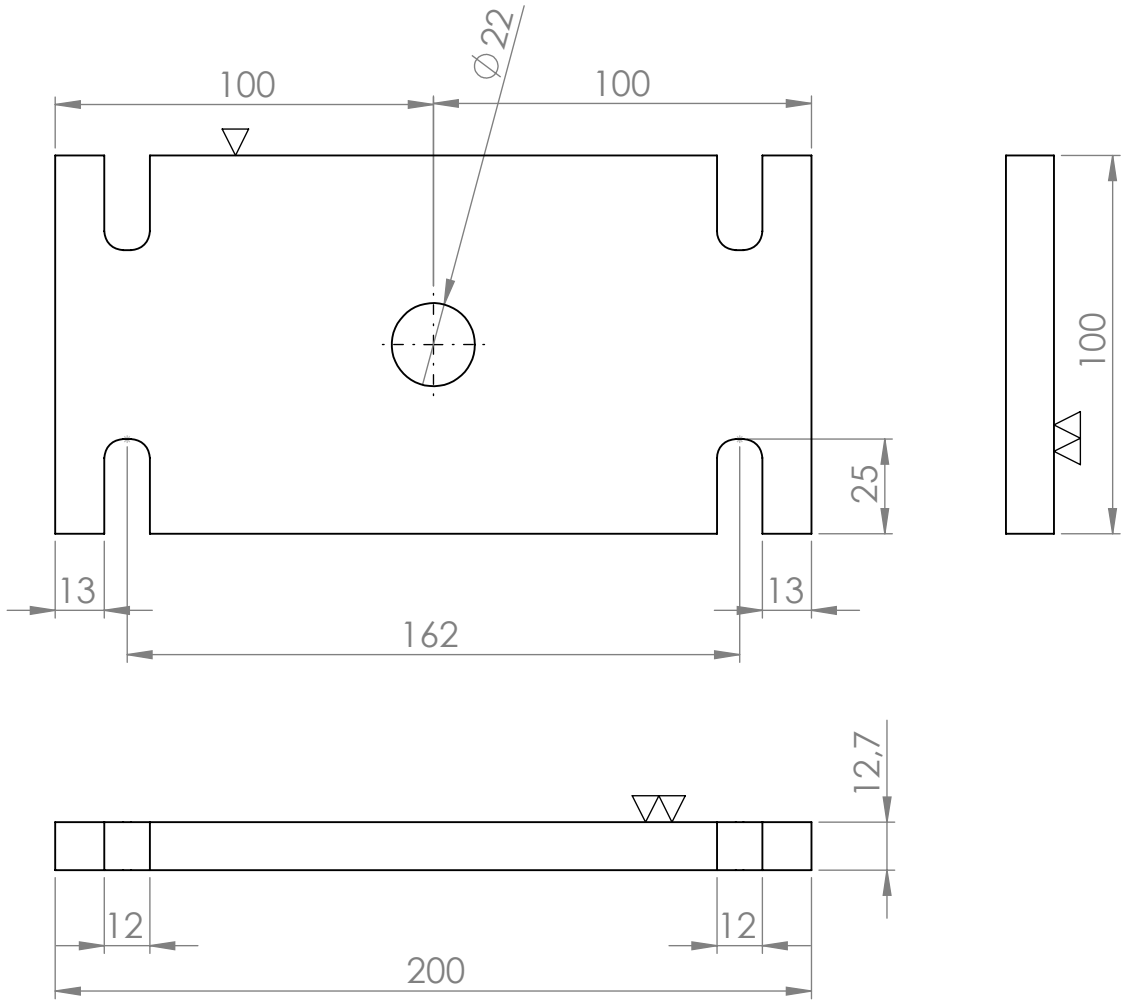
NOTA: Chapa espesor= 1/8"= 3,175 mm. Pliegue con R= 3mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO: Soporte cilindro hidráulico	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ				CÓDIGO: PV01-02-0002	
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: IRAM F-22			
		PESO:			



NOTA: Chapa e= 1/4"= 6,35 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO: Placa primaria porta cables	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ				CÓDIGO: PV01-02-0004	
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	ESCALA: 1:2		
	A4	IRAM F-22			HOJA 1 DE 1
			PESO:		



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
ROMPER
ARISTAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

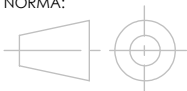
FERROCARRILES DEL SUR

DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.	
VERIFICÓ			
APROBÓ			
FABRICÓ			

TÍTULO:

Placa secundaria porta
cables

NORMA:



FORMATO:

A4

MATERIAL:

IRAM F-22

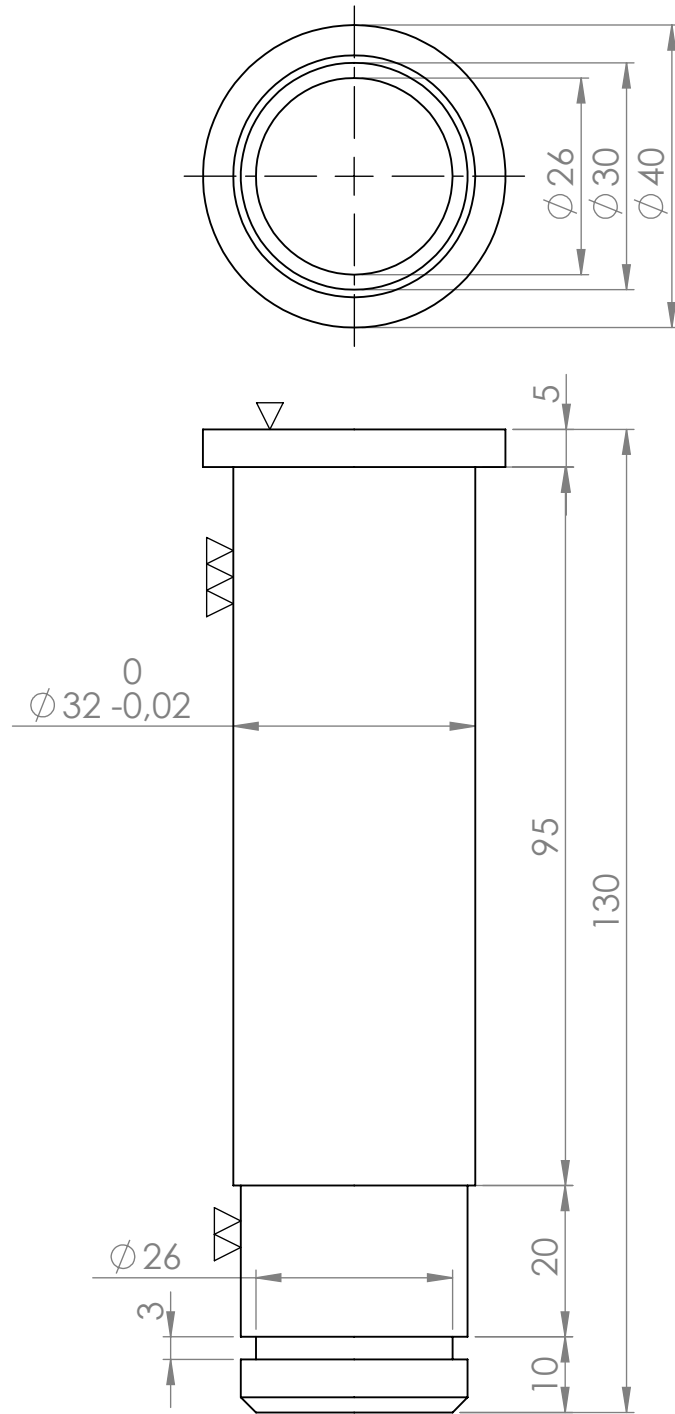
CÓDIGO:

PV01-02-0005

PESO:

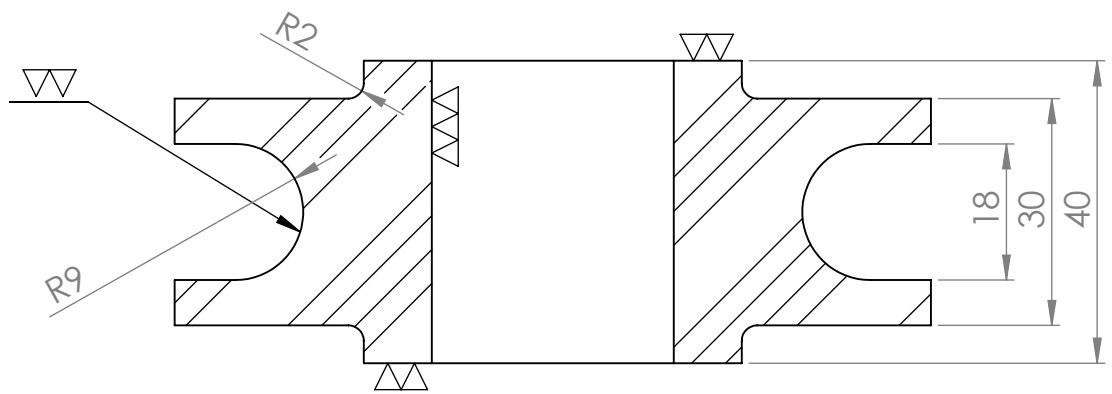
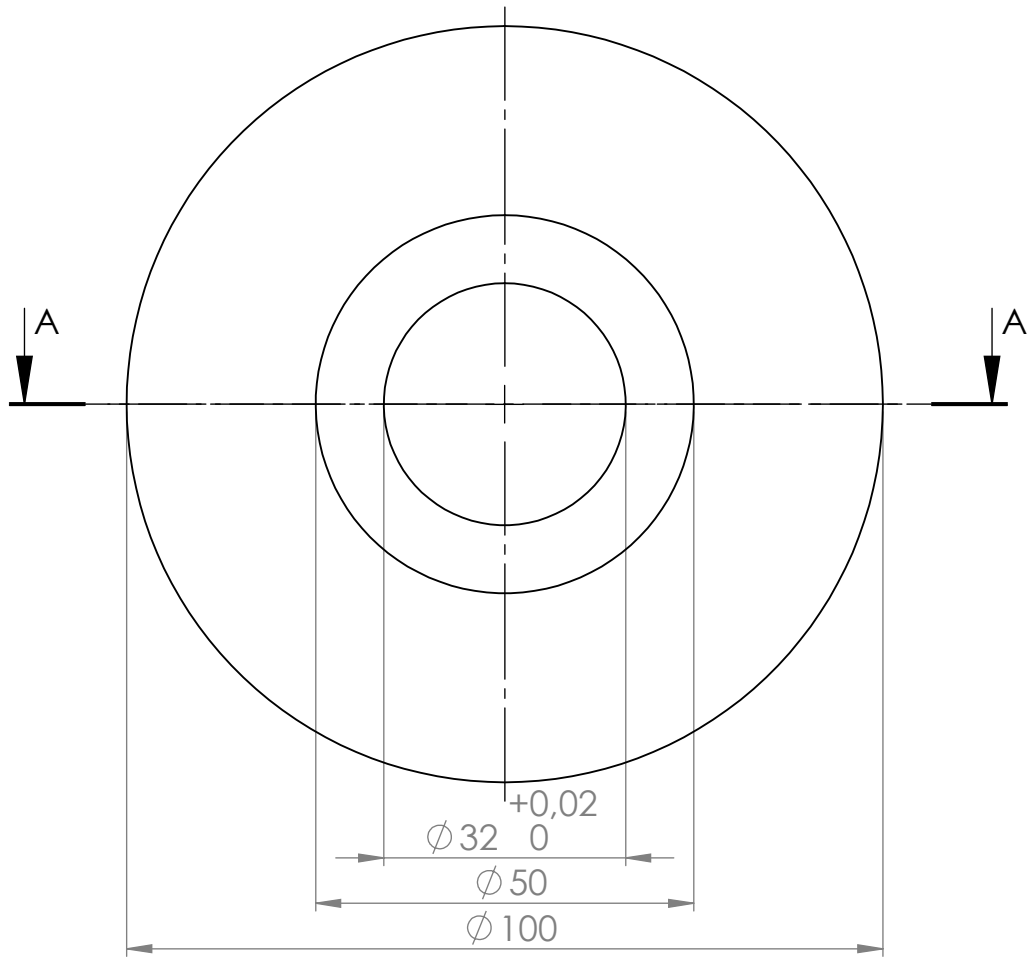
ESCALA: 1:2

HOJA 1 DE 1



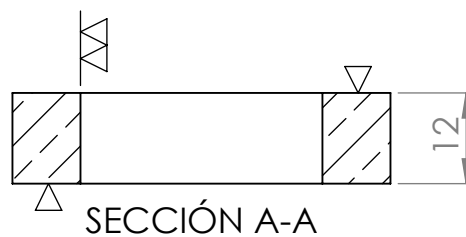
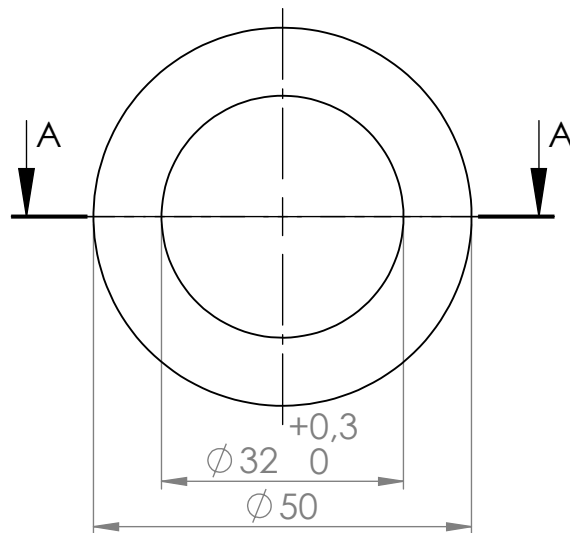
NOTA: Chaflán 1 x 1 mm.

