



Cambio de moldes en prensas para componentes automotrices

Gonzalo Broda - Elías Farías

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina

2026

Cambio de moldes en prensas para componentes automotrices

Gonzalo Broda - Elías Farías

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar
al título de:

Ingeniero/a Mecánico/a

Directores:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo Rodríguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2026

Para mi madre.

Agradecimientos

A nuestras familias, que sin ellos no podríamos haber estado hoy acá, tanto por su apoyo emocional como por el esfuerzo realizado.

A nuestros compañeros, pilares fundamentales para seguir avanzando pese a las dificultades de la carrera, apoyándonos mutuamente en cada instancia atravesada, en cada mate compartido, en cada hora de cursado, en cada examen. Aquellos que comenzaron como simples desconocidos pero cuya amistad forjada en tales condiciones perdurará a través del tiempo.

Y especialmente a nosotros, que tuvimos la fuerza de voluntad para sobrellevar la carrera, sus responsabilidades y obligaciones; que pese a las etapas de desgano o falta de motivación decidimos nunca bajar los brazos, y que pudimos llegar al final del camino por sinuoso que haya sido.

Resumen

El presente proyecto desarrolla una propuesta de mejora para el sistema de cambio de moldes de dos prensas de columnas de 400 toneladas utilizadas en la fabricación de componentes automotrices. La operación original se caracteriza por moldes de gran masa, tiempos de recambio elevados, dependencia de maniobras manuales y exposición de los operarios a riesgos asociados al desplazamiento y posicionamiento de cargas pesadas.

La solución propuesta consta en un sistema conformado por 5 mesas de almacenaje de moldes y un transbordador (desde ahora llamado carro) con capacidad para 20 toneladas de carga (es decir, 2 moldes) que corre sobre rieles y tiene la capacidad de cargarlos, posicionarse frente a las mesas o prensas y efectuar la carga y descarga del objeto. Lo que se busca es reducir el tiempo de recambio, mejorar la repetibilidad del posicionamiento, disminuir la intervención manual y aumentar la robustez del sistema.

Finalmente, combinando diseños a medida y artículos comerciales tales como elevadores de rodillos y cadenas semirrígidas, se logró bajar el tiempo de entre 45 y 60 minutos a 15 minutos eliminando casi en su totalidad la intervención humana, mejorando la automatización del proceso y su robustez.

Palabras clave: Molde, carro, prensa, cadena semirrígida, elevador.

Abstract

This project develops an improvement proposal for the die change system of two 400-ton column presses used in the manufacturing of automotive components. The original operation is characterized by large-mass dies, high changeover times, reliance on manual maneuvers, and operator exposure to risks associated with moving and positioning heavy loads.

The proposed solution consists of a system comprised of 5 die storage tables and a shuttle (hereafter referred to as the cart) with a load capacity of 20 tons (i.e., 2 dies) that runs on rails and has the capacity to load them, position itself in front of the tables or presses, and carry out the loading and unloading of the object. The objective is to reduce changeover time, improve positioning repeatability, decrease manual intervention, and increase system robustness.

Finally, by combining custom designs and commercial items such as roller lifters and rigid chains, the time was successfully reduced from 45 to 60 minutes down to 15 minutes, almost completely eliminating human intervention while improving process automation and robustness.

Keywords: Die, cart, press, rigid chain, roller lifter.

Contenido

Agradecimientos.....	4
Resumen.....	5
Abstract.....	6
Contenido.....	7
Introducción.....	8
Capítulo 1: Diagnóstico.....	10
Variables.....	10
Condiciones límite.....	11
Temas a desarrollar.....	12
Capítulo 2: Objetivos.....	13
Capítulo 3: Análisis de propuestas.....	14
Elevación del molde, movimiento del molde entre la prensa y el carro.....	14
Movimiento entre transbordador y mesas.....	17
Guiado transbordador y alineación.....	19
Desplazamiento del transbordador.....	21
Movimiento entre transbordador y mesas.....	24
Capítulo 4: Propuestas.....	25
Propuesta seleccionada.....	25
Capítulo 5: Diseños y cálculos.....	27
Carro principal.....	27
Mesa fija.....	30
Eje conductor.....	32
Cálculo de la transmisión.....	38
Movimiento de moldes.....	40
En la prensa.....	40
Carga y descarga.....	41
Movimiento de la cadena semirrígida.....	44
Guías lineales.....	44
Tornillo de bolas recirculantes.....	46
Servomotor.....	48
Conclusiones y recomendaciones.....	50
Conclusiones.....	50
Optimización de tiempos de proceso.....	50
Mitigación del riesgo operacional y factor humano.....	50
Robustez estructural.....	50
Rediseño y validación de los ejes.....	51
Selección de componentes e integración.....	51
Recomendaciones.....	51
Bibliografía.....	53
Anexo A: Planimetría.....	54

Introducción

En la industria manufacturera moderna, especialmente en el sector de componentes automotrices, la eficiencia operativa, la flexibilidad de los procesos y la seguridad del personal son pilares fundamentales para mantener la competitividad. La optimización de tiempos de preparación de maquinaria, concepto internacionalmente asociado a metodologías de mejora continua, resulta crucial cuando se opera en regímenes de producción en serie y de alta exigencia. El presente informe técnico aborda la reingeniería y por momentos el diseño de un sistema automatizado de cambio y almacenamiento de matrices para prensas hidráulicas de gran porte.

La relevancia de este estudio radica en la transformación de un proceso crítico y rudimentario en un sistema industrial robusto, seguro y eficiente. En la fabricación de piezas automotrices como alfombras y paneles aislantes acústicos y térmicos (puntualmente en este caso, pero puede aplicar también a componentes en general), las prensas aquí involucradas constituyen el núcleo del sistema productivo. Sin embargo, la productividad de estas líneas se ve severamente afectada si el recambio de sus herramientas, es decir, las matrices de conformado, se ejecuta de forma poco profesional, insegura e ineficiente.

Optimizar este procedimiento no sólo incrementa la tasa de utilización de las prensas al reducir los tiempos muertos, sino que disminuye drásticamente los riesgos de accidentes laborales asociados a la manipulación de cargas pesadas en voladizo o suspensión, impactando directamente en los costos productivos y, más aún, en la salud ocupacional.

La problemática surge a partir de la necesidad concreta de un proveedor de productores automotrices de primeras marcas. Como ya se mencionó, el núcleo del proceso consta de 2 prensas que operan ininterrumpidamente las 24 horas del día, dividida en tres turnos de trabajo. Para cumplir con la demanda, se requiere alternar la producción entre un total de 5 matrices distintas, cuyas masas oscilan entre los 5200 y los 9600 kg. Con respecto a la materia prima involucrada, se trata de planchas de tela conformadas por varias capas y materiales.

Históricamente, el traslado de las matrices desde un almacén alejado se realizaba mediante autoelevadores a través de las calles internas de la planta, quedando

expuestas a las inclemencias del clima y a los riesgos del propio proceso de traslado: tengamos en cuenta que un molde puede pesar hasta 10.000 kg y es transportado en las uñas de un autoelevador que, si bien tiene la capacidad de levantar dicho peso, es sumamente inestable y la carga no viaja eslingada. El posicionamiento final sobre las prensas resultaba engorroso y peligroso, requiriendo que los operarios utilicen barretas, palancas y golpes físicos con el autoelevador para lograr la alineación necesaria. Este método demandaba un total de 5 operarios (1 conductor y 4 para alineación) y conllevaba una alta exposición a riesgos de atrapamiento, sobreesfuerzos y colisiones.



Autoelevadores LMA

Figura 1: Autoelevador utilizado durante el proceso.

Frente a este escenario, se implementó una primera solución que consistía en disponer de 5 mesas fijas de almacenamiento frente a las prensas y un carro simple sobre vías que utilizaba un sistema de 9 malacates para tirar de los moldes. No obstante, dicha solución no cumplió con las expectativas del cliente:

- Tiempos elevados: el recambio demandaba entre 45 y 60 minutos desde el fin de un lote hasta el inicio del siguiente.
- Falta de robustez: el sistema era lento, susceptible a fallos operativos y carecía de una automatización real, dependiendo del criterio del operario.
- Inseguridad: los métodos de seguridad mecánicos eran sumamente endebles y propensos a olvidos.

Capítulo 1: Diagnóstico

Visto y considerando lo mencionado en la introducción del presente informe y analizando aquella primera solución ejecutada, podemos dictaminar que hay aspectos del proyecto que dieron buenos resultados y otros que lo hicieron deficientemente.

A esto se suman condiciones ambientales hostiles inherentes al proceso, como la presencia constante de partículas de materia prima en suspensión (pelusas) y salpicaduras de agua de calentamiento del molde, aproximadamente a 60 °C, factores que aceleran la oxidación y bloquean los mecanismos mal diseñados.

Variables

Luego del análisis de la situación, se define el siguiente listado de variables involucradas:

- **Peso de los moldes**
 - Molde 1: 8.379 Kg
 - Molde 2: 6.400 Kg
 - Molde 3: 9.214 Kg
 - Molde 4: 9.640 Kg
 - Molde 5: 5.260 Kg
- **Dimensiones de los moldes**
 - Molde 1: 1400 mm x 2000 mm x 720 mm
 - Molde 2: 1275 mm x 2150 mm x 727 mm
 - Molde 3: 1680 mm x 1960 mm x 638 mm
 - Molde 4: 1680 mm x 1960 mm x 685 mm
 - Molde 5: 1280 mm x 1400 mm x 720 mm
- **Prensas:** del tipo de “columnas”, de 400 toneladas de fuerza cada una
- **Tiempo de proceso**
- **Seguridad operacional**
- **Precisión del sistema**

- Velocidad de montaje y desmontaje del molde
- Velocidad de traslación del carro
- Personal necesario
- Elementos de potencia
- Infraestructura operativa
- Espacio físico disponible
- Elementos de sujeción y manipulación
- Desnivel del suelo
- Montaje y armado del sistema

Condiciones límite

A continuación se describen las condiciones límites que van a ser tenidas en cuenta al momento de realizar el desarrollo del proyecto.

- Espacio disponible: existe una distancia definida entre prensa y prensa.
- Capacidad máxima de carga: el sistema debe tener la capacidad de soportar pesos de hasta 10.000 kg más un factor de seguridad.
- Tiempo de proceso: el cliente requiere un tiempo máximo entre el fin de un lote y el comienzo de otro, definido en 15 minutos.
- Dimensiones del molde: la solución adoptada debe tener compatibilidad de moldes entre el más pequeño y el más grande.
- Dimensiones de las prensas: ambos equipos tienen áreas de trabajo definidas y distintas entre sí.
- Infraestructura disponible: Condiciones del entorno en el que se instalará el sistema.
- Seguridad: Necesidad de protección contra atrapamientos, sobrecargas y ergonomía.

- Posición: el molde debe quedar ubicado sobre la prensa dentro de un rango de tolerancia debido al método de fijación (ranuras T estándar).

Temas a desarrollar

Se llevará a cabo un análisis de la solución ya planteada y se ejecutarán las acciones correspondientes sobre aquellos aspectos que no cumplieron satisfactoriamente con los objetivos.

Capítulo 2: Objetivos

Luego del análisis de situación y con vistas de revertir el diagnóstico planteado, se establecieron los siguientes objetivos técnicos y operativos para el rediseño del sistema:

- Reducción del tiempo de proceso: Disminuir el tiempo de recambio de la matriz a 15 minutos.
- Optimización del factor humano: Reducir la dotación de personal necesario, limitando sus funciones a tareas esenciales de inspección visual y revisión previa, eliminando el esfuerzo físico y la variabilidad de criterios.
- Elevación de la seguridad operacional: mitigar de forma integral la matriz de riesgos (atrapamientos, caídas de carga, fallos de sujeción) mediante el rediseño mecánico y la incorporación de sistemas de control fiables.
- Mejorar la robustez del proceso y equipos. Lograr reducir o eliminar factores que puedan interferir en el funcionamiento del sistema, simplificando el proceso.
- Revisión y optimización de aspectos mecánicos de índole estructural, de transmisión de potencia y movimiento de los moldes.
- Centralizar elementos de movimientos de molde, limitándose, preferentemente, a que sólo se encuentren sobre el carro.

Capítulo 3: Análisis de propuestas

Para la elección de la propuesta de solución se ha confeccionado una tabla en la que las columnas son los distintos aspectos a atacar mientras que en las filas se listan las distintas opciones consideradas. En el listado debajo se detallan dichas columnas y bajo cada subtítulo se describe brevemente la opción analizada y las razones de su descarte, según corresponda.

Elevación del molde, movimiento del molde entre la prensa y el carro

- Elevador de rodillos junto a un sistema de empuje y tiro del molde: se trabajaría con artículos comerciales de fácil montaje, simple y confiable. Al ser rodillos los elementos rodantes (en lugar de bolas, por ejemplo), contribuye a evitar el desplazamiento del molde en sentido transversal, ayudando a evitar el desplazamiento transversal. Como contraparte, la superficie de trabajo debe estar en óptimas condiciones.



Figura 2: Elevadores de rodillos comerciales

- Elevador de bolas junto a un sistema de empuje y tiro del molde: tiene las mismas características funcionales del elevador de rodillos pero presenta una desventaja al trabajar con bolas ya que el molde sería más propenso a los desalineamientos.



Figura 3: Elevadores de bolas comerciales

- Tapa inferior y uñas por encima o por debajo: consiste en un sistema similar al de las uñas de un autoelevador que depositan el molde dentro de la prensa, pero con mayor precisión mecánica que el propio autoelevador. Esta opción se descarta principalmente porque la carga quedaría suspendida a varios metros del centro del carro, generando un momento torsor muy elevado. También hay que considerar que el molde debe poder descargarse de las uñas para que éstas puedan retraerse.

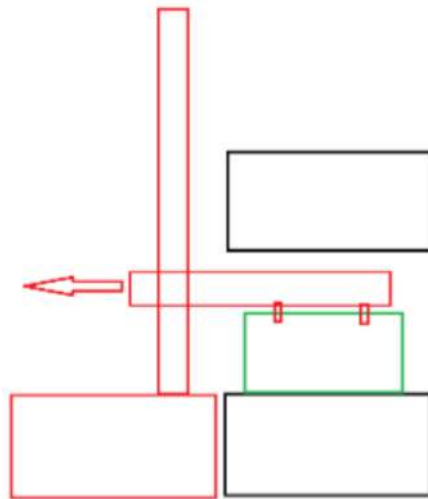


Figura 4: Sistema de uñas por encima o por debajo, vista lateral

- Pluma en cruz: se piensa en un sistema similar a una grúa para construcción, compuesto de una columna vertical y una viga que desplaza al molde. Como ventaja tiene que podríamos elevar y trasladar utilizando un sólo equipo pero nuevamente nos encontraríamos con problemas de inestabilidad por la carga en voladizo junto a la propia dificultad constructiva.

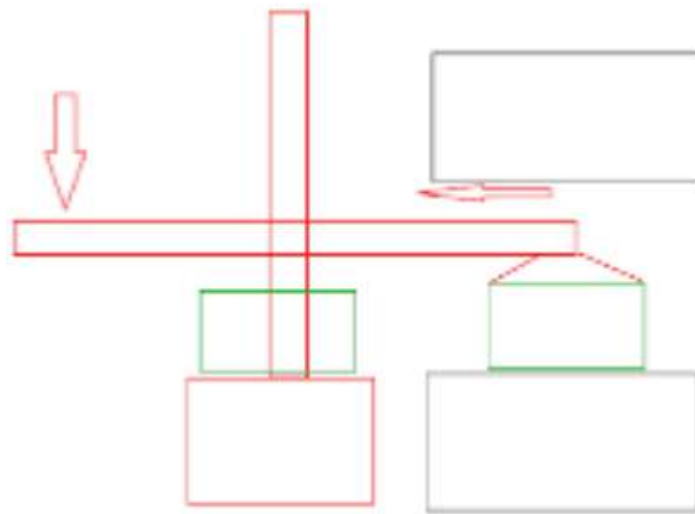


Figura 5: Elevador en cruz, vista lateral

- Pórtico telescópico con sujeción superior: constituido por un pórtico que se desplaza sobre rieles a lo largo de vías, contendría un sistema telescópico para el movimiento del molde. Se descarta ya que nuevamente habría carga en suspensión generando un gran momento torsor, el sistema completo debería poder girar para depositar el molde sobre las mesas o poder accionarse en dos sentidos distintos.

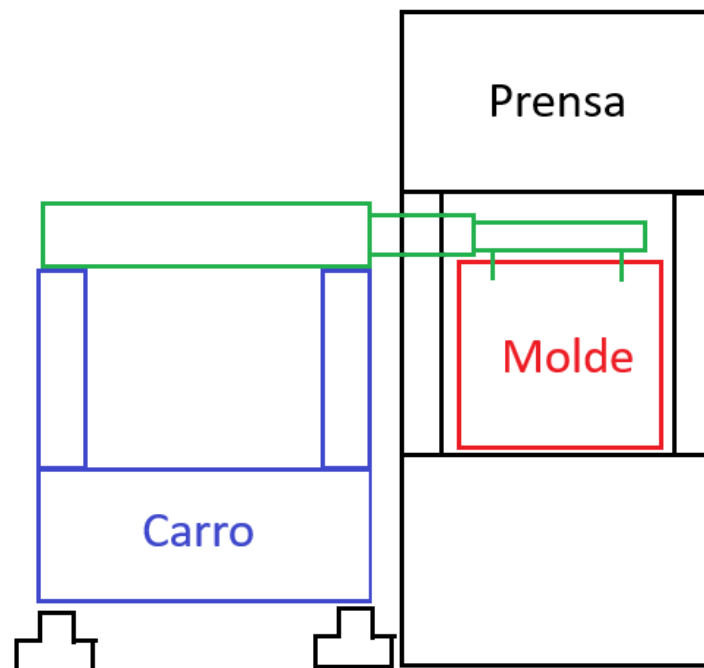


Figura 6: Pórtico telescópico, vista lateral

- Tapa superior y rodillos telescópicos apoyados: la carga se desplazaría apoyada, descartando el riesgo de tener la carga suspendida. Como contraparte, el diseño sería complejo ya que se debe poder desplazar el molde en ambos sentidos.

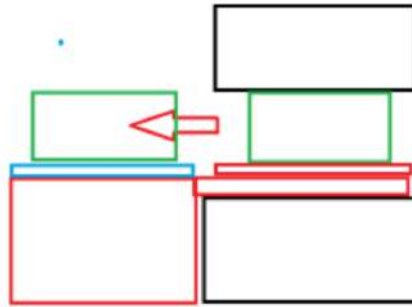


Figura 7: movimiento con rodillos telescópicos, vista lateral

- Elevación magnética: similar a la alternativa anterior pero utilizando tecnología de levitación magnética para despegar el molde de la superficie de apoyo. Los movimientos serían suaves y controlados pero el costo sería muy elevado, es una tecnología compleja y poco convencional en este tipo de entornos y situaciones.

Movimiento entre transbordador y mesas

En este apartado nos enfocamos en cómo se realizará el traslado del molde entre las prensas y entre las distintas mesas de almacenaje. Hay que tener en cuenta que el objetivo es reducir el tiempo de recambio, por lo que un aspecto fundamental es reducir al máximo la cantidad de viajes efectuados por lote.

Todas las opciones giran en torno a un sistema transbordador tipo carro pero el desafío radica en *cómo* debería ser para lograr el objetivo.

- Tipo revólver: cuenta con la ventana de transportar todos los moldes, podría lograrse buena precisión y recambio rápido ya que todos los moldes estarían a disposición. Por otro lado, la masa a desplazar sería mucho mayor, debiendo caer en un diseño más complejo y robusto, mayor resistencia mecánica y mayor potencia requerida.

- Carro simple: es el aplicado actualmente, cumple satisfactoriamente y se podría tomar como base para una re ingeniería de mejora, pero al momento de optimizar tiempos es complejo ya que sólo permite desplazar un molde, necesitando varios viajes en cada cambio.
- Carro doble horizontal: consiste en un carro que tiene la capacidad de almacenar dos moldes, uno junto al otro. De esta manera se podría cargar el nuevo molde a utilizar y, en dos movimientos, retirar el molde de la prensa y ubicar el nuevo. Su construcción sería simple y podría ahorrar recorridos, requeriría más potencia que un carro simple pero menos que uno tipo revolver.

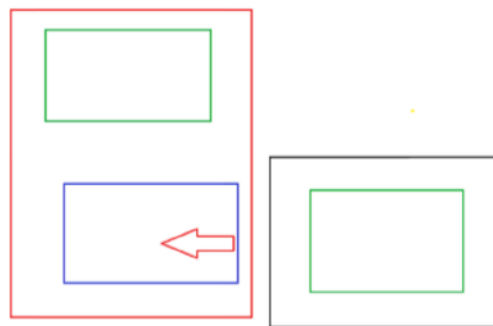


Figura 8: carro doble, vista en planta

- Carro de dos pisos: cuenta con la ventaja de ocupar menos espacio que otras opciones pero resulta más complejo en su construcción, se requiere una fosa industrial, desarrollar el sistema de elevación y descenso del molde.

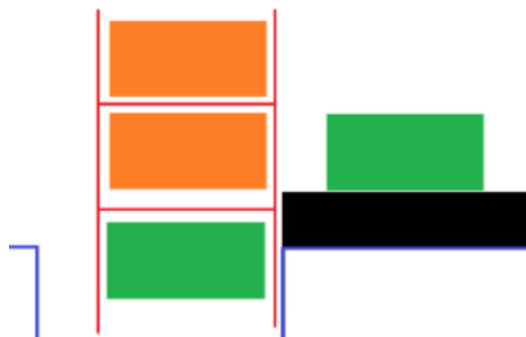


Figura 9: carro de dos pisos, vista lateral

- **Puente grúa:** si bien parece algo trivial, es una opción que se podría considerar. Es excelente en cuanto a la versatilidad de movimientos y, además, se puede utilizar para otras tareas o en otras máquinas, lo que mejora la tasa de amortización de la inversión. Por otro lado y enfocándonos directo en nuestro problema a solucionar, seguiría presentando dificultades para la carga y descarga del molde en las prensas debido a la configuración de las mismas. También se tiene que tener en cuenta la infraestructura de la nave industrial y si la misma cuenta con las condiciones civiles requeridas para una obra de tal magnitud.



Figura 10: puente grúa

Guiado transbordador y alineación

En este apartado analizaremos distintas opciones para el desplazamiento y el guiado del transbordador; no nos referimos a cómo se desplazará sino sobre qué lo hará, y cuál será el método de guiado.

- **Riel/rieles:** es un método simple, económico, efectivo y que admite gran capacidad de carga. Uno de los aspectos negativos a tener en cuenta es el patinamiento y su consecuente posicionamiento.

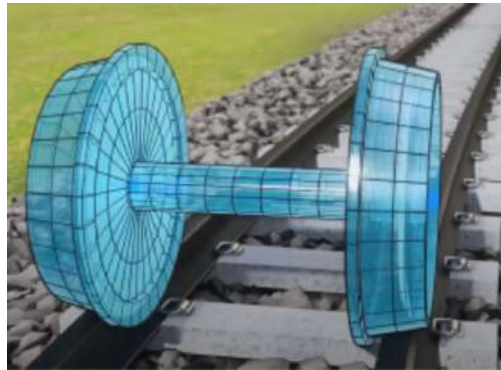


Figura 11: riel/rieles

- Guiado automático: es un sistema óptico como los que tienen los vehículos no tripulados de asistencia industrial, que van escaneando y siguiendo líneas en el piso. Esta opción se descarta ya que presenta un costo excesivo además de que tiene demasiado potencial para el uso que se le dará. Se podría decir que no valdría la pena utilizar una herramienta tan potente en un aplicación tan básica como desplazarse en línea recta.



Figura 12: vehículo autónomo

- Guardarrail: sistema simple y de bajo costo pero que tiene muy poca precisión y poca capacidad de posicionamiento. Es un sistema demasiado brusco y estaría vinculado a masas en movimiento muy elevadas, por lo que sufriría un desgaste permanente.

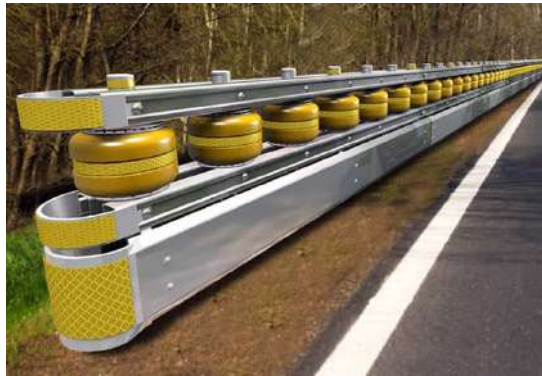


Figura 13: guardarrail

- Guía automática con sensores: consta de un sensor que va midiendo una distancia de referencia y ajustándose en consecuencia. Parece un sistema simple pero acarrea un complejo sistema de dirección para poder contrastar las desviaciones censadas.

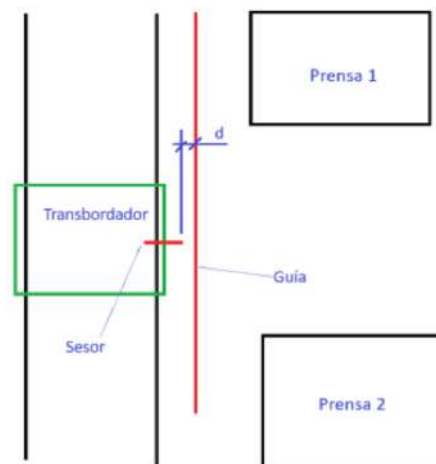


Figura 14: Guiado con sensores

Desplazamiento del transbordador

En el siguiente subtítulo se detallan las distintas opciones consideradas para desplazar el transbordador, y un breve comentario al respecto de por qué se descartan.

- Cilindro hidráulico: son capaces de realizar fuerzas elevadas en tamaño relativamente reducido, pero en este caso las distancias son tan grandes que sería impracticable incluso considerando una construcción de doble vástago

o telescópico. Además, requiere de una propia central hidráulica con su consecuente mantenimiento.



Figura 15: Cilindro hidráulico

- Motor eléctrico trifásico: es la opción más sencilla, confiable y económica. Lógicamente debe ir vinculado a un reductor no sólo para bajar las RPM sino también para maximizar el torque entregado, pero es una situación que se puede sortear fácilmente con elementos comerciales estándar.



Figura 16: Motor trifásico

- Manual: realizando un sistema de cadenas y piñones de distintos tamaños (similar a los de una bicicleta) se podría realizar un sistema de transmisión manual. Queda descartado principalmente por la dificultad de su construcción ya que requeriría mucho tiempo de cálculo y diseño, además de que no podría cumplir con los objetivos de tiempo planteados ni con el de disminuir la interacción humana.
- Levitación magnética: similar a un tren de los comúnmente denominados “bala”, tiene como ventajas la precisión, la suavidad en sus movimientos y el bajo nivel de ruido, pero queda descartado por obvias razones tecnológicas, de costo, constructivas y de disponibilidad.

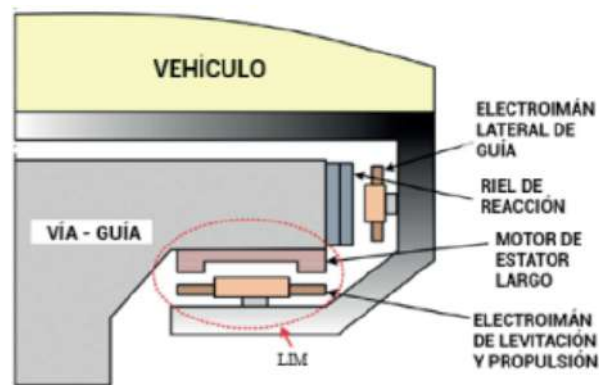


Figura 17: Levitación magnética

- Piñón y cremallera: Tiene buena capacidad de transmisión del torque, es un sistema preciso y simple, capaz de ser resuelto con elementos comerciales. Para tener en cuenta, si fuesen del tipo helicoidal disminuye mucho el nivel de ruido. Como contracara, son distancias muy largas las implicadas por lo que la alineación podría presentar grandes desafíos, y la cremallera helicoidal no es algo tan sencillo de conseguir de manera comercial.



Figura 18: Piñón y cremallera

- Motor hidráulico: entre sus ventajas se encuentran la capacidad de entregar torque y las altas potencias en tamaños reducidos, además de ser bidireccionales lo cuál es algo valorable en este proyecto. Como contrapartida, requiere conexionado costoso (mangueras brochadas con capacidad para alta presión), central hidráulica independiente, largos recorridos que generarán elevadas pérdidas de presión.



Figura 19: Motor hidráulico

Movimiento entre transbordador y mesas

Finalmente, el último gran aspecto a resolver es el movimiento del molde entre el transbordador y las mesas fijas de almacenaje.

Al encarar el proyecto desde un punto de vista integral y centralizado en el transbordador, la solución elegida será aquella que pueda cumplir con los movimientos en ambos sentidos, es decir, tomando como punto central el transbordador y desde allí distribuirlo tanto a las prensas como a las mesas.

Por lo tanto, las opciones analizadas en este apartado serán las mismas que las mencionadas en el subtítulo “Movimiento entre transbordador y prensas”, del presente capítulo.

Capítulo 4: Propuestas

En este capítulo se elige una solución para cada aspecto del proyecto que, en conjunto, conformarán la solución global final.

Del capítulo 3 surge un análisis de las posibles soluciones a cada punto de interés. Lo que se busca es que sea una solución factible y abordable, no que sea fruto de la mera combinación azarosa de los componentes de la matriz.

Se prioriza y es deseable poder solucionar cuestiones puntuales con elementos comerciales y, con respecto al diseño mecánico propio, aquellas que presenten el mejor balance entre dificultad y funcionalidad.

Propuesta seleccionada

Se listan debajo y en forma de ítems los puntos a enfrentar y la solución seleccionada.

- Elevación del molde y movimiento prensa - transbordador

Elevador de matrices estándar, de rodillos. Se elige porque cumple satisfactoriamente con el objetivo y su simplicidad. Es un elemento comercial muy bien logrado, diseñado específicamente para tal fin.

- Transbordador: carro doble horizontal

Se elige ya que su construcción es simple y permitiría ahorrar desplazamientos al tener capacidad para dos moldes. Se toma una estructura ya conformada que será sometida a ensayos de esfuerzos y desplazamientos para verificar su construcción y, en caso de resultados positivos, se proseguirá con el diseño.

- Guiado transbordador: guía riel y alineación mecánica

La guía riel (tipo tren) es simple y económica. Conlleva su trabajo de alineación al momento del montaje pero es logable dentro de parámetros aceptables y de este proyecto.

Con respecto a la alineación del molde, se utilizarán rodillos giratorios montados sobre el carro y las mesas. De esta manera se forzará al molde a ubicarse siempre en el centro.

- Desplazamiento transbordador: motor eléctrico trifásico

El motor eléctrico trifásico es un elemento comercial ampliamente difundido y estandarizado que, junto a una caja reductora, nos dará lo que necesitamos para lograr el movimiento.

- Movimiento transbordador - mesa de almacenaje: alineación mecánica

El mismo método de alineación seleccionado en el ítem N° 3 permite la extracción y carga del molde tanto en la prensa como en las mesas de almacenaje.

Capítulo 5: Diseños y cálculos

En el presente capítulo abordaremos el cálculo de los distintos componentes del proyecto. Algunos deben ser verificados para evaluar si el diseño implementado cumple satisfactoriamente y tomar decisiones en consecuencia, otros deben ser calculados y dimensionados desde cero. También abordaremos cálculos para elección de elementos comerciales tales como motor trifásico, guías lineales, tornillos de bolas recirculantes, entre otros.