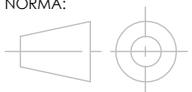
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Eje secundario polea	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: SAE 1045		CÓDIGO: PV01-02-0006	
		PESO:		ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1

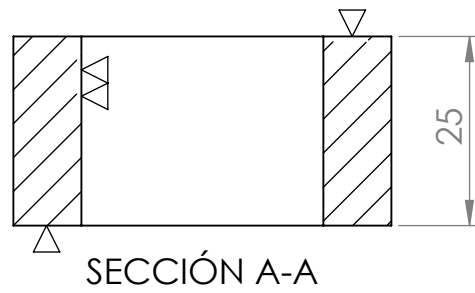
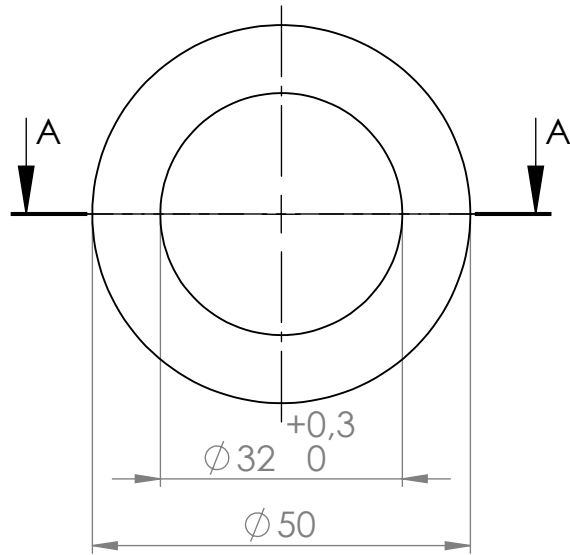


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

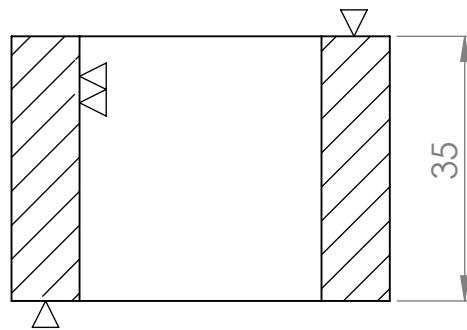
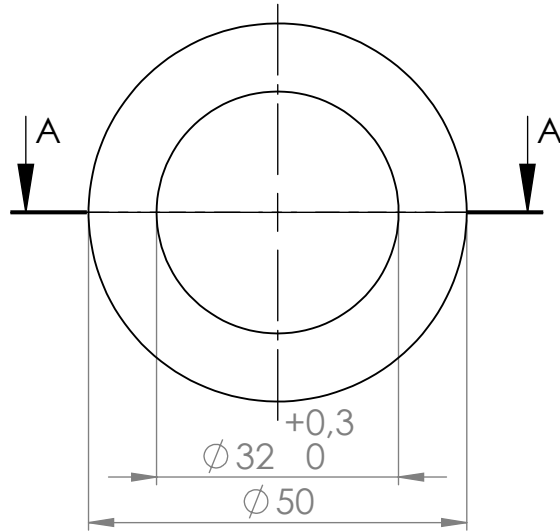
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO: Polea secundaria	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: SAE 1010		CÓDIGO: PV01-02-0007	
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Buje separador 1	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Bronce SAE 40	CÓDIGO: PV01-02-0008		
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	

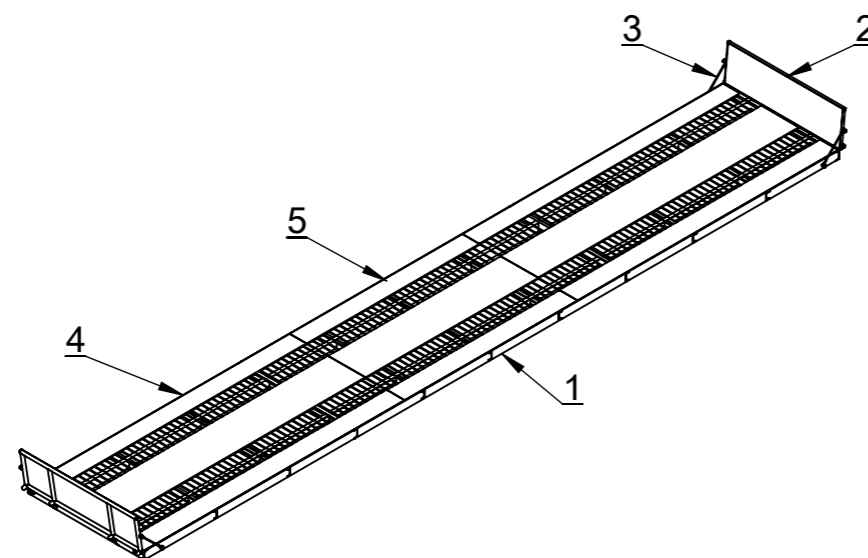
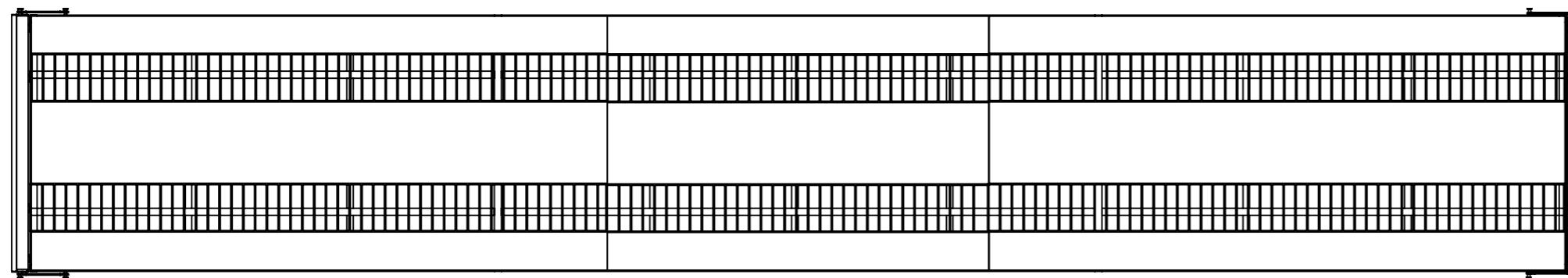
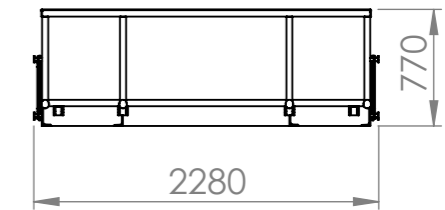
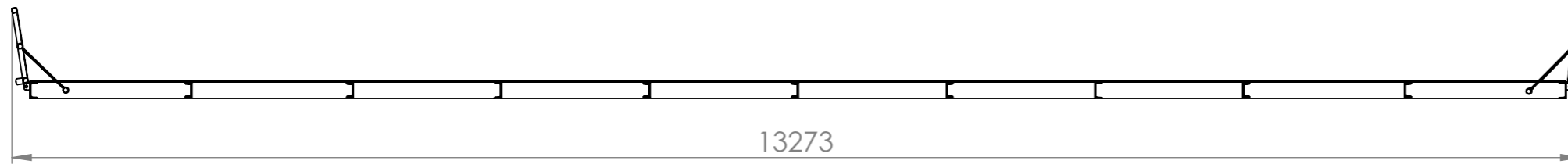


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Buje separador 2	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Bronce SAE 40	CÓDIGO: PV01-02-0009		
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



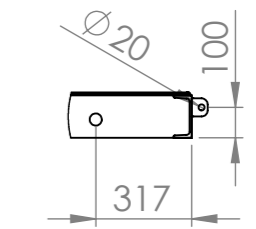
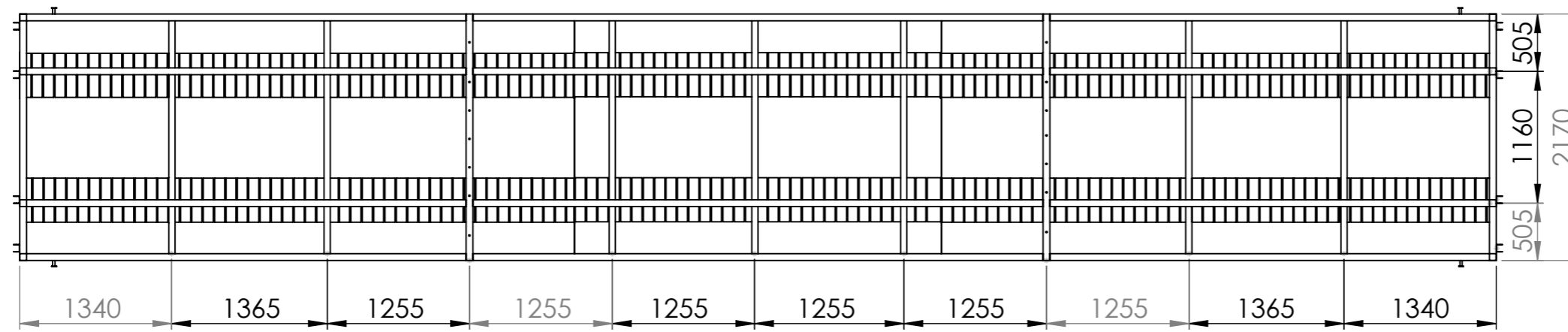
SECCIÓN A-A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO: Buje separador 3	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Bronce SAE 40	CÓDIGO: PV01-02-0010		
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	

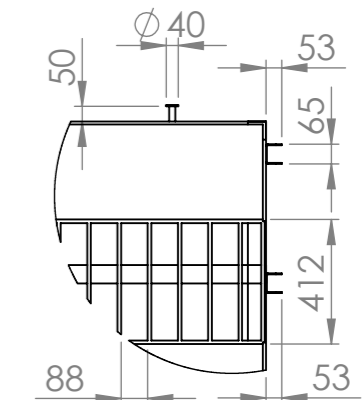
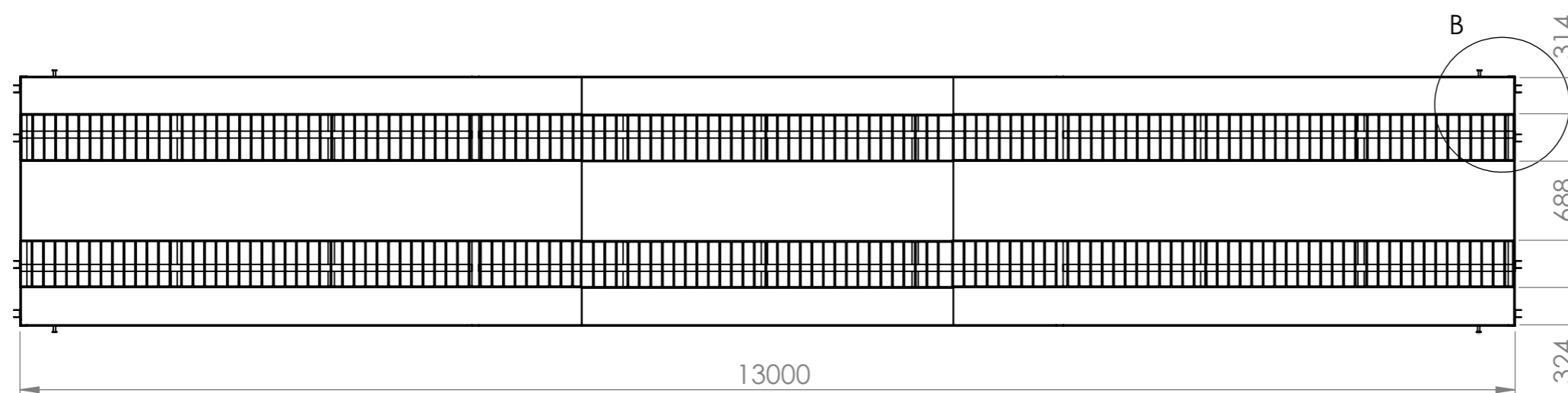
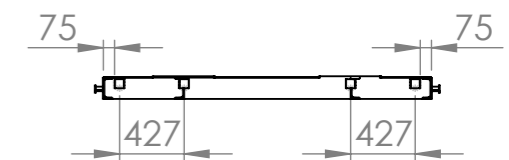
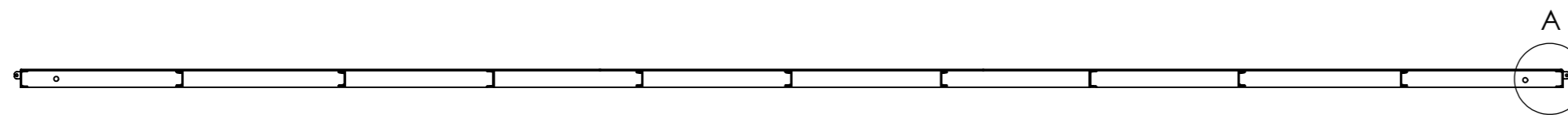