Con respecto a lo que la verificación conlleva, nos enfocaremos en un ensayo por elementos finitos de la estructura del carro y las mesas fijas (una de ellas) para analizar tensiones y desplazamientos. Luego, verificaremos el eje conductor del carro.

Se toman estos ítems en particular ya que conforman el núcleo principal del nuestro proyecto. Es un proyecto un tanto repetitivo por lo tanto no tendría sentido dedicar recursos a analizar todas las mesas de almacenaje, todos los ejes, o incluso ambas estructuras que conforman el carro. Se buscó trabajar de una forma simétrica y repetitiva precisamente por esta razón. De igual manera, en caso de no haber podido cumplir con la igualdad de piezas deseada, se buscaron alternativas similares con el fin de evitar cálculos repetitivos.

Carro principal

La estructura utilizada surge de la solución no satisfactoria del proyecto original. Sin embargo, su función sí la cumplió de manera positiva. Está constituida en su totalidad por perfiles Grey 160, más algunas placas soldadas y funcionales al diseño.

Se realizará la verificación por elementos finitos ya que originalmente no se le hizo ningún ensayo ni cálculo, y además servirán como base para saber si es factible un carro doble como el que se piensa ejecutar.

En la figura 20 se observa la distribución de carga que generaría el molde (las flechas de color violeta con sentido hacia abajo) mientras que en verde los puntos donde se anclarán los rodamientos.

La carga a soportar son los 10.000 kg máximos de un molde y además se tiene en cuenta el peso de la propia estructura, conformando en total unos 12.000 kg aproximadamente.

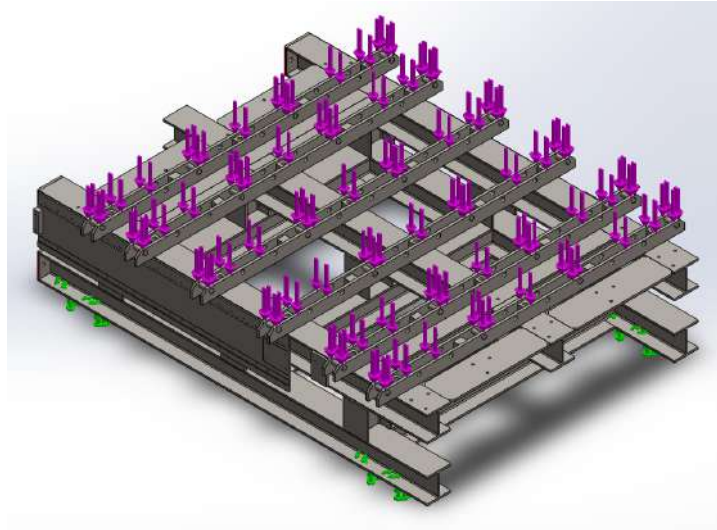


Figura 20: distribución de cargas en el carro

En las figuras 21 y 22 se ven los valores de las tensiones luego de ejecutar el ensayo. Se puede observar que, utilizando la herramienta de iso-superficies de Solidworks, un porcentaje muy bajo (2,7%) de todos los puntos de la estructura se encuentran por encima del límite elástico, allí donde están los anclajes.

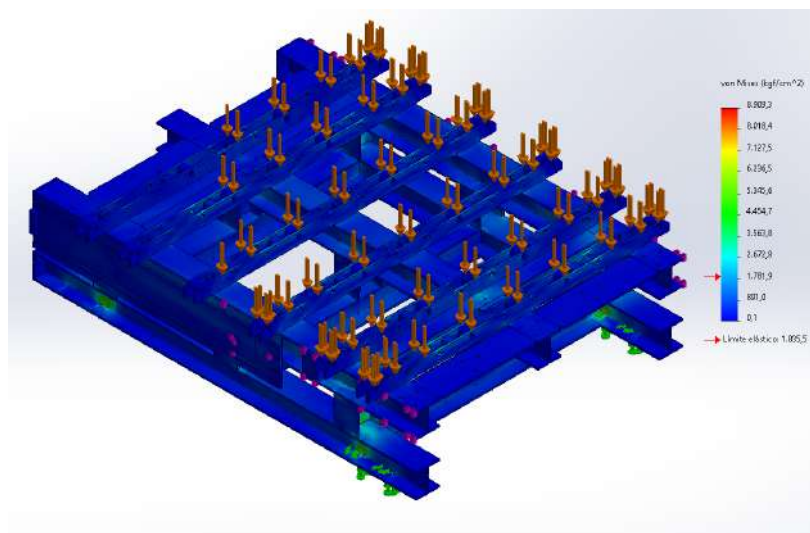


Figura 21: tensiones

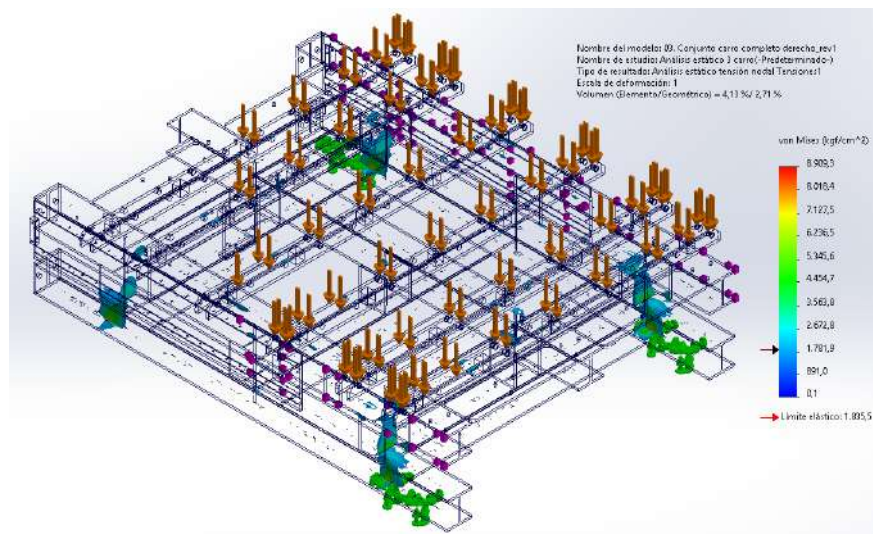


Figura 22: iso-superficies, límite elástico

En la figura 23 se analizan los desplazamientos que sufre la estructura bajo la carga. Vemos que los mayores valores se dan en el centro lo cual es totalmente esperable y lógico, alcanzando valores de 3 mm. Puede parecer elevado pero considerando que nuestro principal punto a evaluar los desplazamientos es en los laterales (ya que allí es donde entra en juego la alineación con las prensas y las mesas) y allí contamos con herramientas para ajustar el desnivel, damos por válido el resultado.

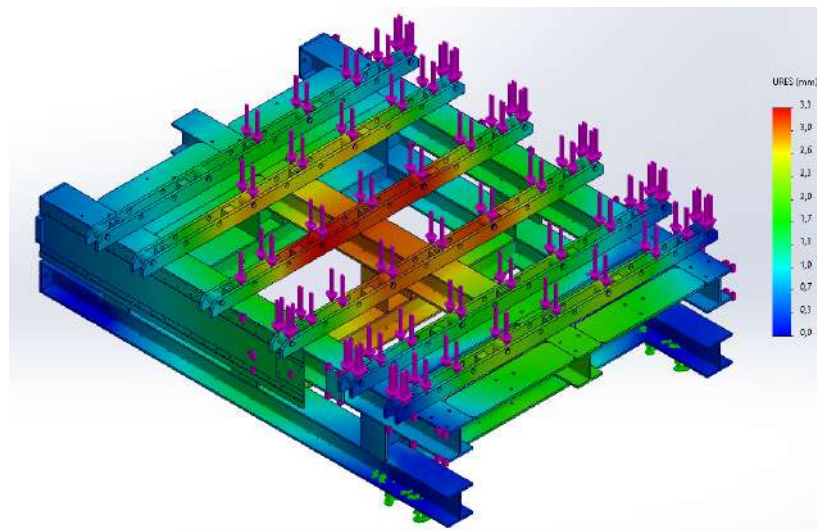


Figura 23: deformaciones

Se puede considerar que la estructura es satisfactoria y cumple con los requisitos para ser utilizada. Será sometida a algunas modificaciones de soldadura y mecanizado para adaptarla al nuevo diseño, pero la base es adecuada.

Mesa fija

Al igual que en la estructura del carro, se aplica la carga sobre la mesa pero esta vez no se tiene en cuenta el peso de la misma. Al ir anclada al piso, es un peso que no presenta considerable relevancia, no así el peso del molde que, al igual que en el caso anterior, se considera de 10.000 kg. Como puntos de anclaje tenemos las 7 patas fijas de la mesa.

En las figuras 24, 25, 26 y 27 se observa la carga aplicada y sujeciones, la distribución de tensiones, los puntos críticos y los desplazamientos, respectivamente.

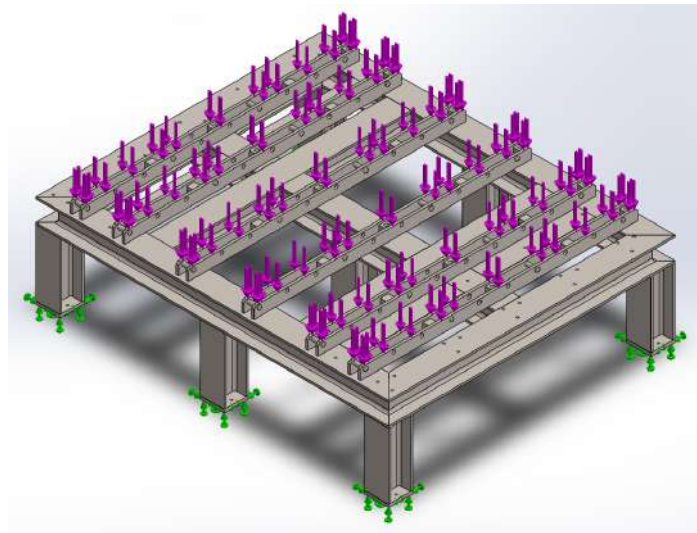


Figura 24: Distribución de cargas en la mesa

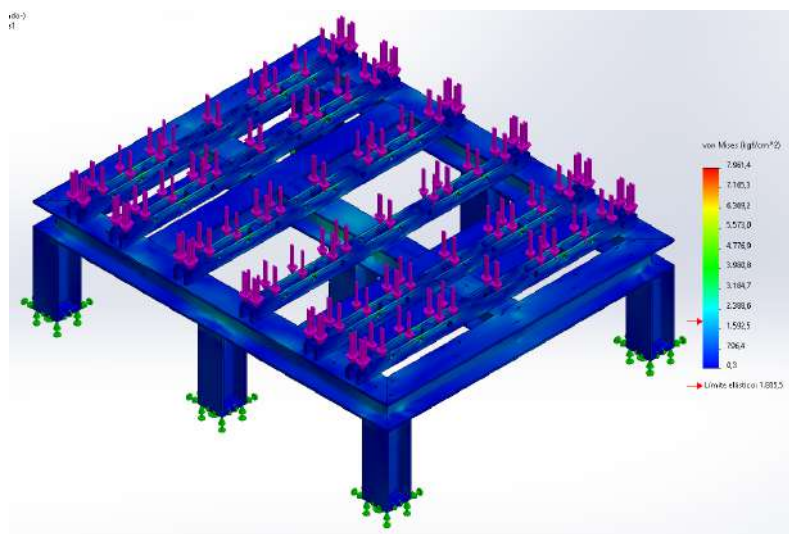
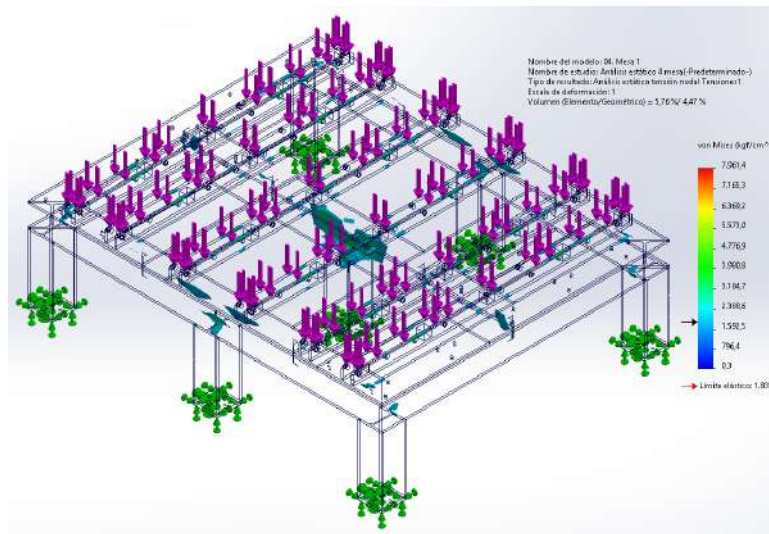
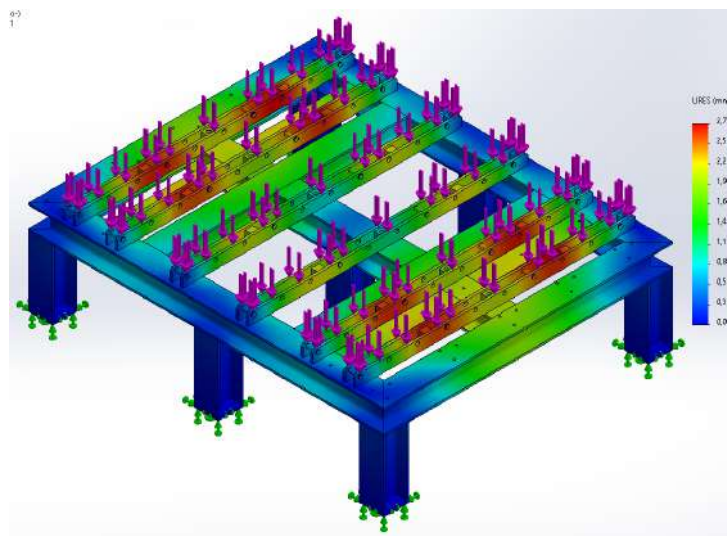


Figura 25: Tensiones**Figura 26: iso-superficies límite elástico****Figura 27: deformaciones**

Considerando las tensiones, vemos que nuevamente un porcentaje de tensiones por encima del límite elástico es bajo (4%) aunque levemente mayor que en el carro. La zona central de la estructura es la que está más cargada en lo que a unión de perfiles y superficies complejas se refiere, por lo que es un resultado lógico.

Con respecto a las deformaciones vemos que son marcadas en el centro de los apoyos del molde, allí donde están en voladizo, de igual manera la máxima deformación ronda entre 2,5 mm y 2,7 mm. En el principal punto de interés hay

deformaciones de menos de 1 mm, totalmente salvable con las herramientas de nivelación con las que contamos.

Eje conductor

En este punto se verificará el eje utilizado para transmitir la potencia del motor a las ruedas del carro. Consta de dos instancias: la primera sobre el eje original del proyecto y la segunda tomando acción sobre los resultados obtenidos en la primera.

Comenzamos con el eje original de $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ " pero aplicado a nuestro nuevo diseño de doble carro. La distribución de cargas se ve en la figura 28.

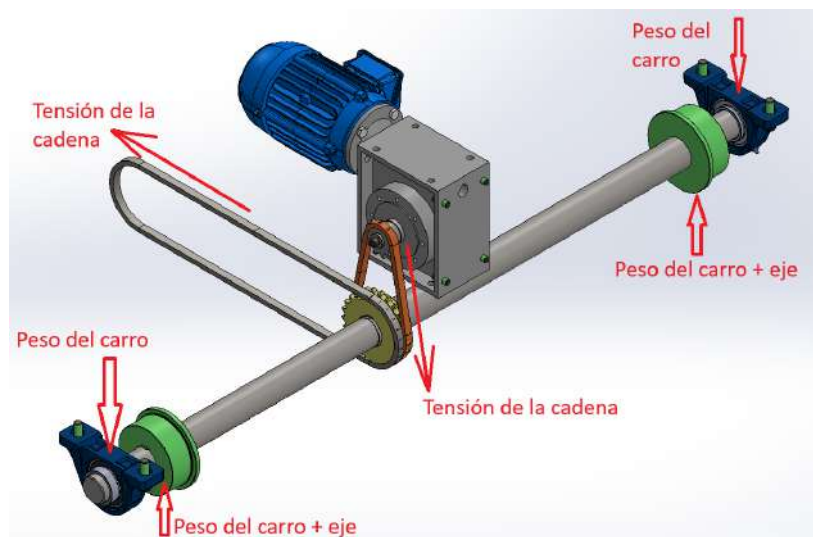


Figura 28: distribución de cargas en el eje

El método de cálculo elegido fue el descrito por en el libro *Diseño de elementos de máquinas* [1]. En este caso se contaba con un eje sometido a la flexotorsión, por lo que el diámetro de cada sección fue calculado según la ecuación 12-24 del citado capítulo.

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{KtM}{S'n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3} \quad (12-24)$$

La ecuación propone, en cada sección de interés, calcular el momento flector y torsor generado por las cargas aplicadas, en conjunto a otros factores tales como el coeficiente de seguridad, propiedades del material y mecanizados involucrados (por

ejemplo, desahogos para rodamientos, chaveteros, chaflanes, etc.) con el objetivo de obtener el diámetro mínimo en cada sección.

En la figura 29 se muestra el diagrama de cuerpo libre del eje en el plano vertical. Las fuerzas involucradas allí son el peso del carro W , las dos reacciones de apoyo representadas por las ruedas y la componente en Y de la fuerza que ejerce la cadena vinculada al reductor. De manera similar, en la figura 30 aparecen las componentes involucradas en el plano horizontal: las reacciones de las ruedas en dicho plano, la componente en X de la tensión de la cadena del reductor y la componente en X de la cadena que vincula ambos carros.

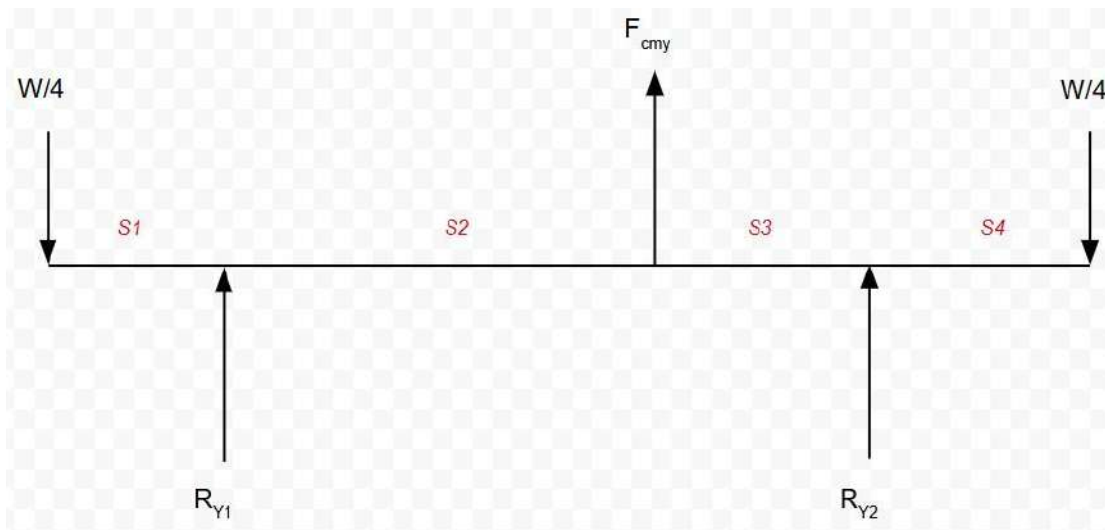


Figura 29: Diagrama de cuerpo libre plano vertical

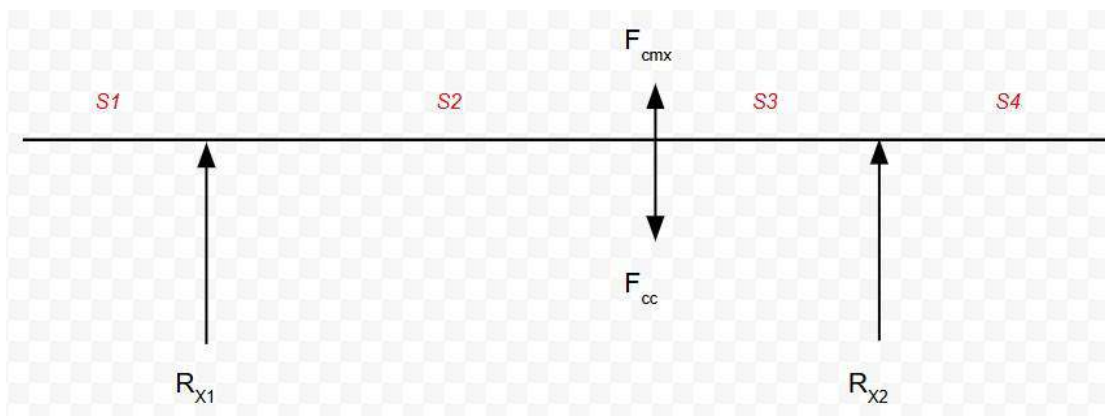


Figura 30: Diagrama de cuerpo libre plano horizontal

El cálculo de reacciones arrojó el siguiente resultado:

$$R_{Y1} = 2544 \text{ Kg}; R_{Y2} = 2349 \text{ Kg}; R_{X1} = 144 \text{ Kg}; R_{X2} = 204 \text{ Kg}$$

Cabe destacar antes de mostrar los resultados, que el material utilizado es un SAE 4140 cuyas propiedades fueron extraídas del libro *Diseño de elementos de máquinas* [2].

En la sección 1, donde sólo se tiene un rodamiento, sólo existe momento flector. El cálculo de la sección según la ecuación 12-24 arrojó el siguiente resultado:

$$\phi_{s1} = 4,7 \text{ cm}$$

En la sección 2, donde toma protagonismo la rueda, hay allí un chavetero y, además del momento flector, existe también un momento torsor. El cálculo de la sección según la ecuación 12-24 arrojó el siguiente resultado:

$$\phi_{s2} = 8,3 \text{ cm}$$

En la sección 3 es donde se aloja el piñón doble que recibe la potencia del reductor y la transmite no sólo a las ruedas sino también a la cadena del carro contiguo. Como ya vimos en la sección 2, el valor del diámetro requerido comienza a ser considerable, y esta sección no fue la excepción:

$$\phi_{s3} = 11,1 \text{ cm}$$

La sección 4 no fue calculada debido a que ya obtuvimos el diámetro en la sección más solicitada.

Es evidente que un eje de poco más de 11 centímetros de diámetro no es algo factible, al menos no en este tipo de aplicación. Analizando los resultados, vemos que el momento flector en la sección del piñón doble es excesivamente elevado debido a la tensión de la cadena del reductor (en el plano vertical) y a la tensión de la cadena del carro contiguo (en el plano horizontal).

Una de las dos propuestas utilizadas para mitigar este efecto fue colocar un rodamiento con apoyo en el centro del eje, vinculado a la estructura del carro, que sirva como “anclaje” para el eje y así mantener a raya los valores de dichos momentos y los desplazamientos.

La segunda propuesta utilizada surge del análisis de la ecuación 12-24: el material. Esto influye directamente en el valor del diámetro, por lo que un material de mejores propiedades mecánicas es fundamental para mejorar la situación.

Al aplicar ahora un rodamiento en el centro del eje, el sistema se convierte en hiperestático y complejiza el cálculo manual. Es por eso que los ensayos y verificaciones de las mejoras aplicadas fueron hechas utilizando simulación por elementos finitos.

El primer ensayo consistió en la aplicación del rodamiento central, manteniendo el material original SAE 4140 (o 42CrMo4). Aprovechando las bondades del diseño paramétrico que ofrece el software, se fue alternando con distintos diámetros analizando cómo surtía efecto, siendo esperable que, a mayor diámetro, menores tensiones y desplazamientos. Se fija el diámetro en 3" (76,2 mm) y se ejecuta el ensayo. En la figura 31 y 32 vemos los resultados de tensiones y desplazamientos, respectivamente..

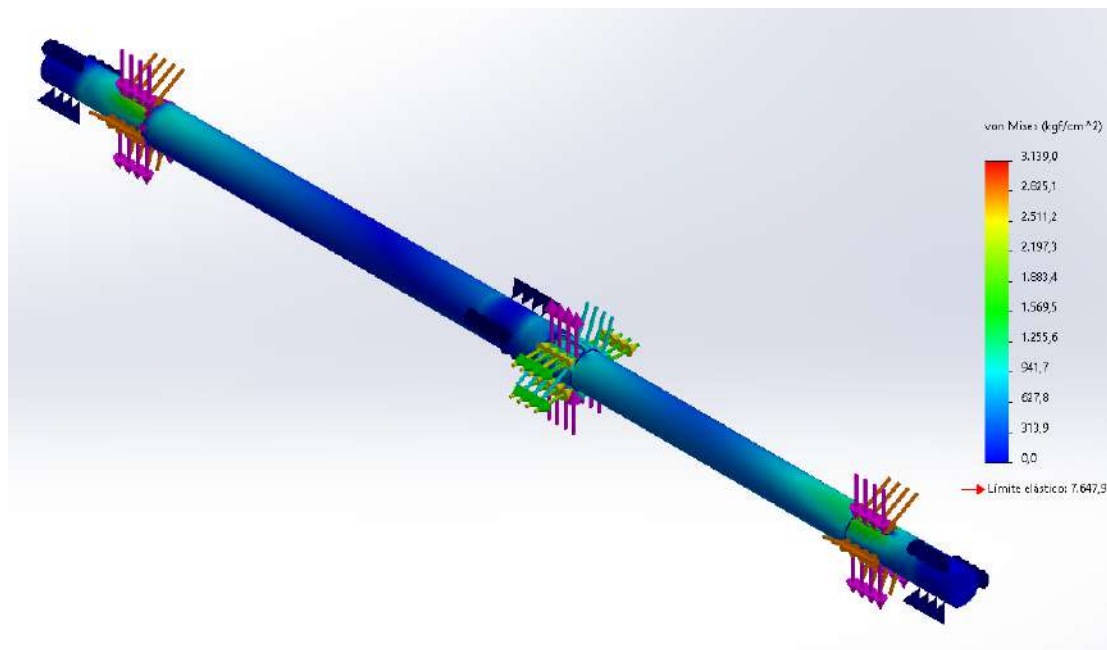


Figura 31: Tensiones en el eje

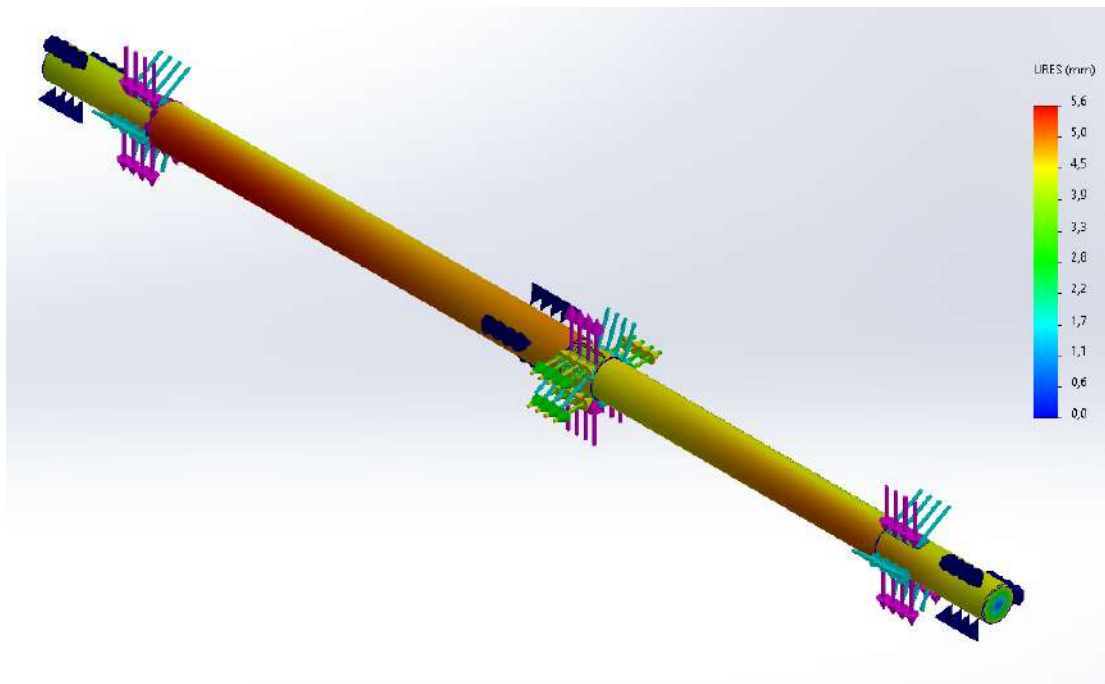


Figura 32: Deformaciones en el eje

Se observa que las modificaciones surten un efecto positivo, disminuyendo en buena medida las tensiones y manteniéndose por debajo del límite elástico. Por otro lado, la sumatoria de efectos da como resultado desplazamientos elevados, teniendo el mayor aproximadamente 5,6 mm.

Se aplica entonces la segunda alternativa: se modifica el material. Se aplica en este caso un SAE 4340 (34CrNiMo6) y se ejecuta nuevamente el ensayo. Figuras 33, 34 y 35.

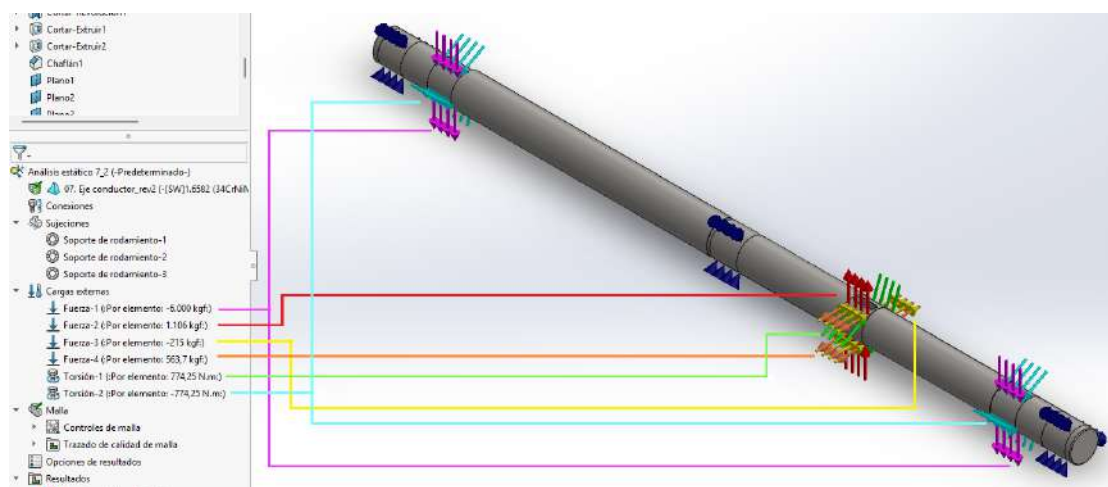


Figura 33: Cargas aplicadas

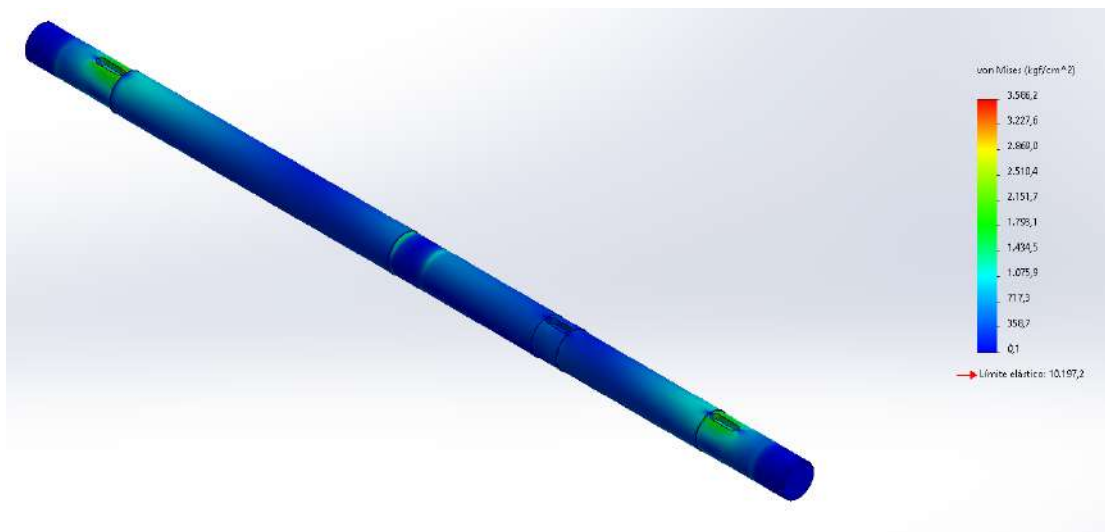


Figura 34: Tensiones en el eje



Figura 35: Deformaciones en el eje

Se aprecia que las tensiones rondan valores aproximadamente similares al ensayo anterior pero ahora el cambio sustancial se ve en la deformación compuesta del eje: se redujo aproximadamente en un 32%, llegando a valores de 3,8 mm.