5	Piso central planta alta	PV01-03-0005	1
4	Piso extremos planta alta	PV01-03-0004	2
3	Enganche rampa planta alta	PV01-03-0003	4
2	Rampa planta alta	PV01-03-0002	2
1	Chasis planta alta	PV01-03-0001	1
Nº	Denominación	Código	Cantidad

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Sub conjunto chasis PA	
VERIFICÓ				CÓDIGO:	
APROBÓ				PV01-03-0000	
FABRICÓ				ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	PESO:		
	A3				



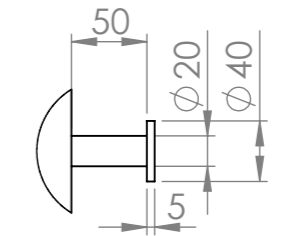
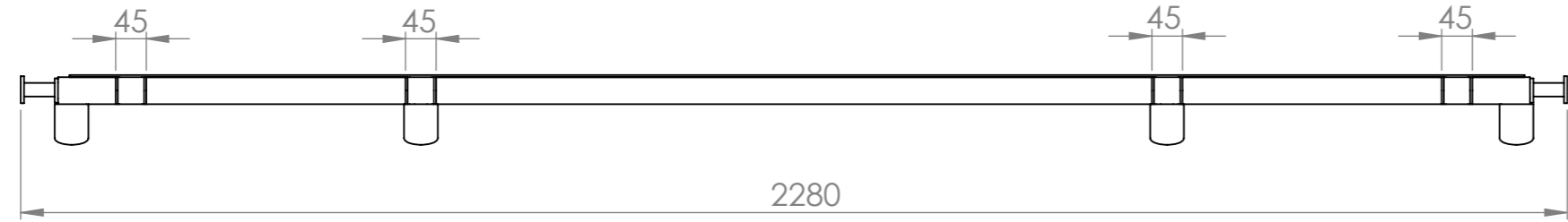
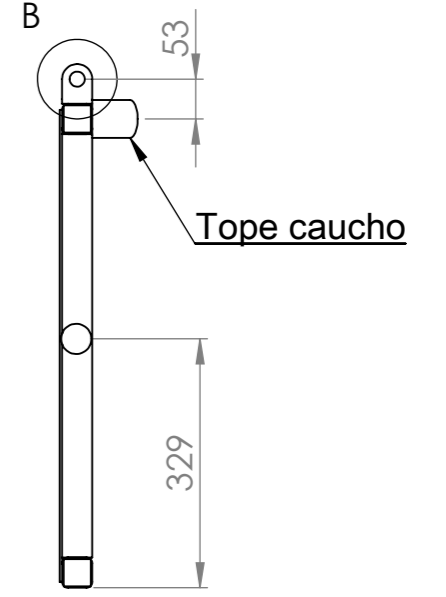
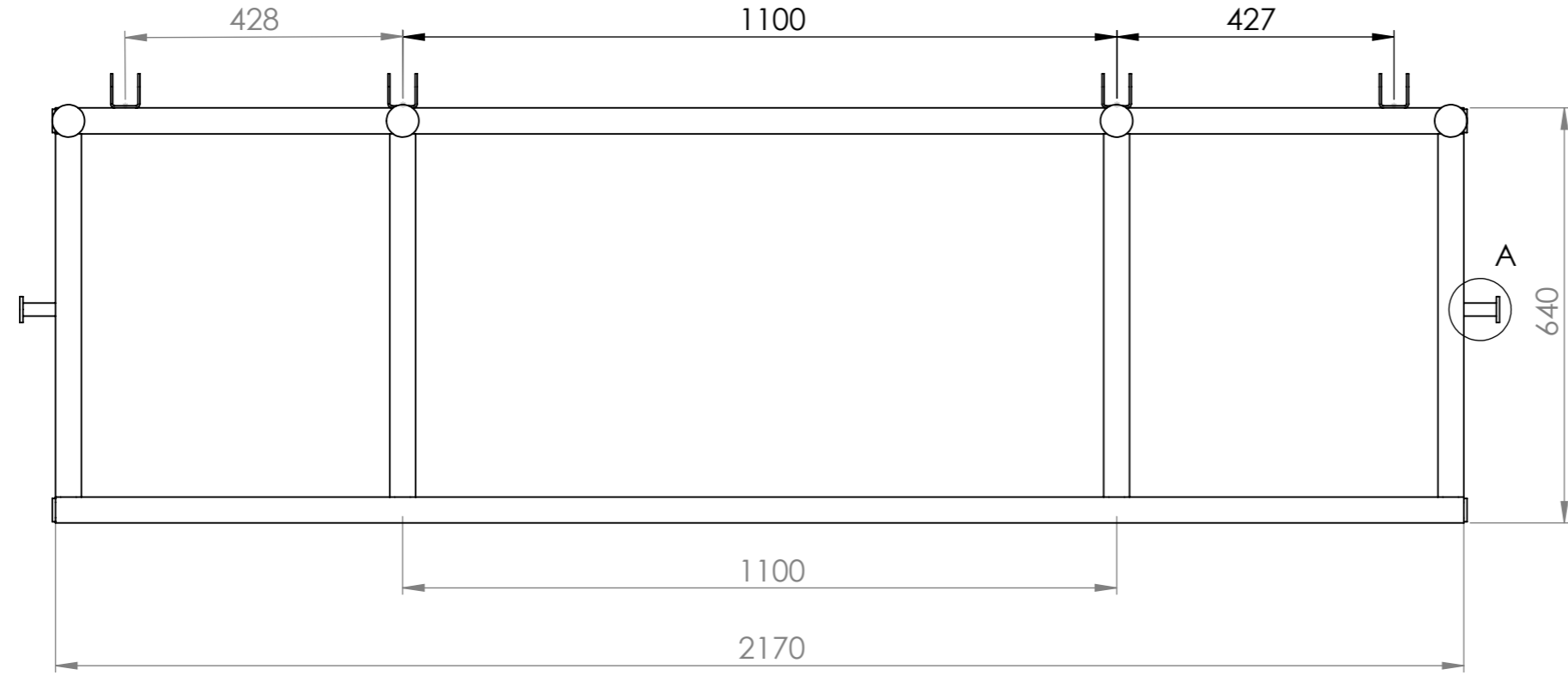
DETALLE A
ESCALA 1 : 25



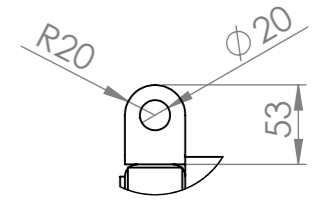
DETALLE B
ESCALA 1 : 25

- NOTA:**
- Estructura: perfil UPN 140.
 - Pisos: chapa 1/8" semilla melón.
 - Camino rejado: Trefilado redondo D= 20 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FERROCARRILES DEL SUR	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		TÍTULO: Chasis planta alta	
VERIFICÓ				CÓDIGO: PV01-03-0001	
APROBÓ				ESCALA: 1:50	
FABRICÓ				HOJA 1 DE 1	
NORMA: 	FORMATO: A3	MATERIAL: IRAM F-22	PESO:		



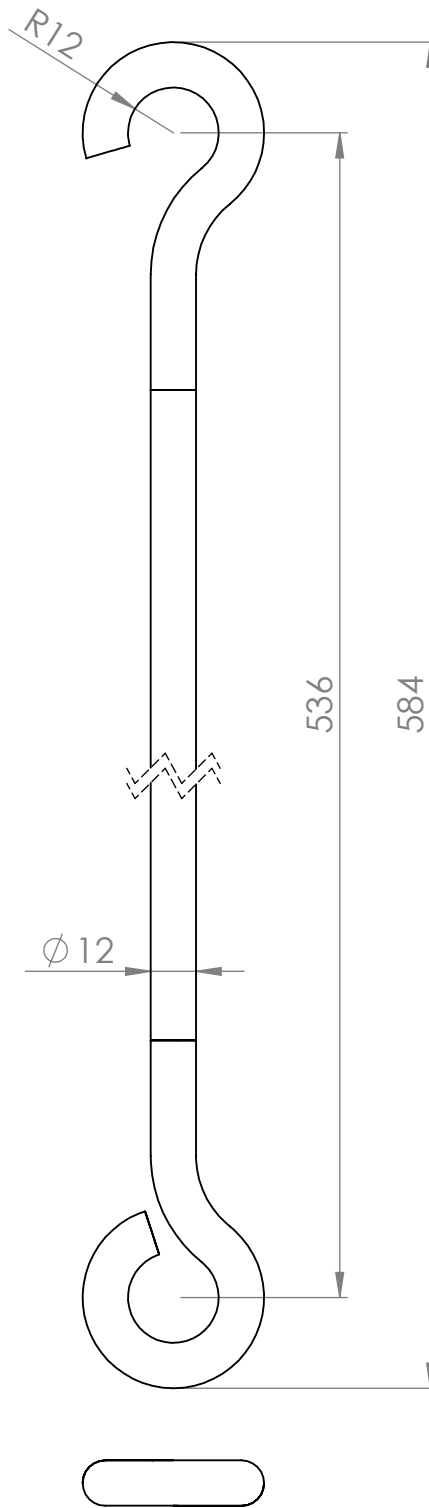
DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