Para los fines de este proyecto, damos como válida las simulaciones y los resultados, pudiendo extraer como conclusión que, aumentando levemente el diámetro y mejorando las propiedades mecánicas del material (ya sea por su composición química o mediante tratamientos térmicos y superficiales) se puede mejorar considerablemente el estado de solicitud.

Cálculo de la transmisión

Para el cálculo de la transmisión partimos de la base que ambos carros pesan en total aproximadamente 24.000 kg (10.000 kg por molde más 2.000 kg de estructura cada uno), y la velocidad a la que se deberá desplazar el carro es aproximadamente 100 mm/s. Teniendo en cuenta la distancia a recorrer a dicha velocidad, nos da un tiempo de recorrido de punta a punta:

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{13490 \text{ mm}}{100 \text{ mm/s}} \Rightarrow t = 134,9 \text{ s} = 2,25 \text{ min}$$

Tomamos como base que el motor trifásico gira a 1500 RPM y planteamos un reductor sinfín corona inicial con relación 1:50 y proseguimos con los cálculos. En la tabla 1 se detalla el número de dientes y diámetros primitivos de los piñones utilizados, como también el diámetro de las ruedas elegidas. Este último es un factor de diseño por lo que nos da flexibilidad y, al trabajar en una planilla de cálculo, hace mucho más dinámica la modificación de parámetros y toma de decisiones.

Variable	Designación	Valor	Unidad
Paso piñones/cadenas	p	0.75	[pulg]
		19.05	[mm]
Z piñón motriz	Zpm	11	[-]
Diámetro primitivo piñón motriz	DpZpm	67.62	[mm]
Z piñón conducido 1	Zpc1	23	[-]
Diámetro primitivo piñón conducido 1	DpZpc1	139.90	[mm]
Z piñón conducido 2	Zpc2	23	[-]
Diámetro primitivo piñón conducido 2	DpZpc2	139.90	[mm]
Z piñón conducido 3	Zpc3	23	[-]
Diámetro primitivo piñón conducido 3	DpZpc3	139.90	[mm]
Coefficiente de rodadura	Crr	0.050	[-]
Diámetro de la rueda	Dr	140	[mm]
Velocidad del piñón motriz	Vpm	30	[rev/min]
		3.14	[1/s]
Velocidad piñón conducido 1	Vpc1	14.35	[rev/min]

		1.50	[1/s]
Velocidad piñón conducido 2	Vpc2	14.35	[rev/min]
Velocidad piñón conducido 3	Vpc3	14.35	[rev/min]
Velocidad tangencial de las ruedas	Vtr	105.18	[mm/s]

Tabla 1: Cálculo de velocidad

Ya con el objetivo de la velocidad logrado, ahora toca el cálculo del motor. En la tabla 2 se muestra la fuerza necesaria, el torque y la potencia requeridos.

Variable	Designación	Valor	Unidad
Fuerza requerida	F	1127.5	[kg]
		11060.78	[N]
Torque en las ruedas	T	78925	[kg.mm]
		774.25	[N.m]
Torque en el motor	Tmot	15.49	[N.m]
Potencia del motor	Pmot	1163.32	[W]

Tabla 2: Cálculo de potencia

El cálculo arroja un resultado de 1,56 HP para el motor, por lo que adoptaremos el inmediato superior según un catálogo de motores trifásicos estándar para mantenernos cubiertos. El motor elegido entonces es de 2 HP.

Potencia			Eficiencia [%] Factor de potencia % de la potencia nominal								In	Is	Ivacio	Tn	Ts	Tmax	Momento de inercia J=1/4GD2	Peso	Ruido	
[kW]	[HP]	Tipo	r/min	50	75	100	50	75	100	FS	[A]	In	[A]	[Nm]	Tn	Tn	[kgm2]	[kg]	[dBA]	
4 polos = 1500 r/min			400 V 50 Hz												Diseño básico					
0,25	0,34	M2QA 71 M4A	1395	59,8	63,3	65,5	0,55	0,66	0,72	1,15	0,77	5,2	0,60	1,71	2,1	2,7	0,00053	11	43	
0,37	0,5	M2QA 71 M4B	1395	63,6	69,4	68,5	0,55	0,68	0,75	1,15	1,0	5,2	0,70	2,5	2,1	2,7	0,00066	11	45	
0,55	0,74	M2QA 80 M4A	1410	68,3	71,4	73,5	0,52	0,65	0,72	1,15	1,5	5,2	1,1	3,7	2,4	2,7	0,00145	16	46	
0,75	1	M2QA 80 M4B	1415	72,1	75,2	74,5	0,53	0,67	0,75	1,15	1,9	6,0	1,4	5,1	2,4	2,6	0,00174	17	46	
1,10	1,5	M2QA 90 S4A	1400	74,7	77,6	77,5	0,61	0,73	0,78	1,15	2,7	6,0	1,5	7,5	2,3	2,4	0,00254	21	52	
1,50	2	M2QA 90 L4A	1390	78,2	79,2	78,5	0,63	0,75	0,79	1,15	3,5	6,0	1,8	10,3	2,3	2,6	0,00317	25	52	
2,2	2,9	M2QA 100 L4A	1430	80,0	82,3	81,5	0,65	0,78	0,81	1,15	4,9	6,0	2,8	14,7	2,3	2,7	0,00679	32	53	
3,0	4	M2QA 100 L4B	1420	82,2	82,5	82,8	0,67	0,79	0,83	1,15	6,3	6,5	3,1	20,2	2,3	2,8	0,00862	36	53	

Figura 36: Catálogo de motores trifásicos y selección

Movimiento de moldes

En la prensa

Dentro de la prensa el molde desliza sobre elevadores de rodillos comerciales. Es un elemento bien definido y diseñado para tal tarea, por lo que se pueden aprovechar sus bondades de manera óptima.

Utilizando el peso del molde ingresamos en la tabla de selección del fabricante, en este caso la marca seleccionada es Sandsun. Entra en juego la longitud de cada elevador, limitada por el largo de la mesa de trabajo de cada prensa. La prensa N° 1 mide 1600 milímetros y la prensa N° 2, 1900 milímetros.

Length of Lifter (L)	DØ28						DØ50						DØ80			
	DL28		DB28		Cylinders		DL50		DB50		Cylinders		DL80		DB80	
	Roller QTY.	Capacity (kg)	Ball QTY.	Capacity (kg)	QTY.	Capacity (kg)	Roller QTY.	Capacity (kg)	Ball QTY.	Capacity (kg)	QTY.	Capacity (kg)	Ball QTY.	Capacity (kg)	Ball QTY.	Capacity (kg)
200	3	240	5	200	2	1260	2	400	4	200	2	2200				
300	5	400	7	280			3	600	6	300						
400	6	480	10	400			4	800	9	450						
500	8	640	12	480	3	1890	5	1000	11	550	3	3300	5	2300	6	1200
600	9	720	15	600			6	1200	13	650			6	2750	7	1400
700	11	880	17	680			7	1400	16	800			7	3220	9	1800
800	12	960	20	800	4	2520	8	1600	18	900	4	4400	8	3680	10	2000
900	14	1120	22	880			9	1800	20	1000			9	4140	11	2200
1000	15	1200	25	1000			10	2000	23	1150			10	4500	13	2600
1100	16	1280	27	1080	5	3150	11	2200	25	1250	5	5500	11	5050	14	2800
1200	17	1360	30	1200			12	2400	27	1350			12	5520	15	3000
1300	18	1440	32	1280			13	2600	29	1450			13	5980	17	3400
1400	19	1520	35	1400	6	3780	14	2800	31	1550	6	6600	14	6440	18	3600
1500	20	1600	37	1480			15	3000	33	1650			15	6900	19	3800
1600	22	1760	40	1600			16	3200	35	1750			16	7360	21	4200
1700	24	1920	42	1680	7	4410	17	3400	38	1900	7	7700	17	7820	22	4400
1800	25	2000	45	1800			18	3600	40	2000			18	8280	23	4600
1900	27	2160	47	1880			19	3800	42	2100			19	8740	24	4800
2000							20	4000	44	2200			20	9200	25	5200

Figura 37: Catálogo elevadores de rodillos y selección

La condición limitante aquí es la prensa más corta de 1600 milímetros. En ese largo, el elevador de rodillos tiene una capacidad de elevación de 1760 kg. Por lo tanto:

$$N = \frac{\text{Masa del molde}}{\text{Capacidad de carga del elevador}}$$

$$N = \frac{10000 \text{ kg}}{1760 \text{ kg}} \Rightarrow N = 5,68 \simeq 6$$

Utilizando 6 elevadores de, como mínimo, 1600 milímetros, es suficiente para elevar las matrices.

Se utilizarán entonces los modelos DL28-1600 y DL28-1900, siendo el modelo DL28 el ideal debido a que sus dimensiones son óptimas para montar en las ranuras T estándar de ambas prensas.

Carga y descarga

Luego de analizar varias opciones decantamos en la elección de un sistema utilizando cadenas semirrígidas para dicho movimiento. La cadena semirrígida tiene gran capacidad de carga y sirve tanto para empujar como para tirar, aspecto que, en nuestro anhelo de querer centralizar los movimientos en el carro, es de gran valor. De esta manera podemos montar las cadenas sobre él y tirar o empujar para colocar o retirar los moldes, ya sea en la prensa o en la mesa de almacenaje.

Se trabajó con catálogos comerciales de la marca alemana Groß. En la tabla 3 se muestra la hoja de cálculo para la elección, teniendo en cuenta las longitudes a recorrer, el peso de los moldes y el coeficiente de rodadura, valor que define cuánta fuerza se requiere para desplazar una determinada masa sobre una determinada superficie.

Variable	Designación	Valor	Unidad
Masa del molde	mm	10000	[kg]
		98.1	[kN]
Coeficiente de rodadura	Crr	0.050	[-]
Fuerza requerida	F	500	[kg]
		4.91	[kN]
Carrera	C	3000	[mm]
		3	[m]

Tabla 3: Cálculo de cadena semirrígida

Con dichos valores y el catálogo comercial mostrado en la figura 38 se procede con la elección de la cadena más adecuada. La fuerza a realizar no es elevada para este

tipo de cadenas pero sí la carrera es extensa y en posición horizontal, lo que nos limita al momento de la elección. Es por eso que si bien con un modelo SK08 que admite hasta 8 kN estaríamos cubiertos, a causa de los 3000 mm de extensión debemos adoptar otro modelo, en este caso el SK18. A su vez, la carrera real será menor a 3000 mm, por lo que estamos más cubiertos de lo aparente.

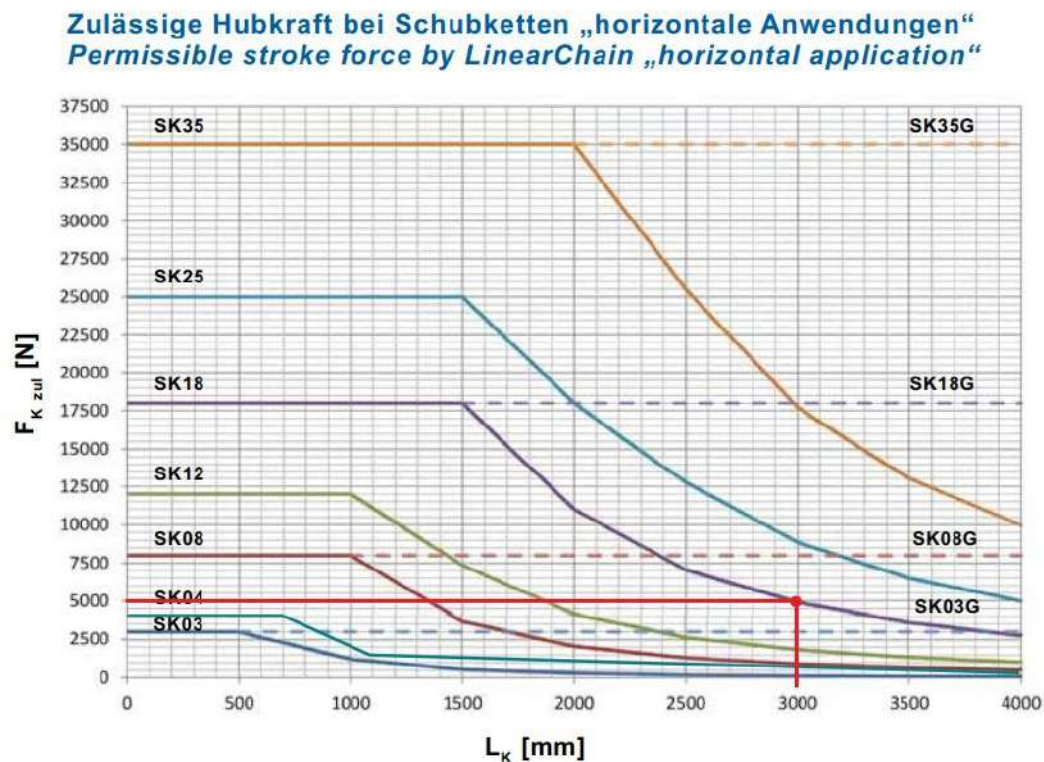


Figura 38: Catálogo de cadenas semirrígidas y selección

Otra característica que definimos en el proyecto fue la configuración de estas cadenas. El fabricante ofrece varias opciones en función de la disponibilidad de espacio (Figura 39). Por el formato en el que las íbamos a implementar y los metros de cadena a almacenar, lo conveniente era que el denominado *magazine* esté por encima de la misma y, dentro de las distintas opciones, se eligió el de la figura 40.