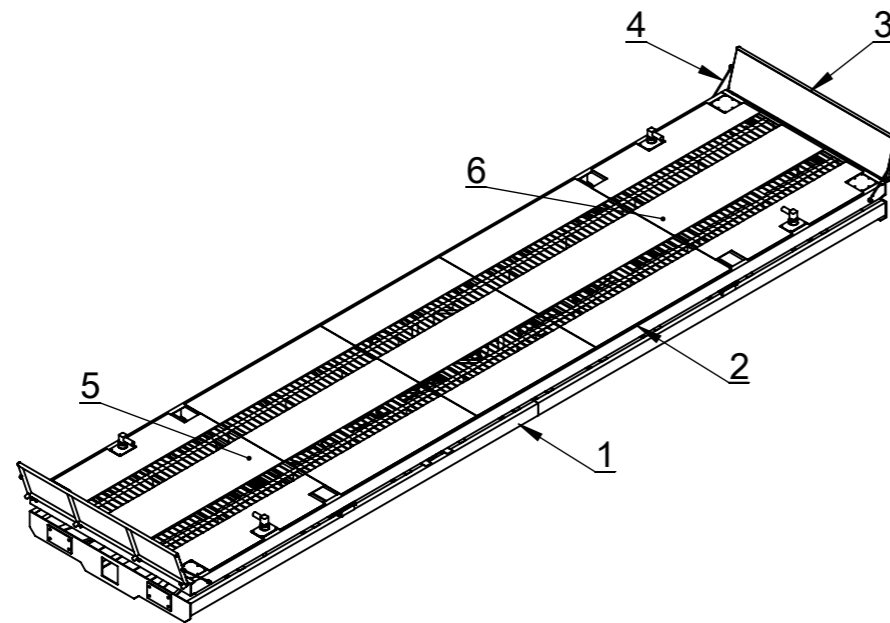
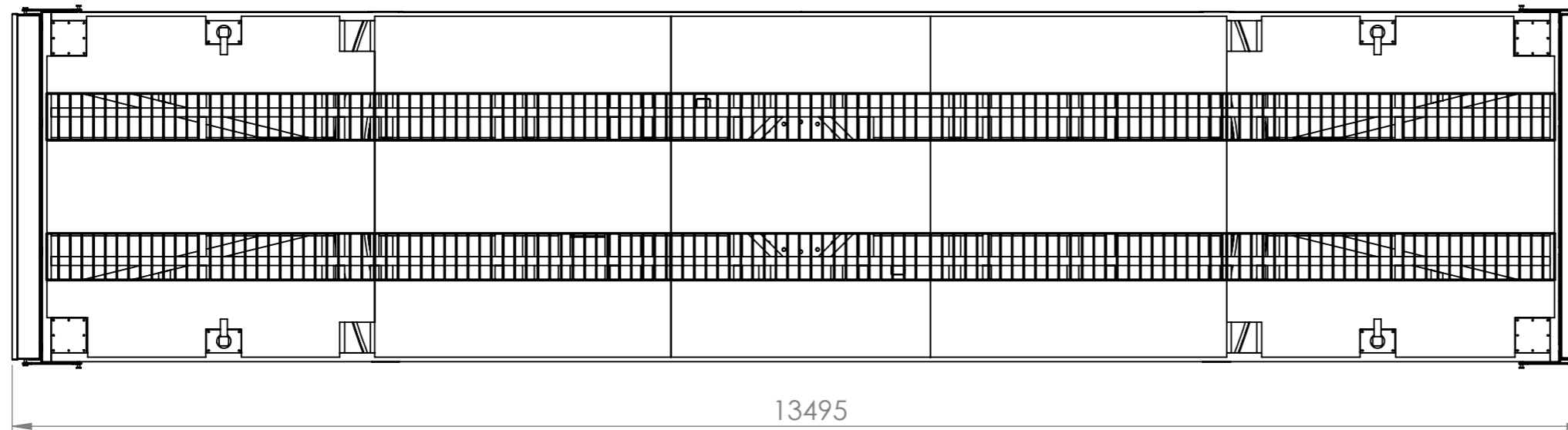
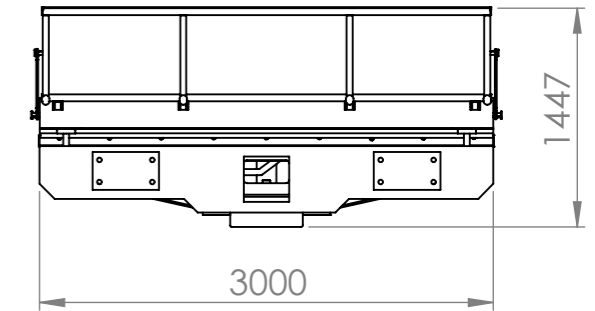
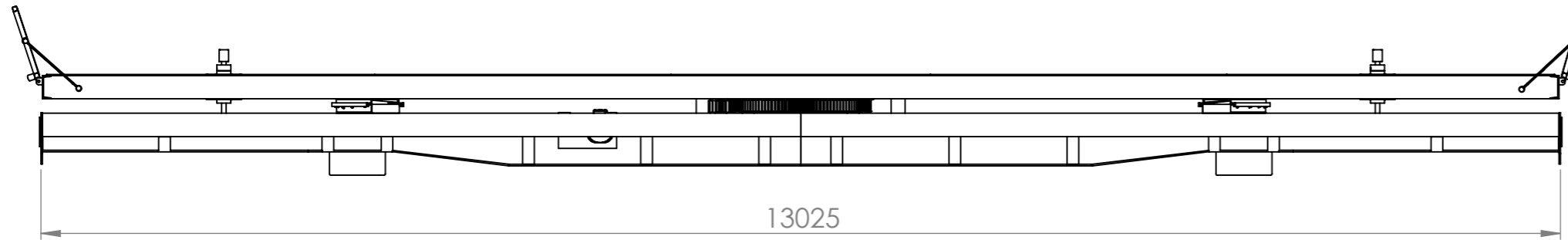
NOTA:
 -Estructura: Tubo cuadrado de 30 x 30 x 2,6 mm.
 -Soportes: chapa 1/8".
 -Piso: chapa semilla melón 1/8".

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Rampa planta alta	
VERIFICÓ				CÓDIGO:	
APROBÓ				PV01-03-0002	
FABRICÓ				ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	PESO:		
	A3	IRAM F-22			



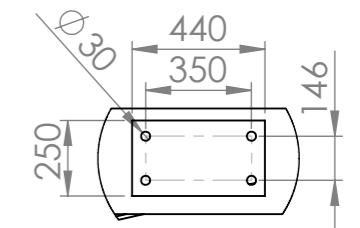
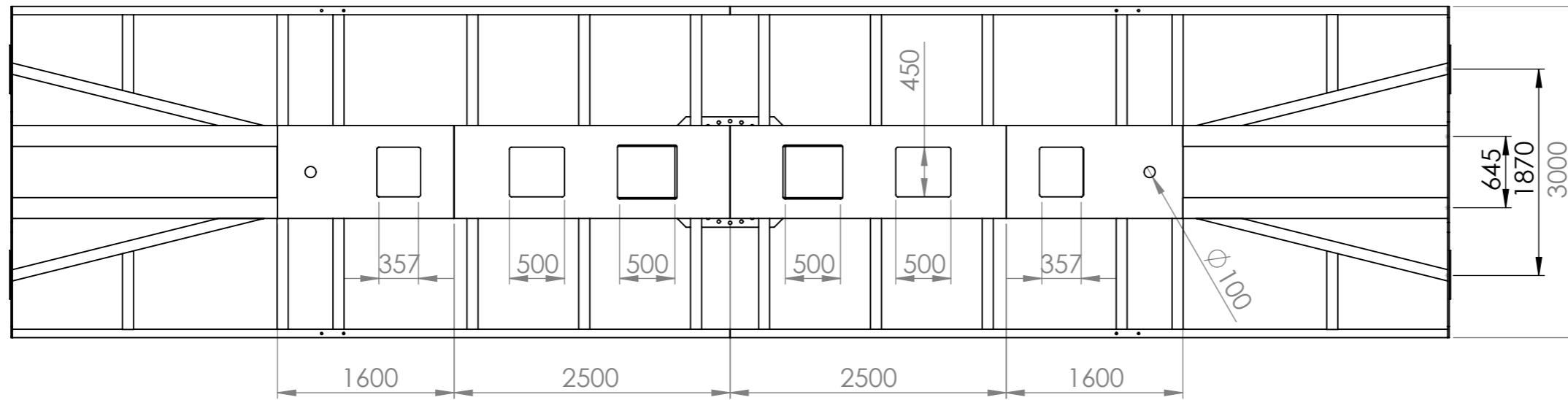
NOTA: Tref. redondo D= 12 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Enganche rampa PA	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: SAE 1010		CÓDIGO: PV01-03-0003	
PESO:			ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	

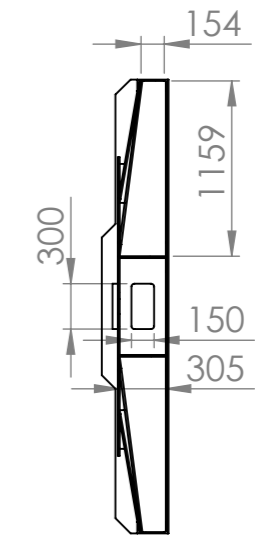
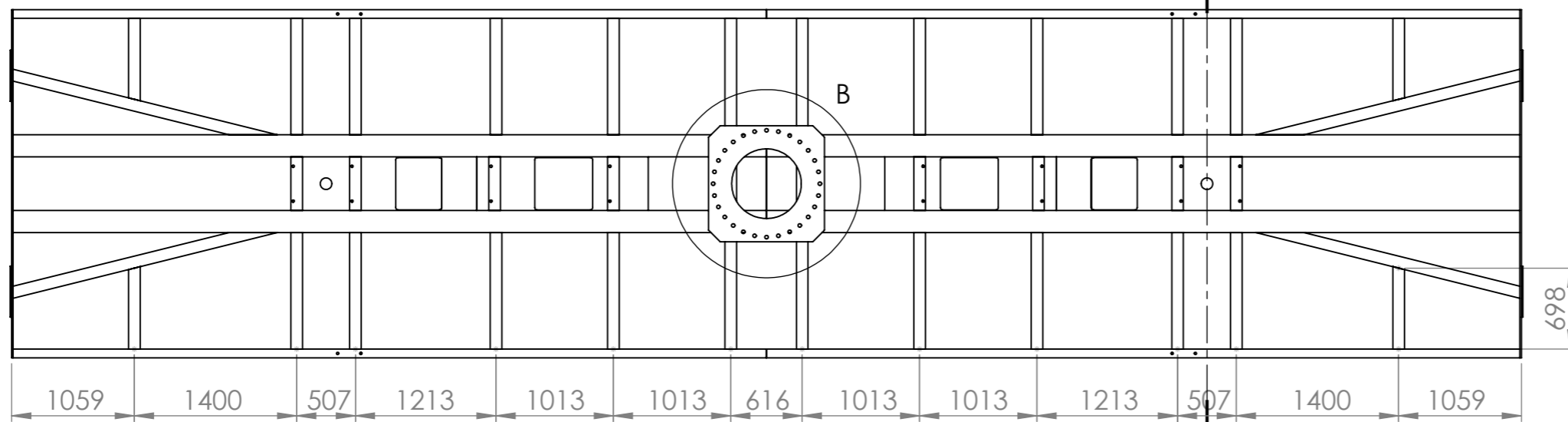
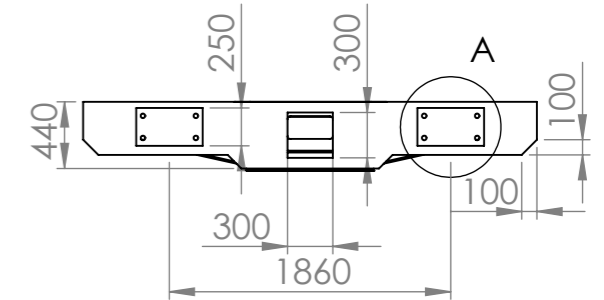
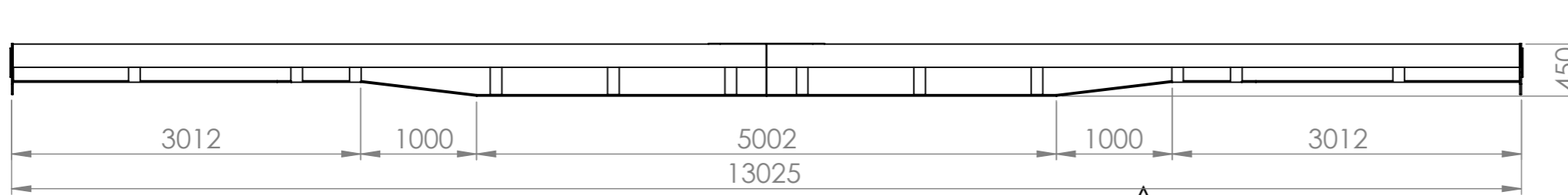


6	Placa centro bogie	PV01-04-0006	2
5	Perno central bogie	PV01-04-0005	2
4	Enganche rampa planta baja	PV01-04-0004	4
3	Rampa planta baja	PV01-04-0003	2
2	Chasis flotante	PV01-04-0002	1
1	Chasis principal	PV01-04-0001	1
Nº	Denominación	Código	Cantidad

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO: Sub conjunto giro	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ				CÓDIGO: PV01-04-0000	
NORMA:	FORMATO: A3	MATERIAL:			
		PESO:		ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1

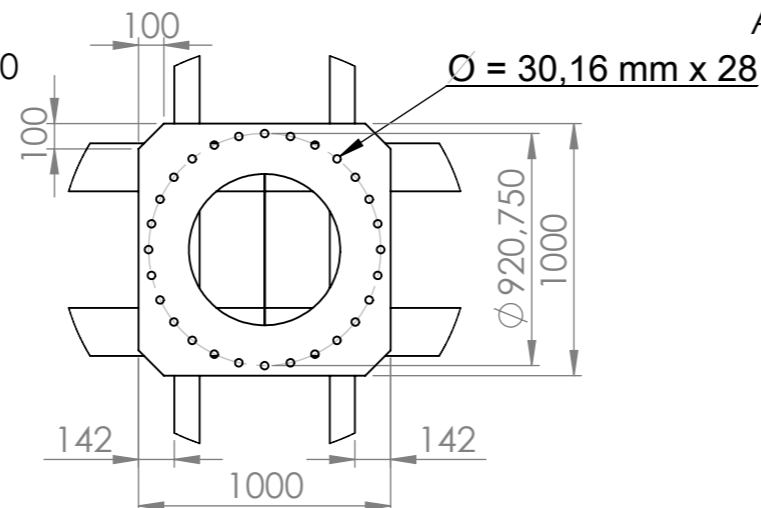


DETALLE A
ESCALA 1 : 25



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 50

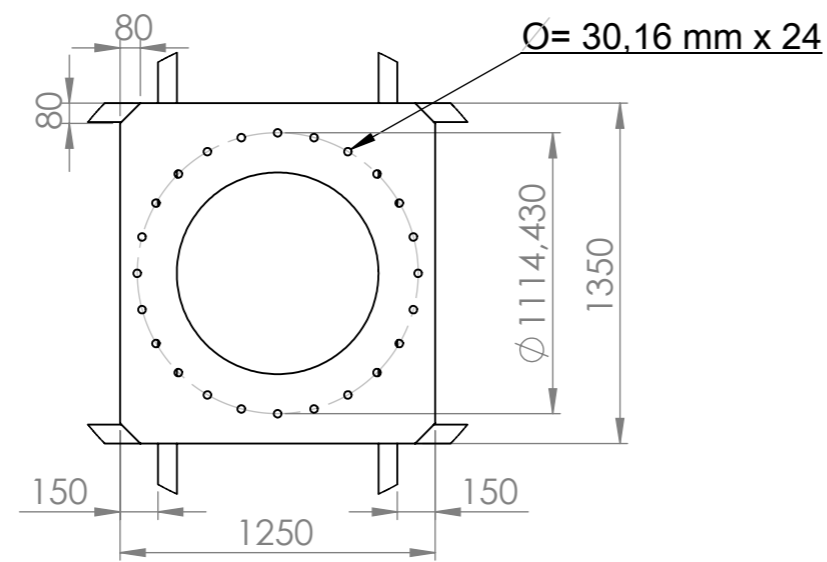
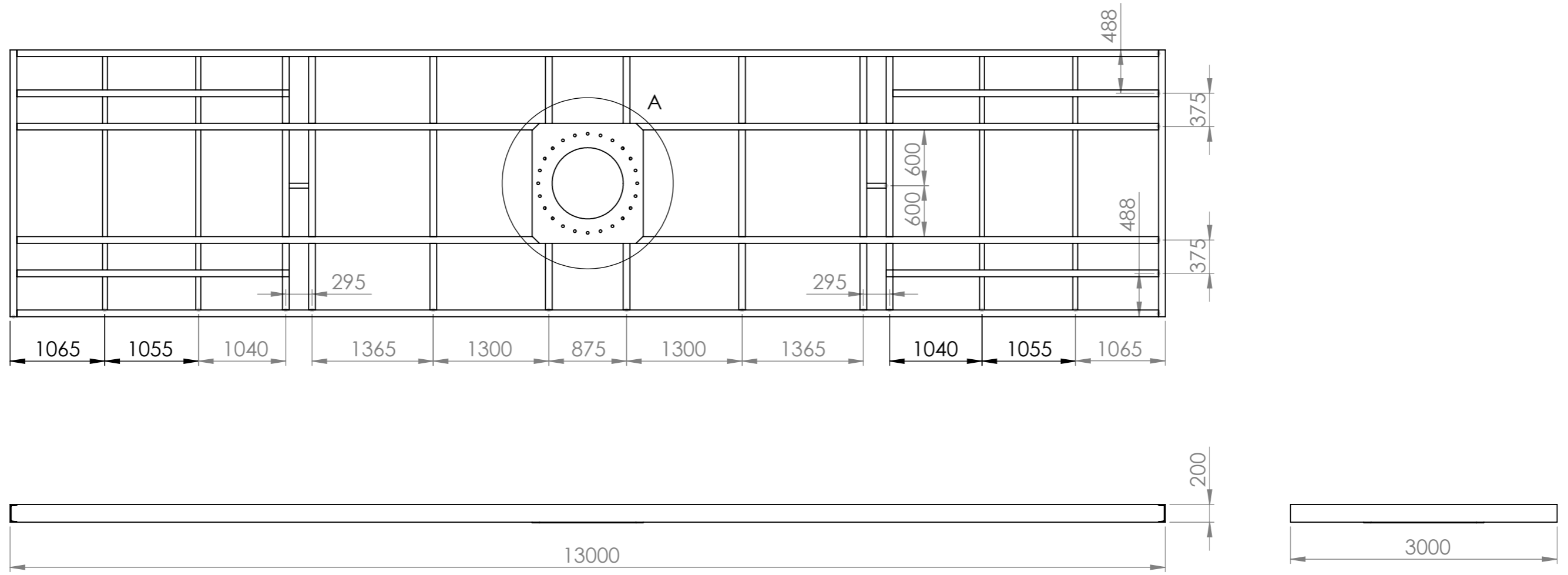
DETALLE B
ESCALA 1 : 30



NOTAS:

- Largueros laterales: UPN 200.
- Perfiles y ménsulas fabricados: chapa e= 1/2".
- Bandeja inferior protección: chapa e= 1/4".
- Soporte corona: chapa e= 1/4".

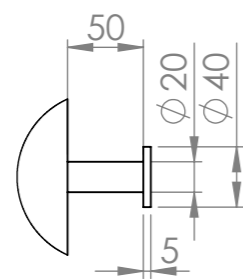
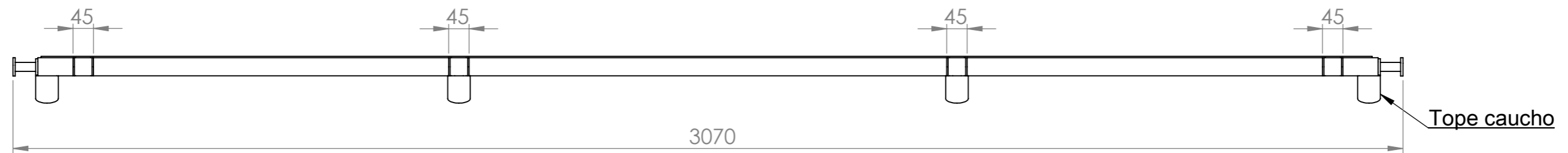
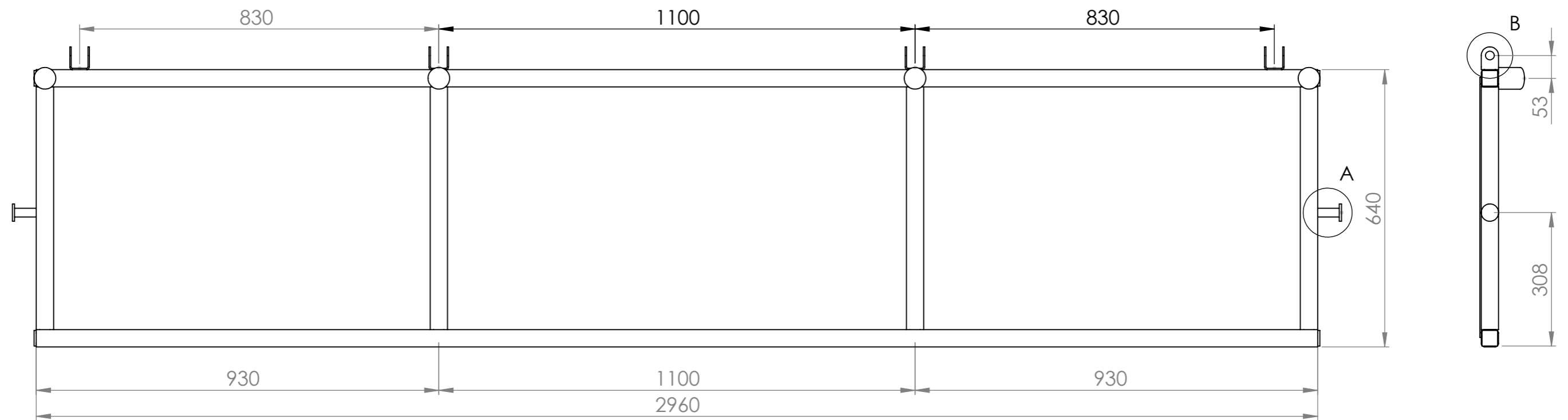
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Chasis principal	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:	
	A3	IRAM F-22		PV01-04-0001	
		PESO:		ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1



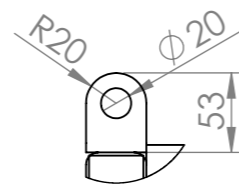
DETALLE A
ESCALA 1 : 30

NOTA: Chasis Perfil UPN 200.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FERROCARRILES DEL SUR	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		TÍTULO: Chasis flotante	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:	
	A3	IRAM F-22		PV01-04-0002	
		PESO:		ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1



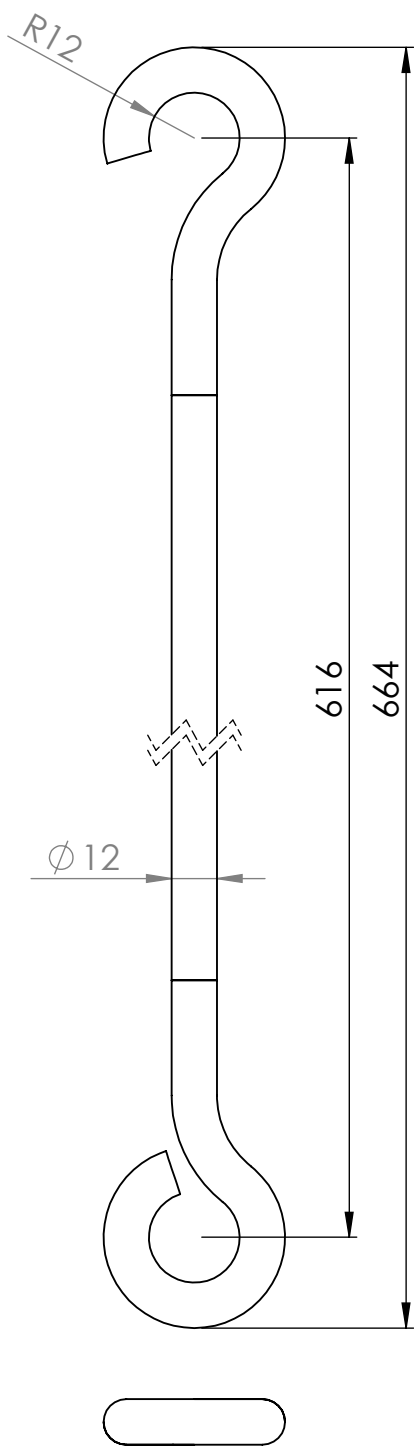
DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

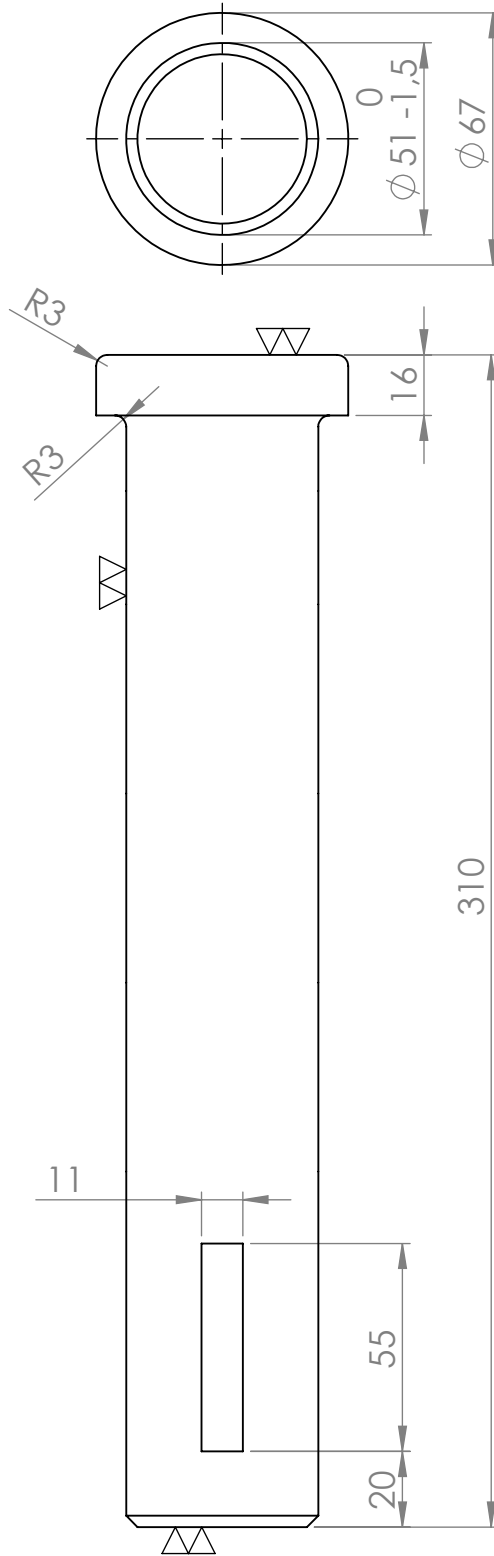
NOTA:
 -Estructura: Tubo cuadrado de 30 x 30 x 2,6 mm.
 -Soportes: chapa 1/8".
 -Piso: chapa semilla melón 1/8".