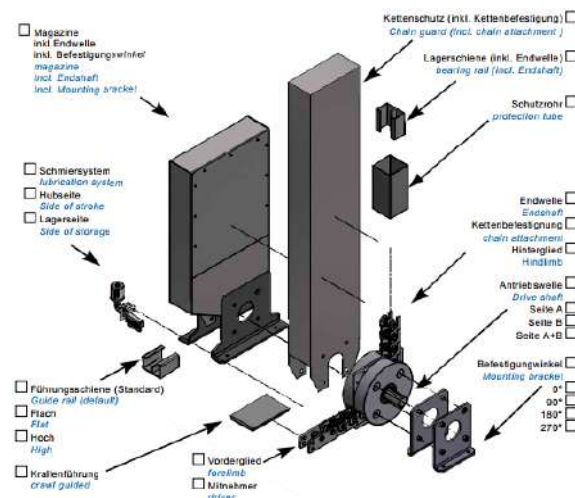


Figura 39: Accesorios disponibles para cadena semirrígida

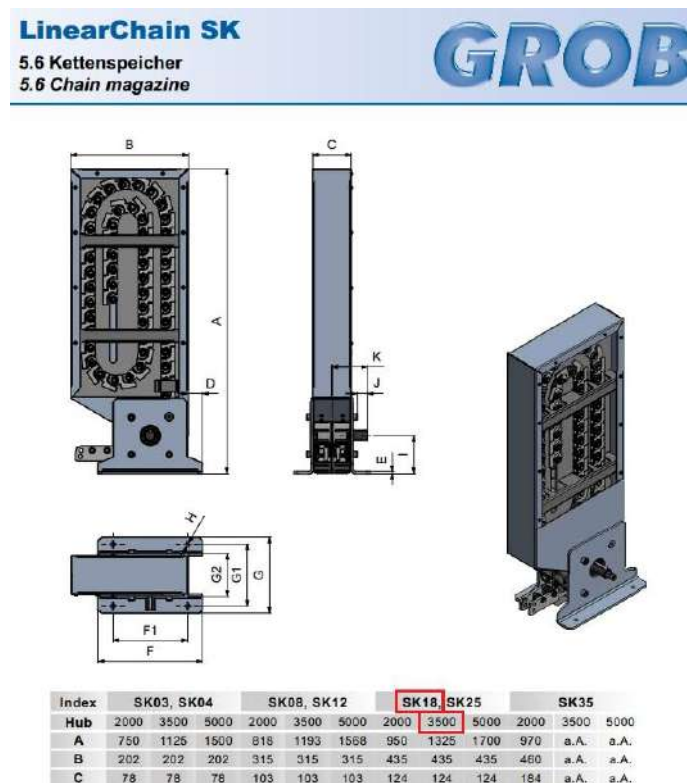


Figura 40: Elección del magazine

Con respecto a la velocidad de avance de la cadena, el catálogo del fabricante la detalla entre 200 mm/s y 600 mm/s. Tomando el valor más bajo para mantener una situación segura y controlada, el tiempo de reposición del molde sería, aproximadamente:

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{v}$$

$$t = \frac{3000 \text{ mm}}{200 \text{ mm/s}} = 15 \text{ s}$$

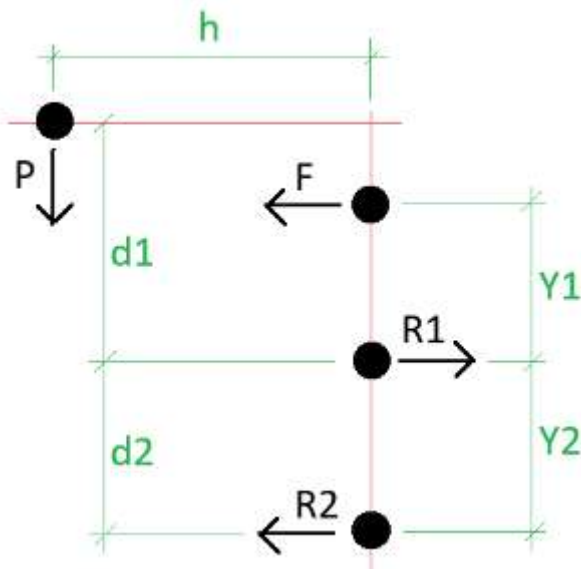
Si consideramos que luego habrá que desplazarlo hacia una de las mesas, el tiempo total de recambio lo podemos establecer en 30 segundos.

Movimiento de la cadena semirrígida

El diseño implementado consta con 2 cadenas semirrígidas enfrentadas por carro. Como mencionamos, la cadena semirrígida tiene la capacidad de empujar y tirar del molde, siempre tomándolo desde el centro. Al ubicarse la cadena en el centro del carro (por ejemplo, para retirar el molde de la prensa) es necesario que, para descargar el molde (por ejemplo, hacia una de las mesas fijas) la cadena ya utilizada se desplace hacia un lateral y deje el paso libre al molde saliente. Para resolver tal situación se consideró montar las cadenas sobre un dispositivo deslizante utilizando un tornillo de bolas recirculantes y guías lineales.

Guías lineales

En la figura 41 se detalla el diagrama de cuerpo libre utilizado para calcular los efectos que deben soportar los patines deslizantes, teniendo en cuenta las fuerzas a realizar y las distancias a las que se aplican las cargas. En dicha figura, R1 y R2 se corresponden con las reacciones de los patines, F la fuerza para mover el molde y P el peso del dispositivo sobre el cual se monta la cadena. Los cálculos se detallan en la tabla 4.

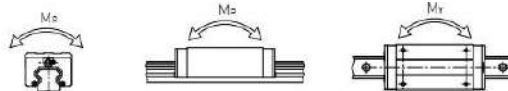
**Figura 41:** D.C.L. guías lineales

Variable	Designación	Valor	Unidad
Guías lineales			
Fuerza a realizar (movimiento de molde)	F	500	[kg]
Distancia al primer patin	Y1	14.67	[cm]
Distancia del primero al segundo patin	Y2	14.5	[cm]
Peso del conjunto	P	75	[kg]
Distancia (en X) patines - c.m. conjunto (P)	h	19.1	[cm]
Distancia (en Y) patin 1 - cm. conjunto (P)	d1	23.7	[cm]
Distancia (en Y) patin 2 - cm. conjunto (P)	d2	38.3	[cm]
Reaccion del primer patin	R1	552	[kg]
Reaccion del segundo patin	R2	302	[kg]
Momento en el patin 1	Mp1	-4384	[kg.cm]
		-0.43	[kN.m]
Momento en el patin 2	Mp2	-8009	[kg.cm]
		-0.79	[kN.m]

Tabla 4: Cálculo de guías lineales

Con los valores de momento a soportar por los patines, nos dirigimos a la página 38 del catálogo comercial de la marca Hiwin [3] para la elección. En la Figura 42

observamos que el modelo HGH30HA es suficiente, pero para estar completamente cubiertos y seguros, optamos por el modelo siguiente, HGH35CA.



Model No.	Dimensions of Assembly [mm]				Dimensions of Block [mm]														Dimensions of Rail [mm]										Mounting Bolt for Rail	Basic Dynamic Load Rating C _d (kN)	Basic Static Load Rating C _s (kN)	Static Rated Moment			Weight	
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	MxI	T	H ₂	H ₃	W ₂	H ₂	D	h	d	P	E	[mm]	M _R kN-m	M _F kN-m	M _V kN-m	Block kg				Rail kg/m				
HGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x5	6	7.95	7.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	14.7	23.47	0.12	0.14	0.14	0.18	1.45					
HGH20SA							-	29.5	56.5	19.75																16.25	21.39	0.157	0.0718	0.0718	0.19	2.21				
HGH20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12.25	6	12	M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	27.1	36.68	0.27	0.28	0.28	0.30	2.21					
HGH20HA							50	65.2	92.2	12.6																32.7	47.96	0.35	0.48	0.48	0.39	2.21				
HGH25CA							35	58	84	15.7																34.9	52.82	0.42	0.49	0.49	0.51	3.21				
HGH25HA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	50	78.6	104.6	18.5	6	12	M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	42.2	69.07	0.56	0.73	0.73	0.69	3.21					
HGH30CA							40	70	97.4	20.25																48.5	71.87	0.66	0.7	0.7	0.88	4.47				
HGH30HA	45	6	16	60	40	10	60	93	120.4	21.75	6	12	M8x10	8.5	9.5	13.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	58.6	93.99	0.88	1.23	1.23	1.16	4.47					
HGH35CA							50	80	112.4	20.6																64.6	93.88	1.16	1.09	1.09	1.45	6.30				
HGH35HA	55	7.5	18	70	50	10	72	105.8	138.2	22.5	7	12	M8x12	10.2	11	14.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	77.9	122.77	1.54	2.02	2.02	1.92	6.30					

Figura 42: Catálogo guías lineales y selección

Tornillo de bolas recirculantes

Para generar el movimiento traslacional del sistema se preselecciona un tornillo de bolas recirculantes de la marca Hiwin, utilizando las ecuaciones listadas debajo y según el procedimiento indicado por el fabricante [4] obtenidas de allí y enseñando los resultados en la tabla 5:

$$\text{Carga permisible: } F_k = 40720 \times \frac{N_f \times d_r^4}{L t^2} \quad (\text{M-29})$$

$$\text{Máxima carga permisible: } F_p = 0,5 \times F_k \quad (\text{M-30})$$

$$\text{Velocidad crítica del tornillo: } N_c = 2,71 \times 10^8 \times \frac{M_f \times d_r}{L t^2} \quad (\text{M-31})$$

$$\text{Máxima velocidad permisible: } N_p = 0,8 \times N_c \quad (\text{M-32})$$

Tornillo de bolas			
Modelo de tornillo de bolas	32-10B1		
Diámetro en el valle del tornillo	dr	26.91	[mm]
Paso del tornillo	p	10	[mm]
Distancia entre soportes de rodamiento	Lt	1440	[mm]
Factor según tipo de montaje	Mf	0.689	[-]
Velocidad crítica del tornillo	Nc	2423	[rpm]
Máxima velocidad permisible	Np	1939	[rpm]
Factor para pandeo según montaje	Nf	0.5	[-]
Carga permisible	Fk	5149	[kg]
Máxima carga permisible	Fp	2574	[kg]

Tabla 5: Cálculo del tornillo

Con los datos de la tabla 5 podemos calcular ahora el torque y la velocidad a la que deberá girar el motor para lograr el efecto deseado, mostrado en la tabla 6. Se utiliza el siguiente listado de ecuaciones, tomadas también de [4].

$$\text{Convertir movimiento de rotación en traslación: } F_k = \frac{F_b \times l}{2\pi \times \eta_1} \quad (\text{M-19})$$

$$\text{Torque del motor: } T_m = (T_a \times T_b \times T_d) \times \frac{N_1}{N_2} \quad (\text{M-21})$$

$$\text{RPM requeridas: } n_m = \frac{V}{l}; V = \text{velocidad deseada}$$

Movimiento de la carga			
Velocidad deseada	V	250	[mm/s]
Peso del conjunto	P	75	[kg]
Coeficiente de fricción del patín	μ_p	0.004	[-]
Fuerza para mover el peso	Fb	0.3	[kg]
Coeficiente de fricción del tornillo	μ_T	0.01	[-]
Eficiencia mecánica del tornillo y tuerca	η	0.9	[-]
Convertir movimiento giratorio en lineal	Ta	0.5305	[kg.mm]
		0.00520	[N.m]

Relación del motorreductor (si lo hubiera)	i	1.00	
Torque del motor	Tm	0.531	[kg.mm]
		0.00520	[N.m]
RPM requeridas motor	nm	25	[rev/s]
		1500	[RPM]

Tabla 6: Movimiento de la carga

A la relación del motorreductor se le asigna el valor $i=1:1$ ya que se utilizará un servomotor con el objetivo de lograr movimientos muy precisos y controlados, virtud que puede entregarnos a causa de su encoder incorporado, pudiendo modificar la velocidad de giro *a piacere*. A su vez, se debe verificar que las RPM requeridas no sean superiores a la máxima velocidad permisible del tornillo, siendo el valor obtenido satisfactorio.

Servomotor

Con el valor del torque obtenido en la Tabla 6, se procede con la elección del servomotor que entregará la potencia necesaria.

Los valores obtenidos son bajos: la carga a desplazar no es excesiva (75 kg, aproximadamente) y el sistema tornillo de bolas - guías lineales tienen muy bajo coeficiente de fricción, haciendo que todo se deslice suavemente y con reducido esfuerzo.

Se selecciona un servomotor utilizando el catálogo comercial de la marca Veichi [5], figura 43. Las propiedades del artículo elegido sobrepasa con creces las necesidades, pero se selecciona también teniendo en cuenta el aspecto visual que genera: el servomotor “ideal” es muy pequeño constructivamente, resultando desproporcionado y generando un impacto visual negativo en el montaje. Para contrarrestar dicho efecto elegimos uno con mayores capacidades pero que resulte más atractivo visualmente, a fin de generar una sensación de confianza en el cliente.

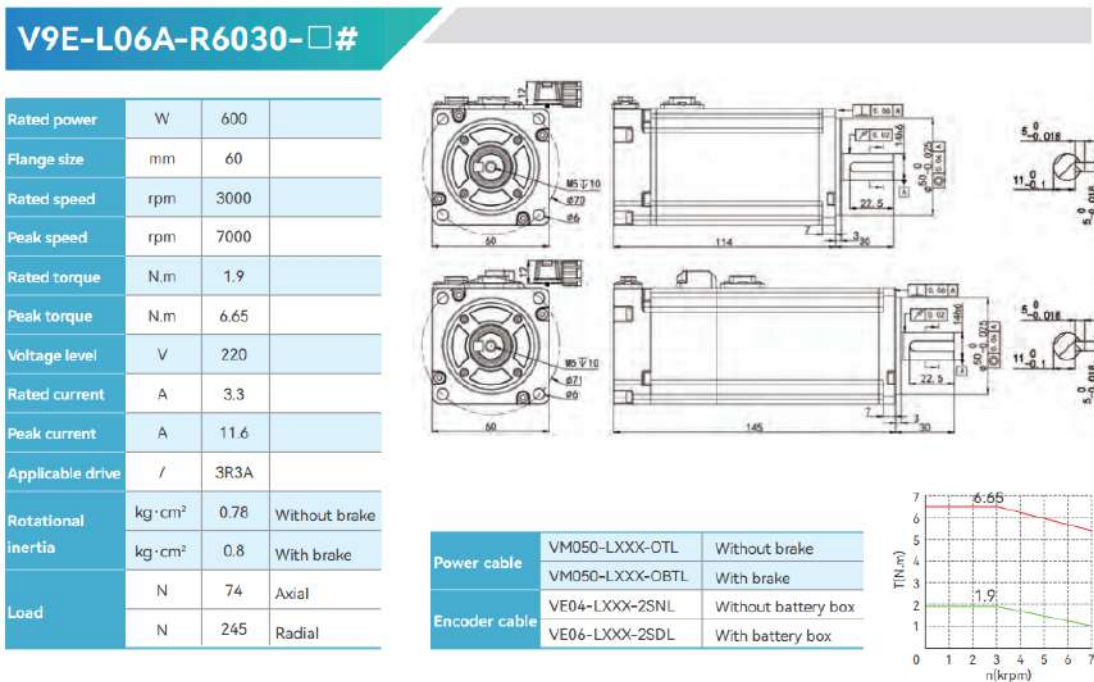


Figura 43: Catálogo de servomotores y selección

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto ha permitido diseñar y validar una solución tecnológica para optimizar el sistema de cambio de matrices entre prensas. A partir de los análisis de ingeniería, simulaciones y cálculos realizados, se desprenden las siguientes conclusiones principales:

Optimización de tiempos de proceso

Se pudo cumplir con las condiciones límite de tiempo establecidas, bajando el tiempo de 45 minutos a, teóricamente, un mínimo de entre 3 y 4 minutos. Este número surge del análisis del tiempo de viaje del carro y la velocidad de despliegue de la cadena, y no tiene en cuenta el tiempo de acondicionamiento del carro para admitir el molde.

Se asume que la preparación del molde se realiza entre lote y lote, lo que da un margen de varias horas para tener todo el sistema en óptimas condiciones para realizar el cambio.

Estos cálculos son, como se mencionó, teóricos. Para obtener resultados reales el próximo paso sería la construcción de todo el sistema.

Mitigación del riesgo operacional y factor humano

Mediante la automatización del ciclo, el carro doble y las cadenas semirrígidas, se eliminaron las maniobras manuales, rudimentarias y peligrosas que realizaban los operarios. La dotación de personal se redujo de 5 a, posiblemente, 2 operarios que realicen inspecciones visuales y controles de rutina para asegurar el procedimiento antes de efectuarlo.

Robustez estructural

Las verificaciones estructurales mediante métodos de elementos finitos confirmaron la aptitud del diseño de la estructura del carro como de las mesas fijas.

Se pudo calcular y demostrar que las tensiones son bajas y, en su mayoría, se encuentran por debajo del límite elástico del material a excepción de ciertas zonas puntuales, pero no han superado el 4% para las mesas fijas y el 2,7% para el carro.