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FERROCARRILES DEL SUR	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		TÍTULO: Rampa planta baja	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:	
	A3	IRAM F-22		PV01-04-0003	
		PESO:		ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1



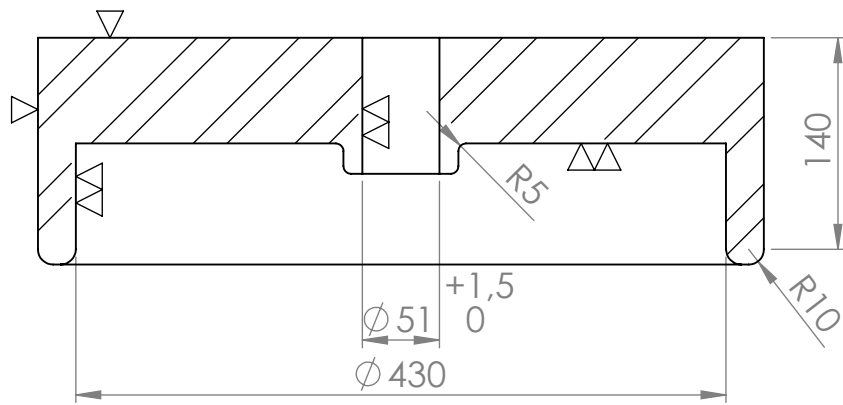
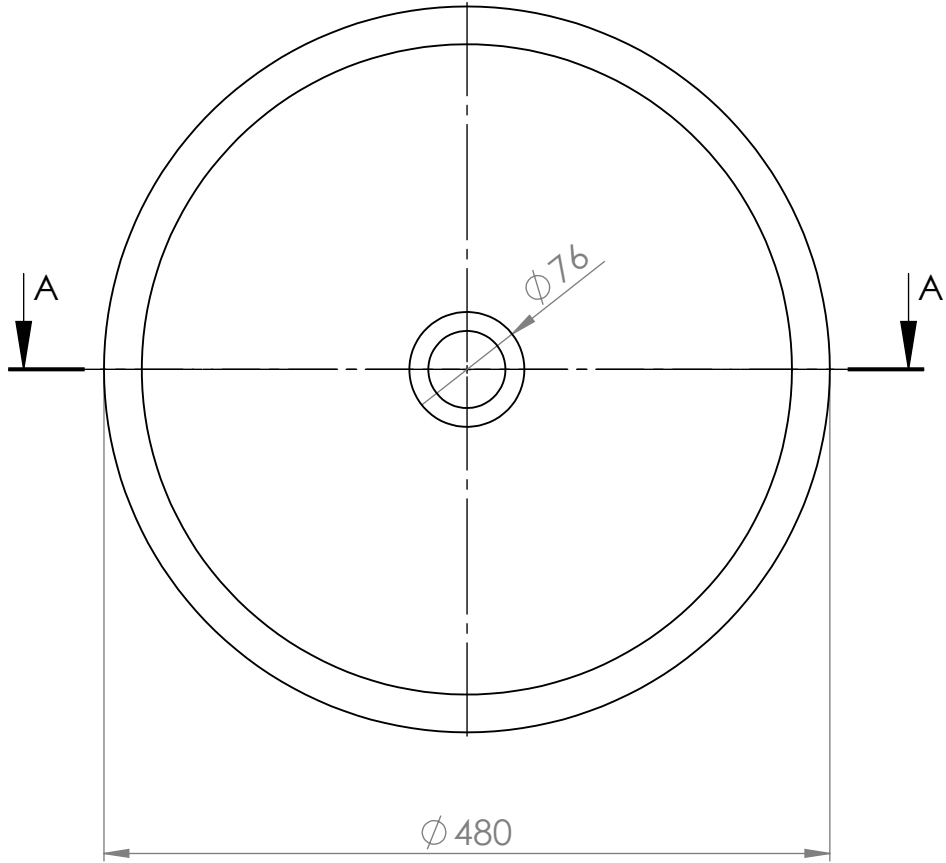
NOTA: Tref. redondo D= 12 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Enganche rampa PB	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: SAE 1010	CÓDIGO: PV01-04-0004		
PESO:			ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	



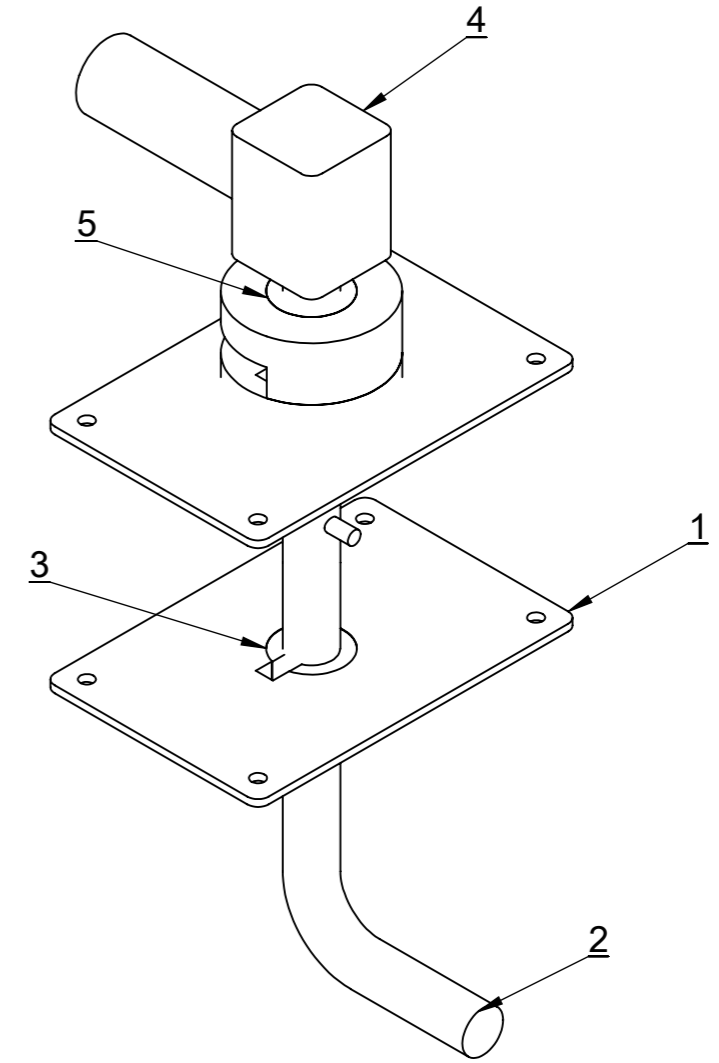
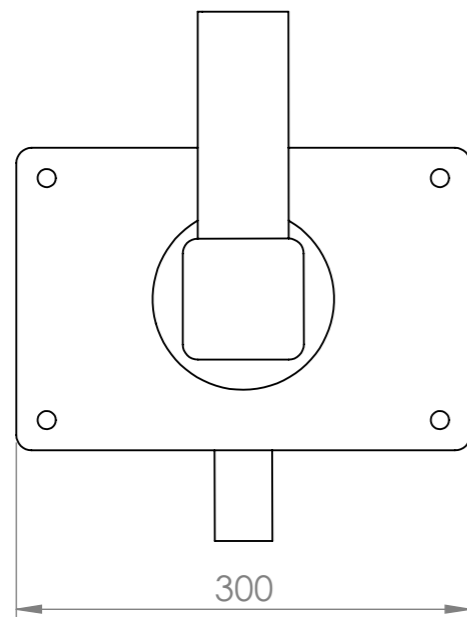
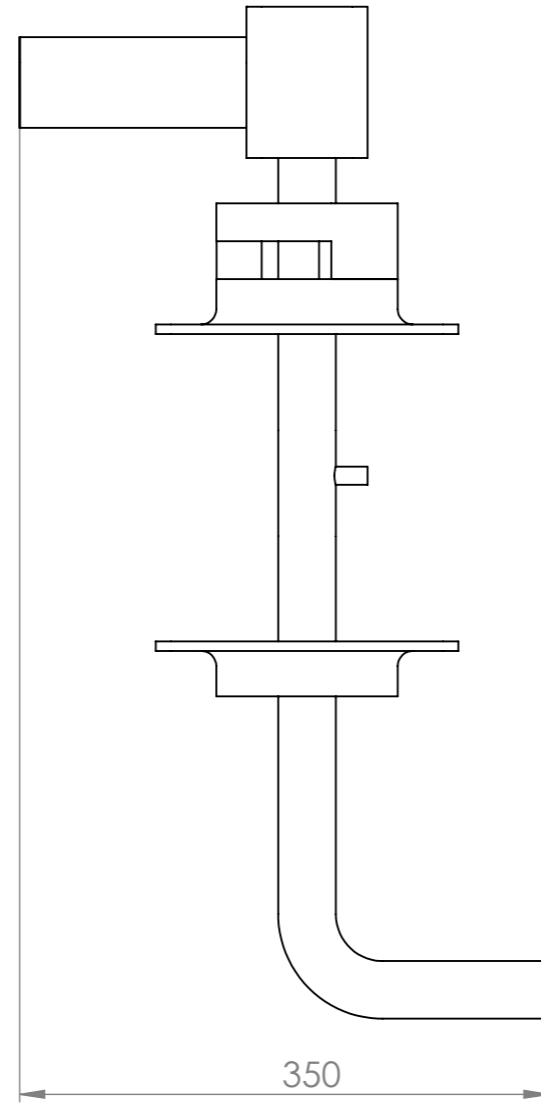
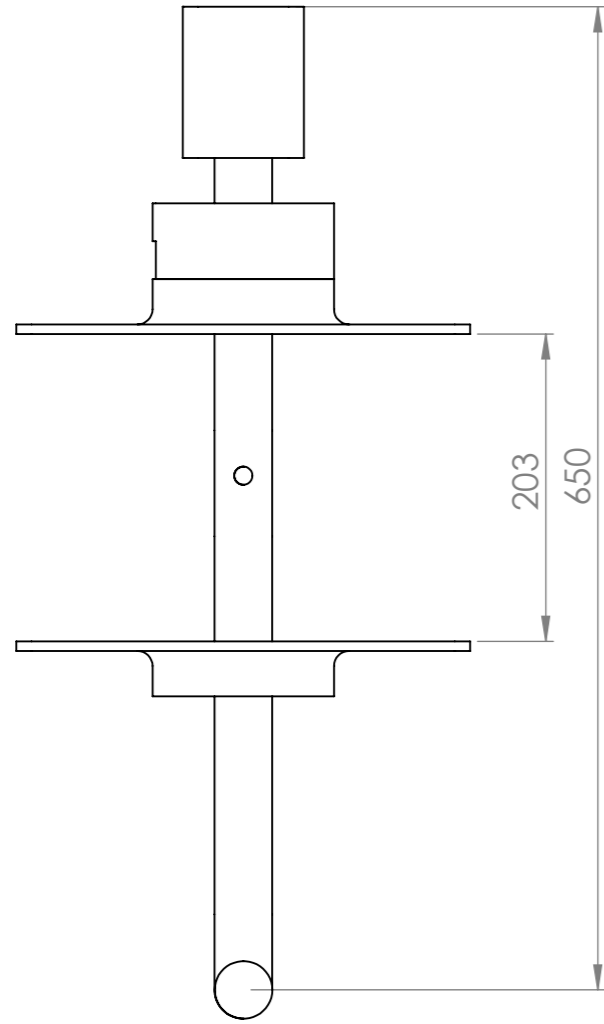
NOTA: Chaflán 1 x 1 mm.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Perno central bogie	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: SAE 1045	CÓDIGO: PV01-04-0005		
PESO:			ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1	