Con respecto a las deformaciones, la peor condición se da en el carro y ronda los 3 milímetros, pero utilizando el sistema de nivelación diseñado se pueden mitigar totalmente dichos efectos.

Rediseño y validación de los ejes

El análisis inicial por flexotorsión evidenció que el diámetro original de Ø2 ½" era suficiente en el diseño original pero insuficiente para la nueva configuración de carro doble. A través del diseño y las simulaciones efectuadas se concluye que el incremento del diámetro, la adición de un rodamiento central de apoyo y la sustitución del material han reducido las deformaciones en un 32% y permitiendo que las tensiones operen holgadamente.

Selección de componentes e integración

La unificación de los movimientos en el carro principal mediante la combinación de elementos comerciales estandarizados demostró ser la mejor alternativa en balance técnico y económico. Los elevadores de rodillos, el motor trifásico con reductor sinfín-corona y las cadenas semirrígidas consolidaron un sistema mecánico integral, que ofrece repetibilidad y confiabilidad industrial.

Recomendaciones

Con el propósito de asegurar la correcta operación del sistema diseñado, extender su vida útil y potenciar la mejora de la planta industrial, se proponen las siguientes recomendaciones técnicas:

- **Tratamientos térmicos y superficiales:** Debido a los resultados obtenidos en las simulaciones del eje conductor, se recomienda mejorar el material o aplicar un tratamiento térmico de temple y revenido al existente eje. Esto maximizará sus propiedades mecánicas, disminuyendo el estado de solicitud.

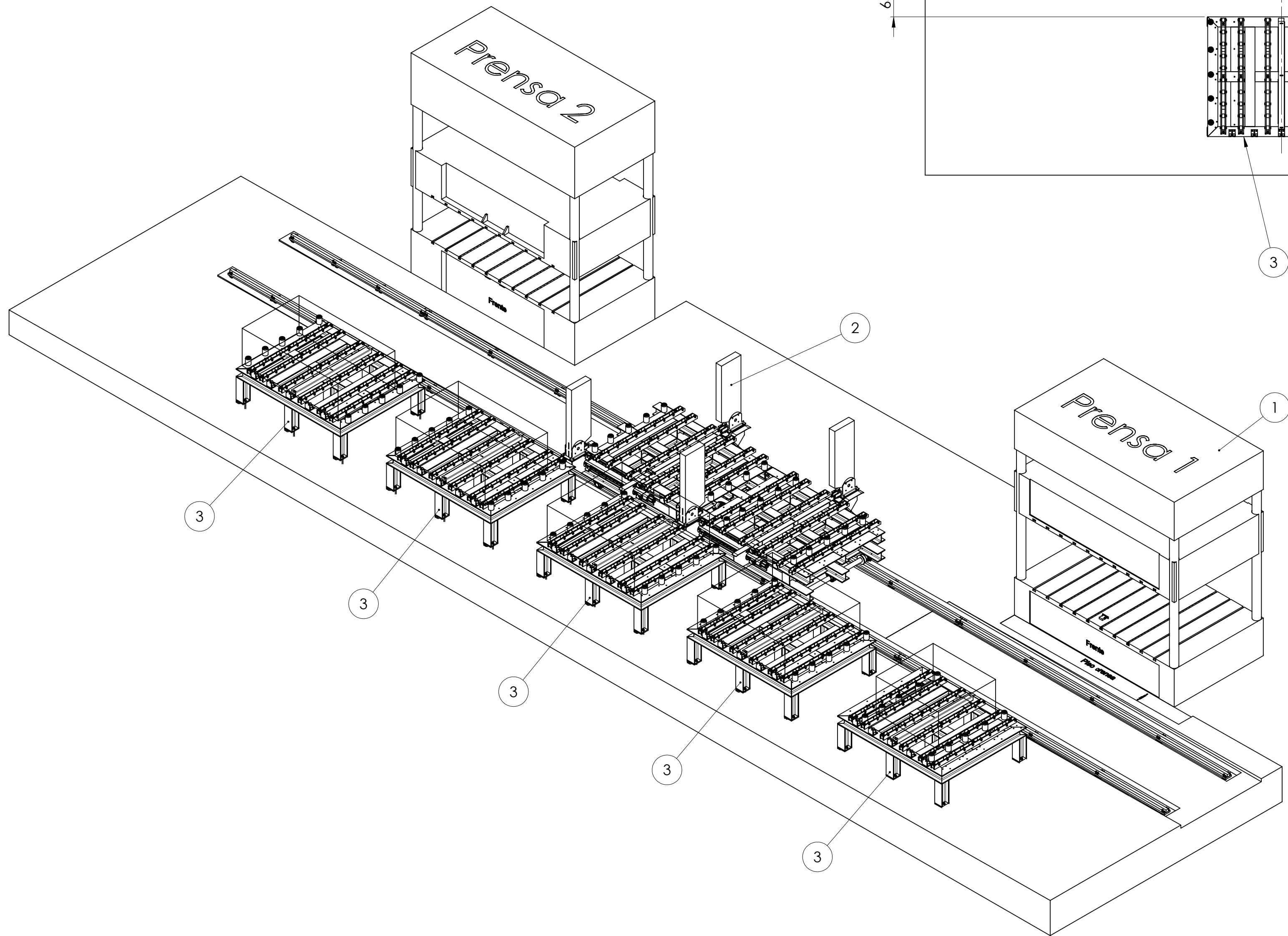
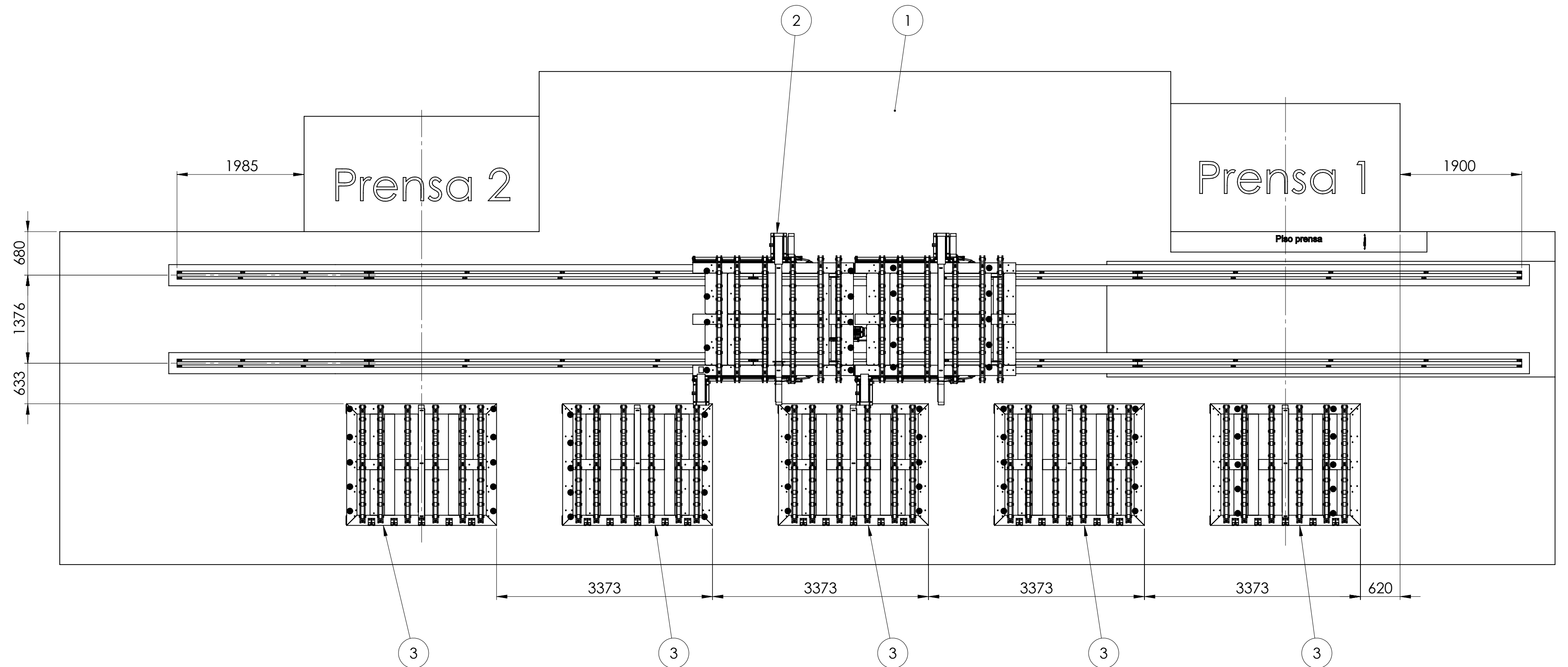
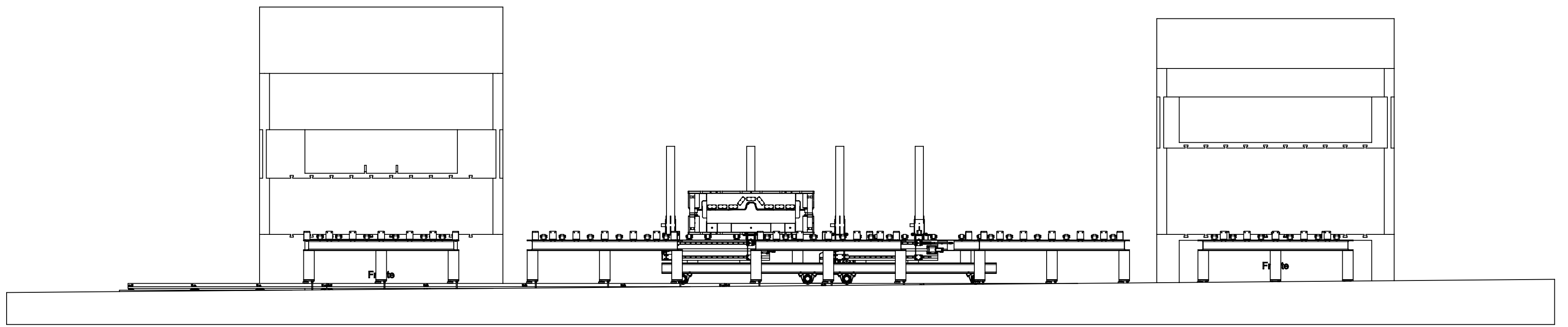
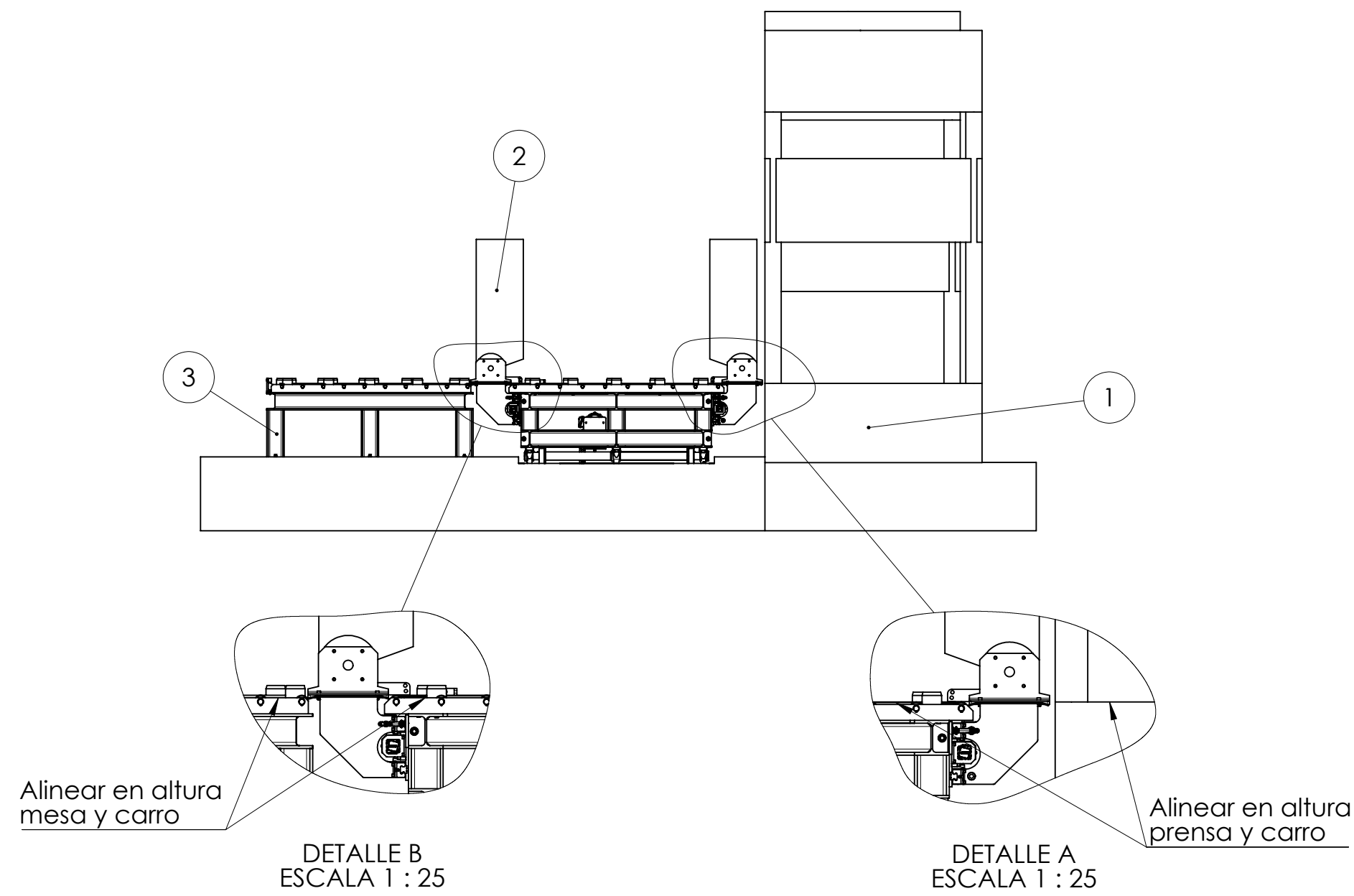
- Protección contra agentes ambientales: en el diagnóstico del problema se ha mencionado la constante presencia de partículas en suspensión desprendidas de la materia prima utilizada para la confección de los paneles. Estas partículas, sumadas a las salpicaduras de agua de calentamiento que requieren los moldes, hace imperioso la implementación de fuelles protectores para las guías lineales y el tornillo de bolas recirculantes.
- Plan de mantenimiento y lubricación: se deberá confeccionar un programa de mantenimiento priorizando la lubricación de las guías lineales, el tornillo de bolas, las cadenas semirrígidas y los rodamientos. También un ensayo de inspección visual rutinario de todos los componentes del sistema, no sólo los comerciales.