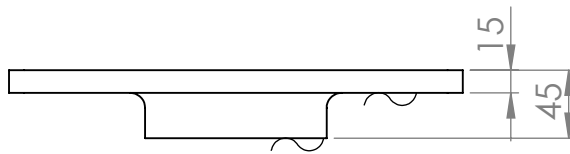
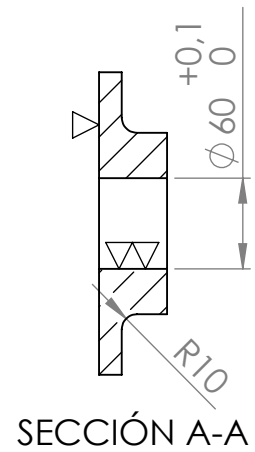
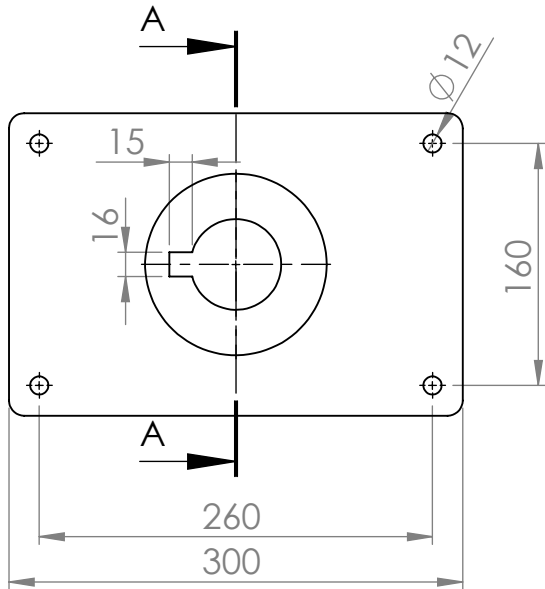
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Placa centro bogie	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Acero aust. al Mn		CÓDIGO: PV01-04-0006	
PESO:			ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	

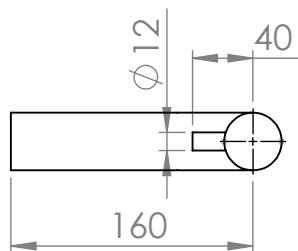
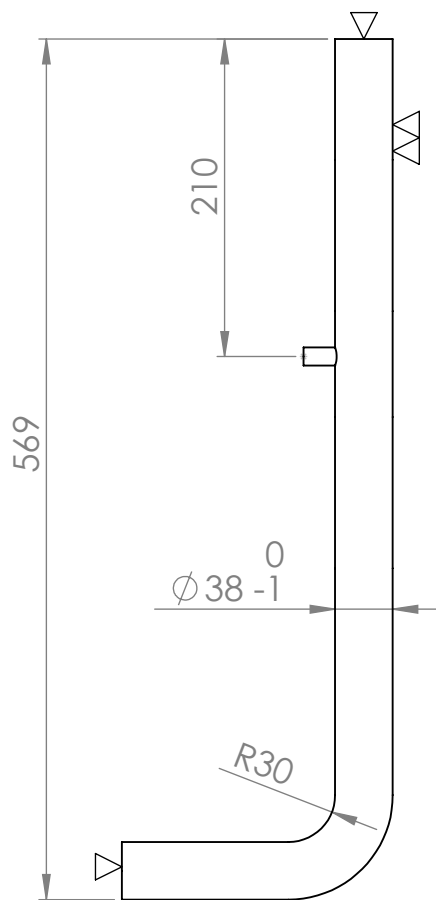


5	Resorte helicoidal	PV01-04-0012	1
4	Manillar	PV01-04-0011	1
3	Buje especial	PV01-04-0010	2
2	Vástago	PV01-04-0009	1
1	Cuerpo soporte	PV01-04-0008	2
Nº	Denominación	Código	Cantidad

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN		FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
DIBUJÓ		07/07/18	Nores Morello R.	Sub conjunto enclave de seguridad	
VERIFICÓ				CÓDIGO:	
APROBÓ				PV01-04-0007	
FABRICÓ				ESCALA: 1:5	
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	PESO:	HOJA 1 DE 1	
	A3				

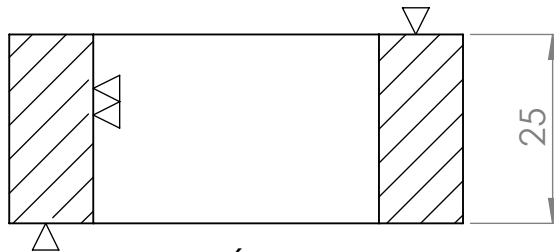
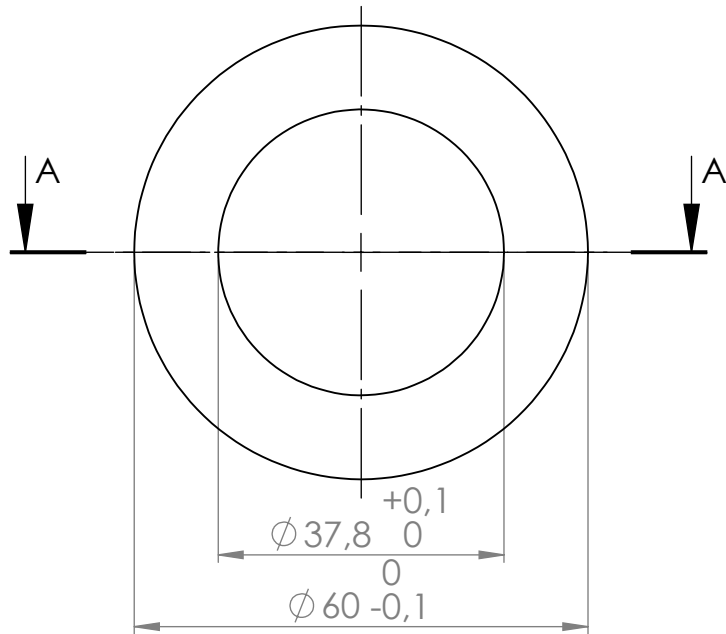


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Cuerpo soporte	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:	CÓDIGO:		
	A4	Fund. gris SAE 120	PV01-04-0008		
PESO:			ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	



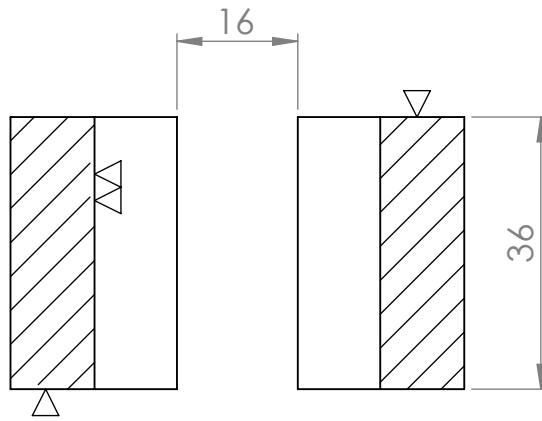
NOTA: Trefilado redondo D= 1 1/2"

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO: Vástago	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: SAE 1010	CÓDIGO: PV01-04-0009		
PESO:			ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	

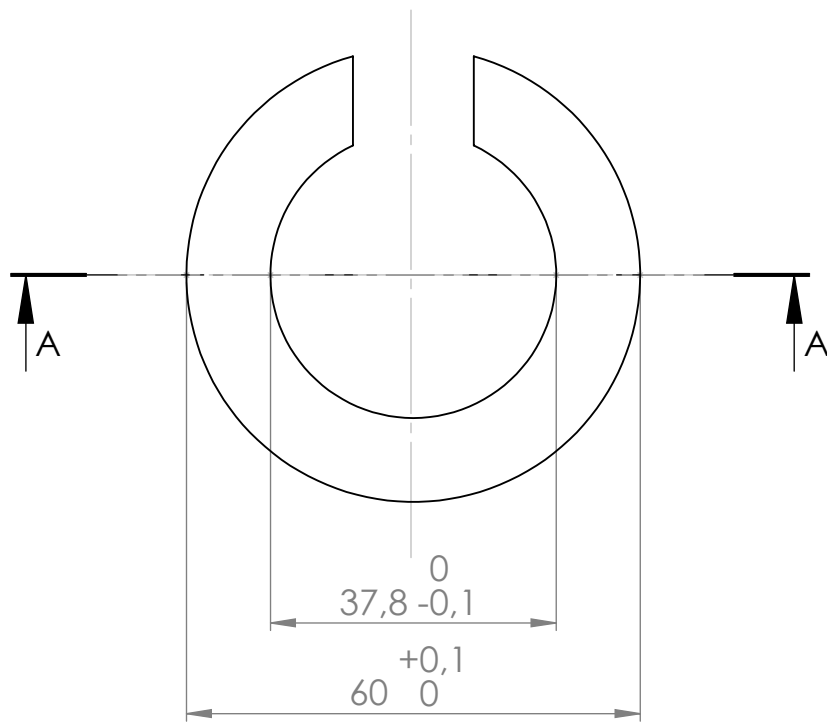


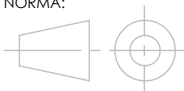
SECCIÓN A-A

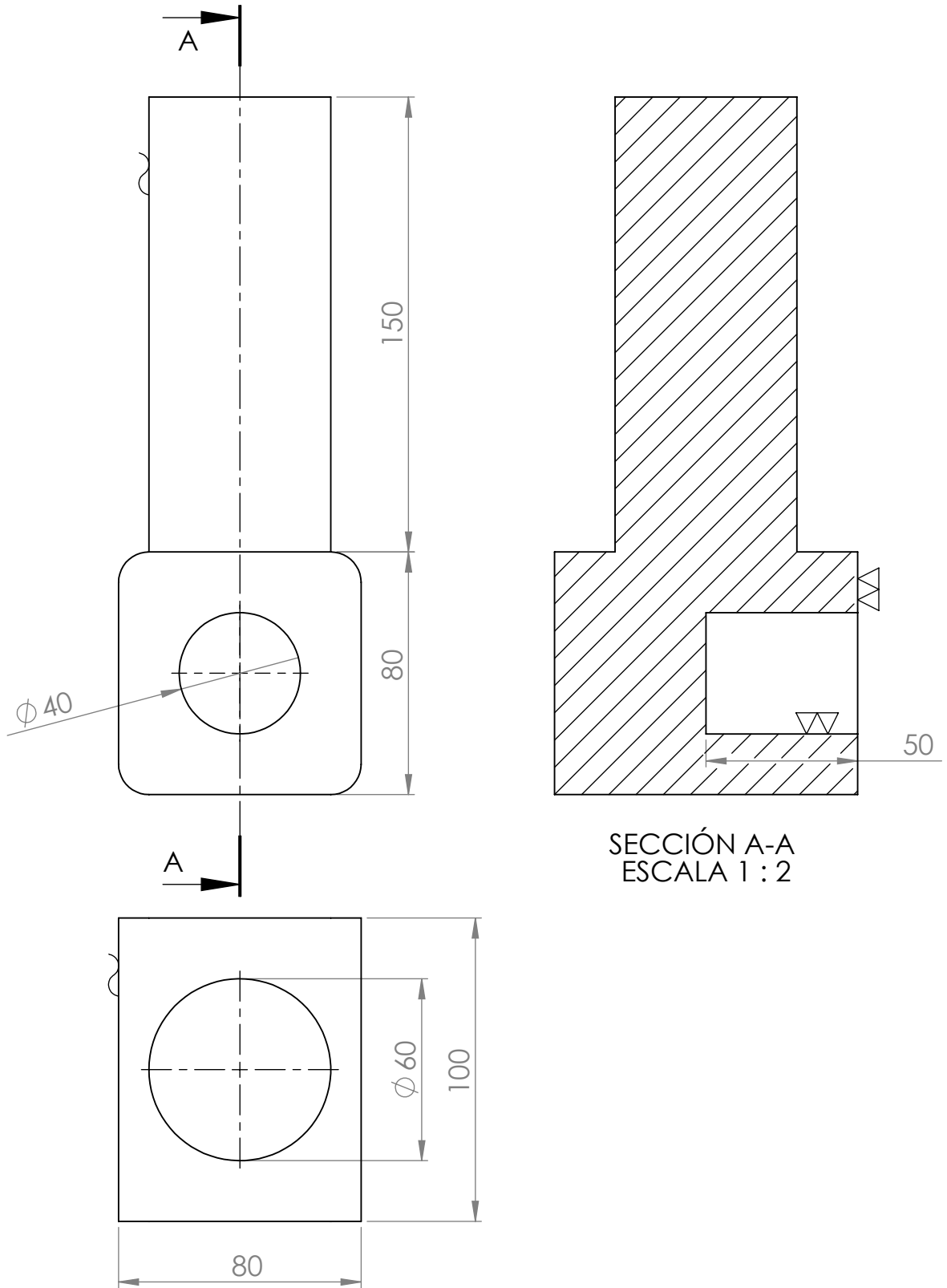
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Buje superior	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Bronce SAE 40		CÓDIGO: PV01-04-0010	
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	



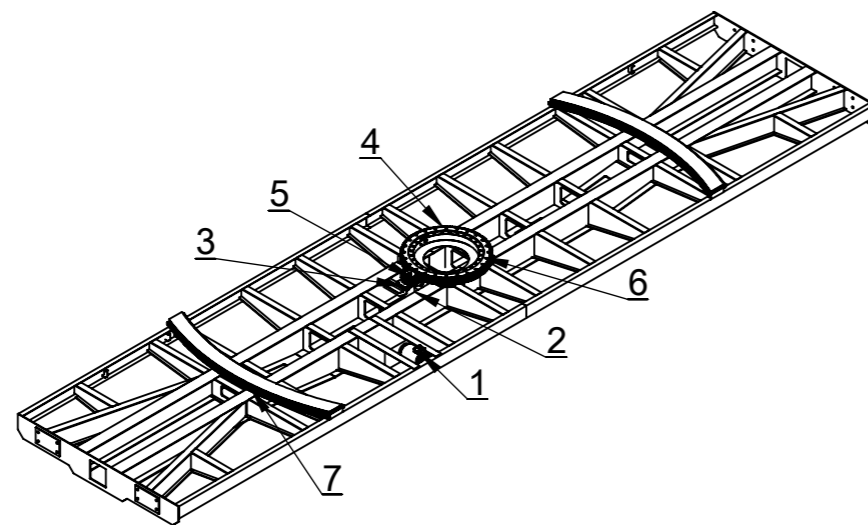
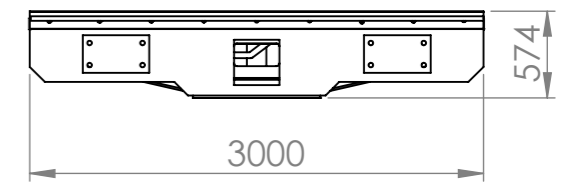
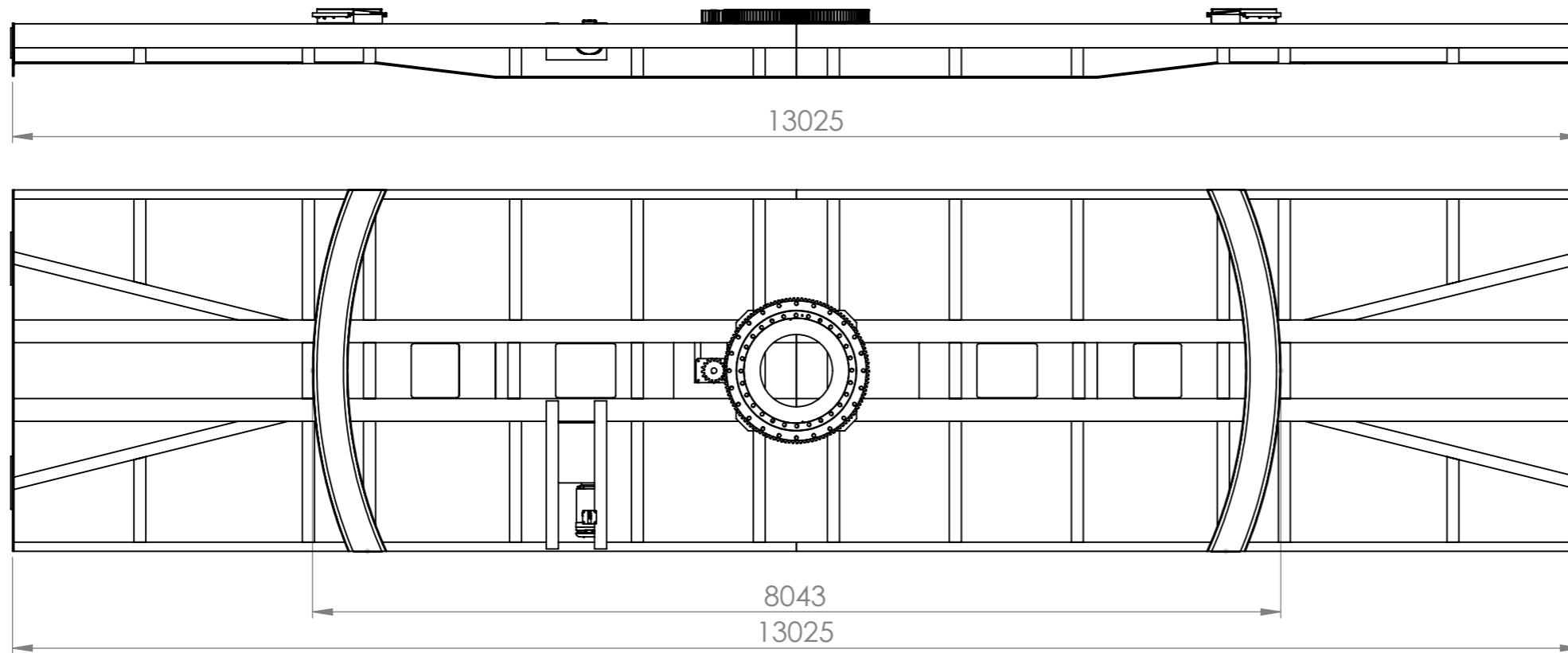
SECCIÓN A-A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Buje especial	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: Bronce SAE 40		CÓDIGO: PV01-04-0011	
PESO:			ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1	

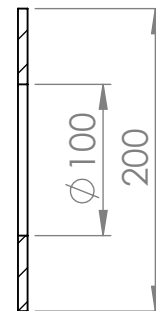
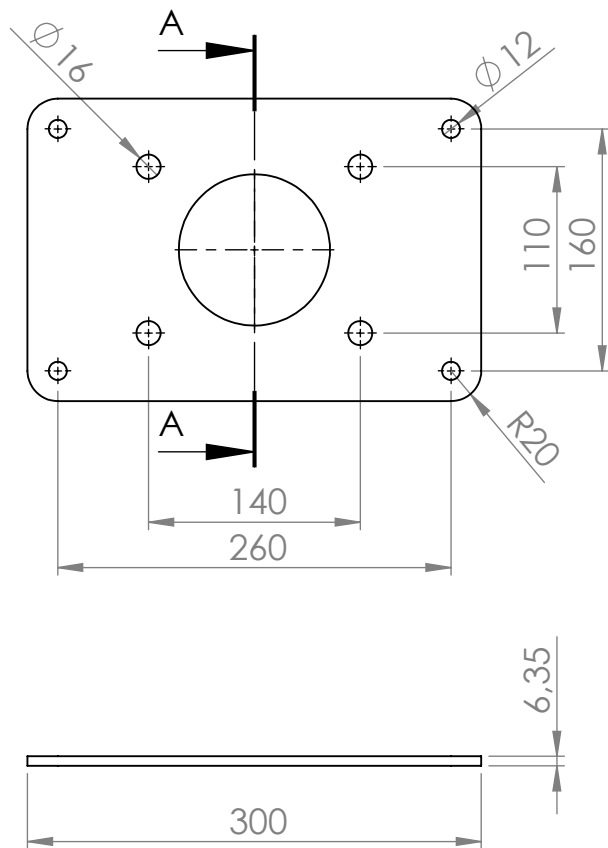


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Manillar	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:		CÓDIGO:	
	A4	Fund. gris SAE 120		PV01-04-00012	
		PESO:		ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1



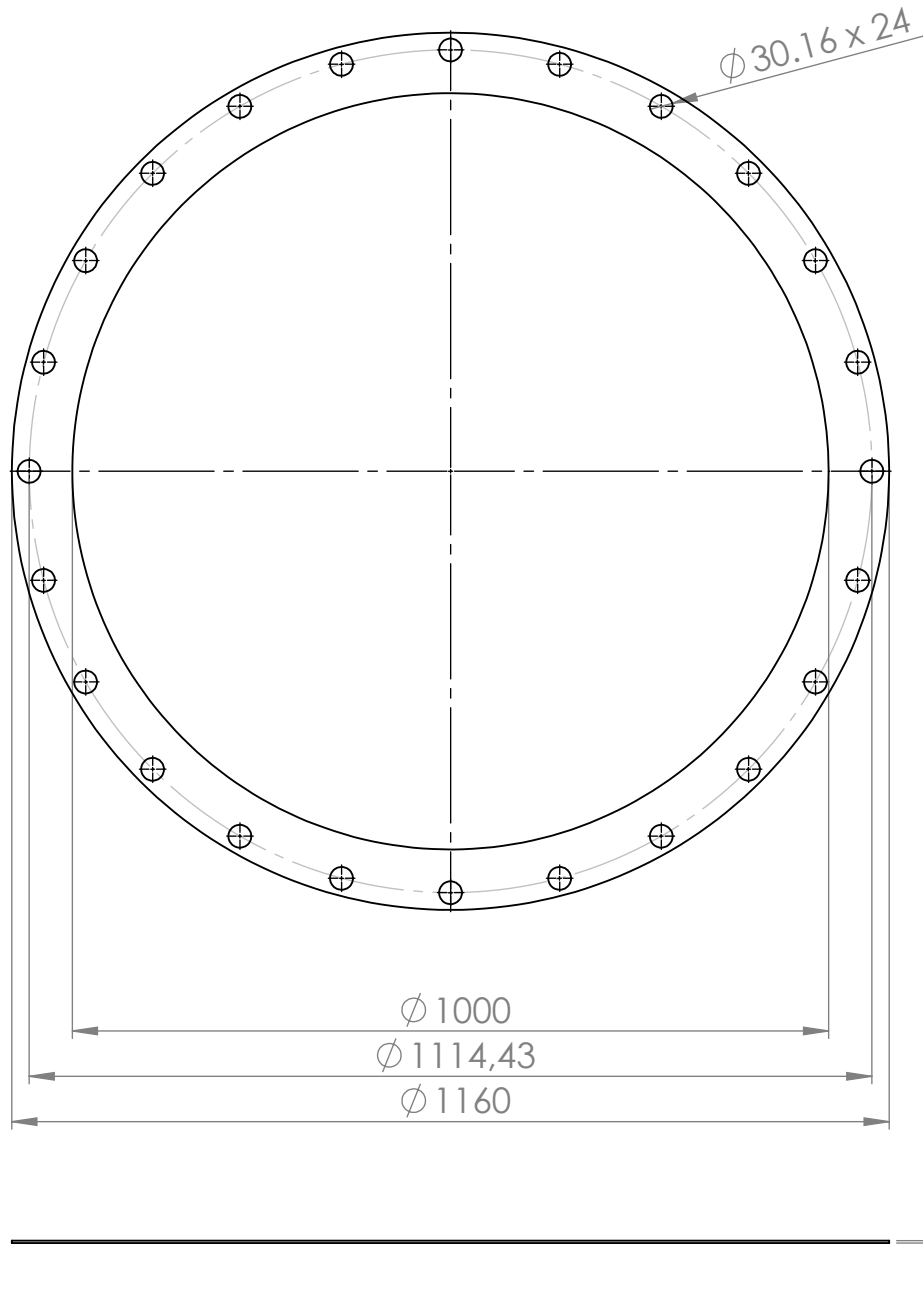
7	Pista de rodadura	STD	2
6	Suplemento	PV01-05-0001	1
5	Piñón	STD	1
4	Corona de orientación	STD	1
3	Placa soporte motor	PV01-05-0001	1
2	Motor hidráulico	STD	1
1	Unidad de potencia	STD	1
Nº	Denominación	Código	Cantidad

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	FERROCARRILES DEL SUR TÍTULO: Sub conjunto potencia giro	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ				CÓDIGO: PV01-05-0000	
NORMA:	FORMATO:	MATERIAL:			
	A3			PESO:	ESCALA: 1:50



SECCIÓN A-A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Placa soporte motor	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.			
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: IRAM F-22	CÓDIGO: PV01-05-0001		
PESO:			ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1	



NOTA: Chapa e=1/8".

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
				FERROCARRILES DEL SUR	
DENOMINACIÓN	FECHA	NOMBRE	FIRMA	TÍTULO:	
DIBUJÓ	07/07/18	Nores Morello R.		Suplemento	
VERIFICÓ					
APROBÓ					
FABRICÓ					
NORMA: 	FORMATO: A4	MATERIAL: IRAM F-22	CÓDIGO: PV01-05-0002		
PESO:			ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	