Bibliografía

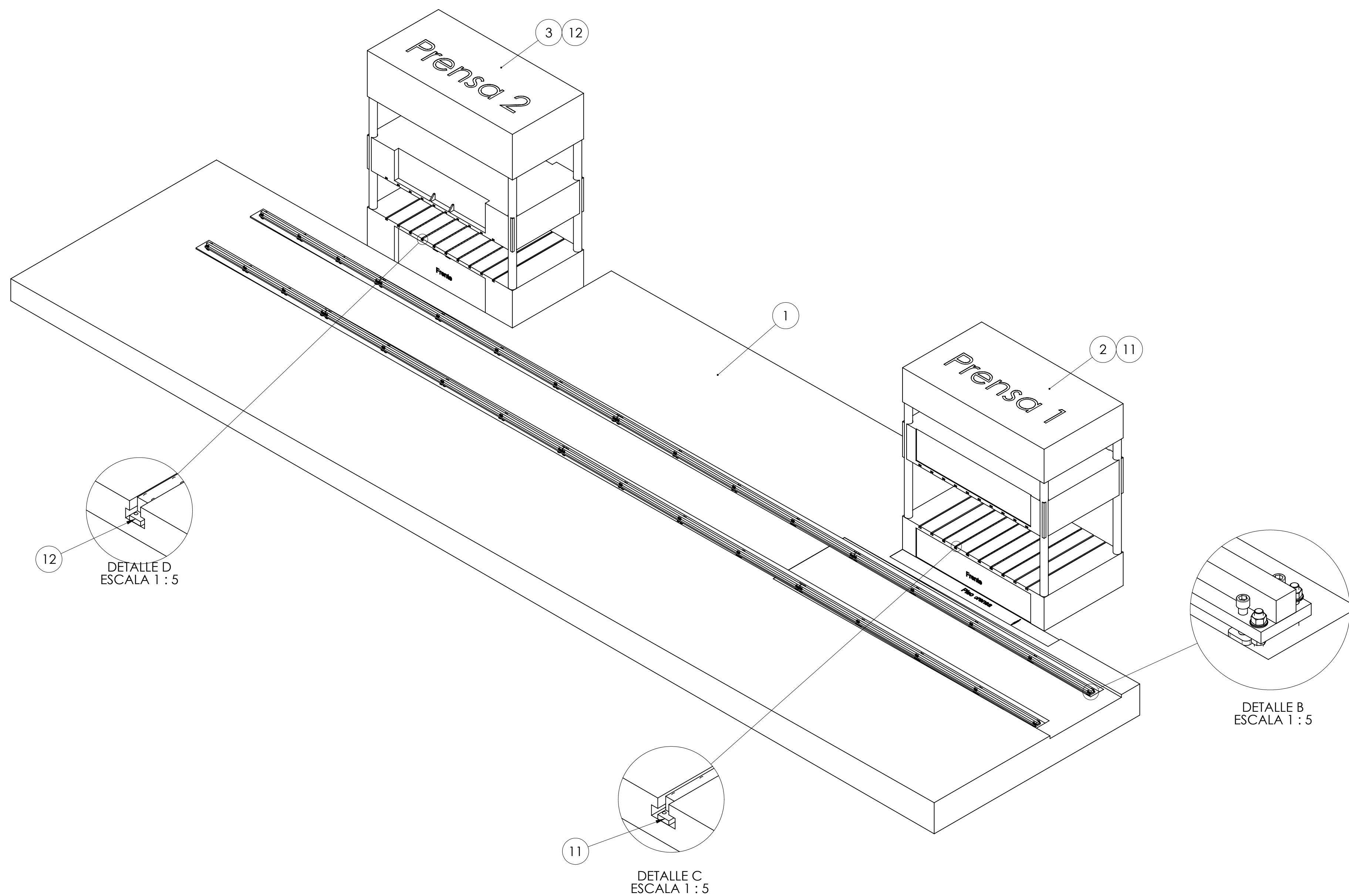
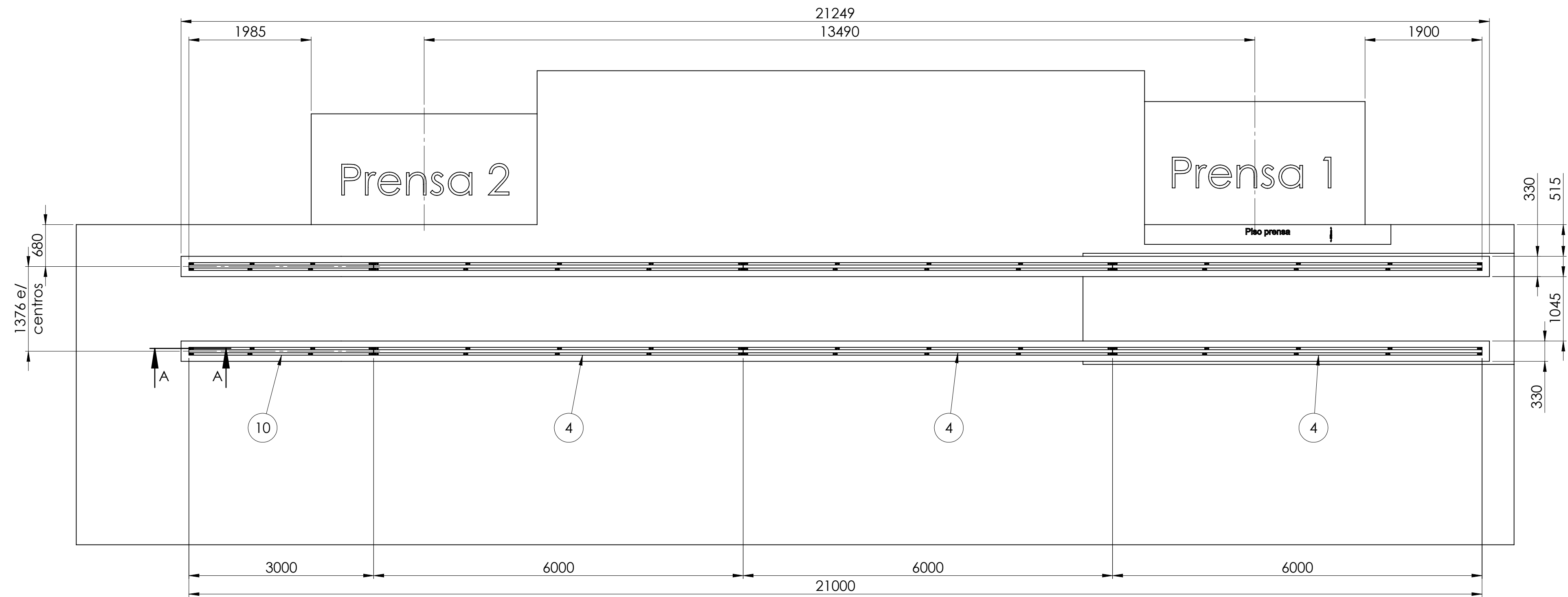
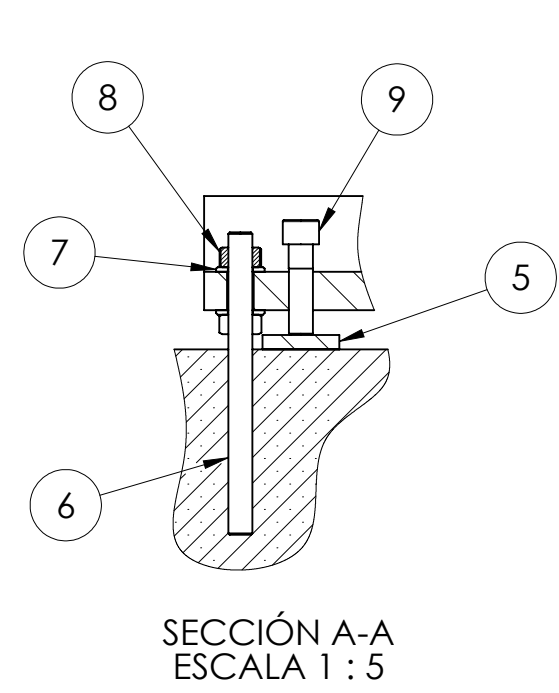
- [1] Mott, Robert L. (2006). Capítulo 12: Diseño de ejes, *Diseño de elementos de máquinas* (4ta. edición), Pearson Education.
- [2] Mott, Robert L. (2006). Apéndice 3: Propiedades de diseño para los aceros al carbón y aleados, *Diseño de elementos de máquinas* (4ta. edición), Pearson Education.
- [3] HIWIN. (2026). *Linear guideway: Technical information*. Capítulo 2-1-13: Dimensions for HIWIN HG Series, p. 38. Disponible en: https://www.hiwin.de/medias/sys_master/hiwinDocumentMedia/h0d/h5a/14755945709598/HIWIN%20CATALOGUE%20LINEAR%20GUIDEWAYS/HIWIN-CATALOGUE-LINEAR-GUIDEWAYS.PDF?attachment=true
- [4] HIWIN. (2026). *BallscREW: Technical information*. Capítulo 4.5: Calculation Formulas, p. 24. Disponible en: https://www.hiwin.de/medias/sys_master/hiwinDocumentMedia/hc3/h19/14757156519966/HIWIN%20CATALOGUE%20BALLSCREWS/HIWIN-CATALOGUE-BALLSCREWS.PDF?attachment=true
- [5] Veichi. (2026). *V9E Series: General Servo Motors*. Capítulo: High-speed low inertia, p. 13. Disponible en: <https://d.veichi.com/catalog/v9e-series-servo-motor-catalog.pdf>

Anexo A: Planimetría

En el siguiente anexo se encuentran los planos constructivos, de armado y definición de los componentes involucrados en la solución propuesta.

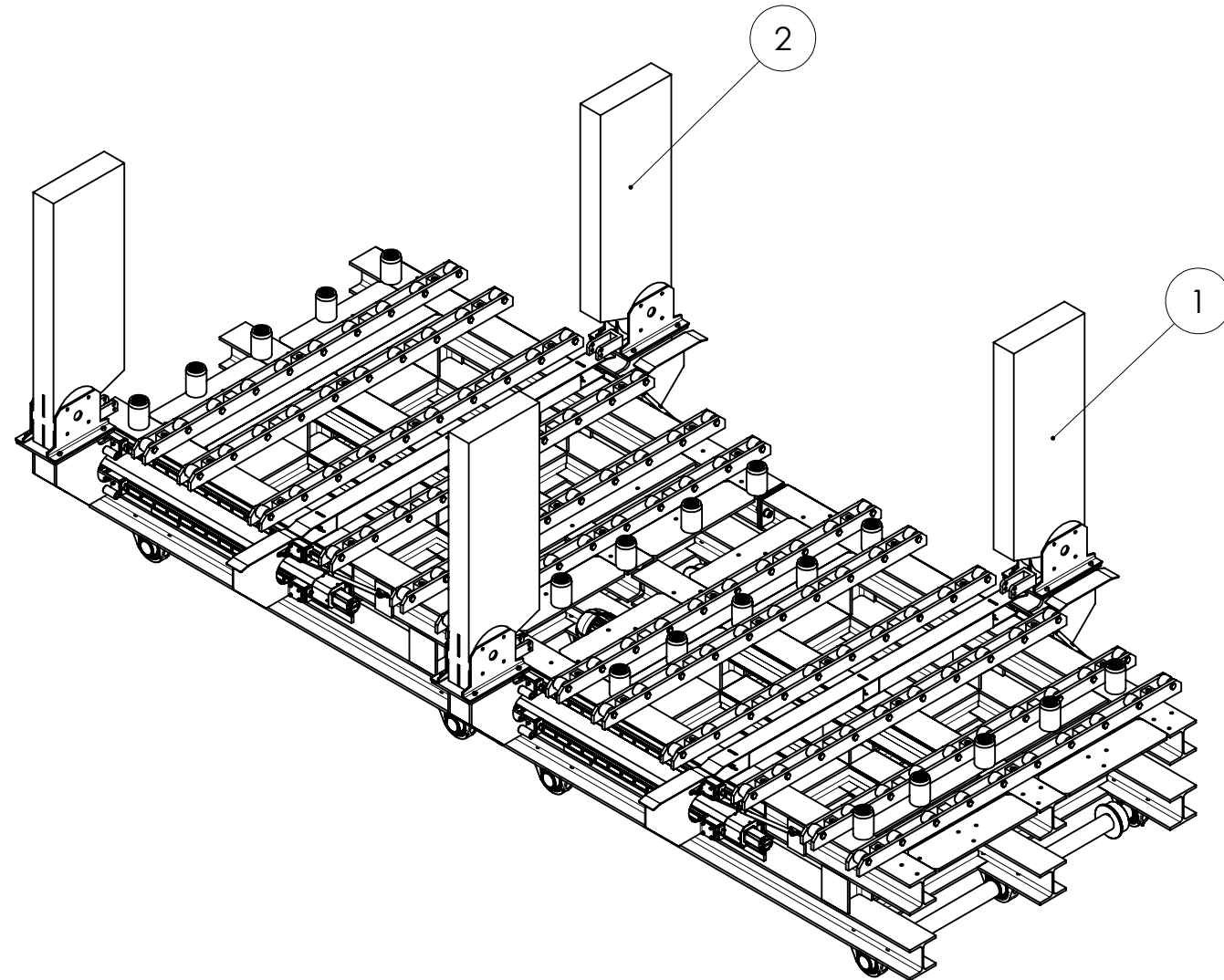
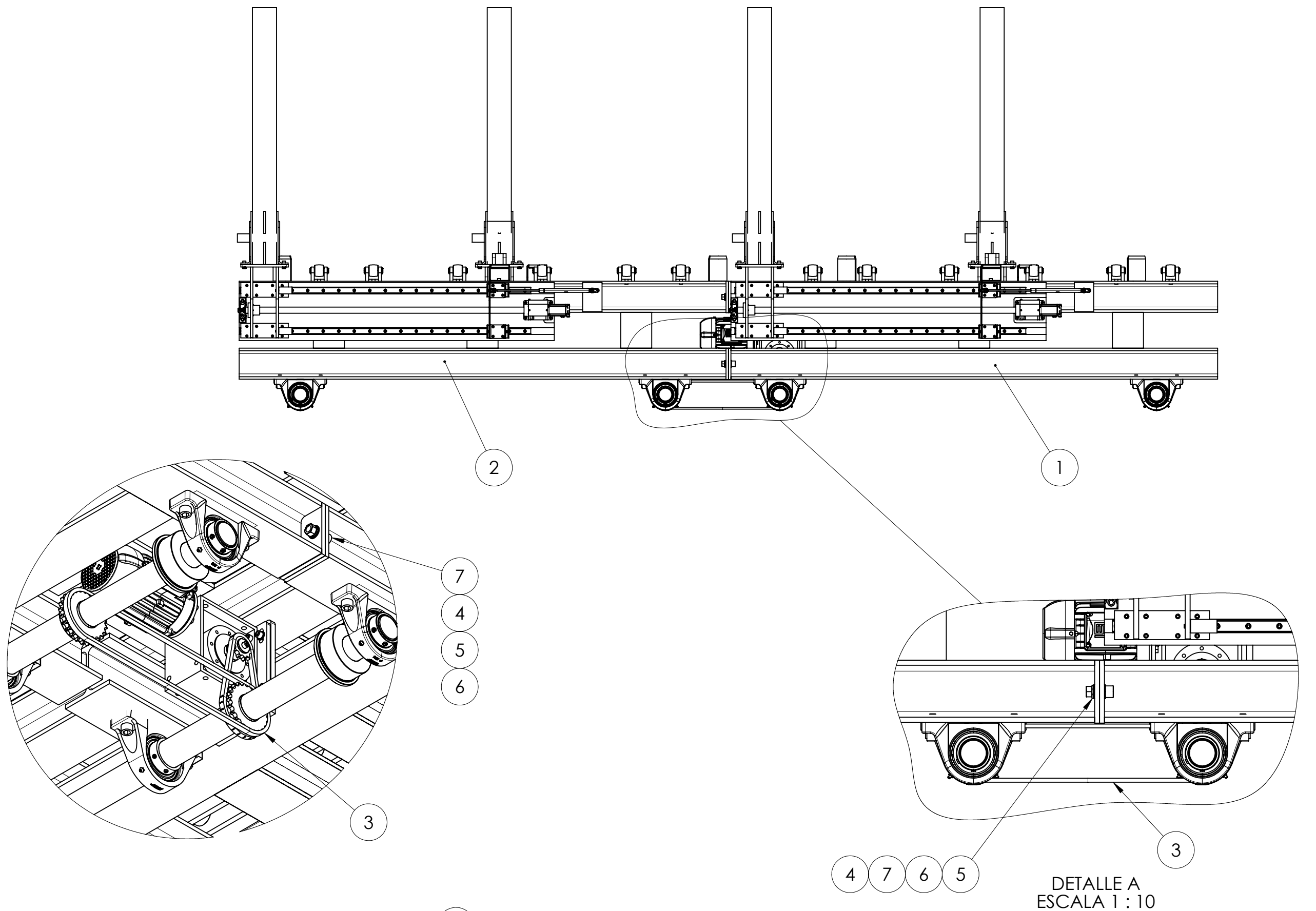
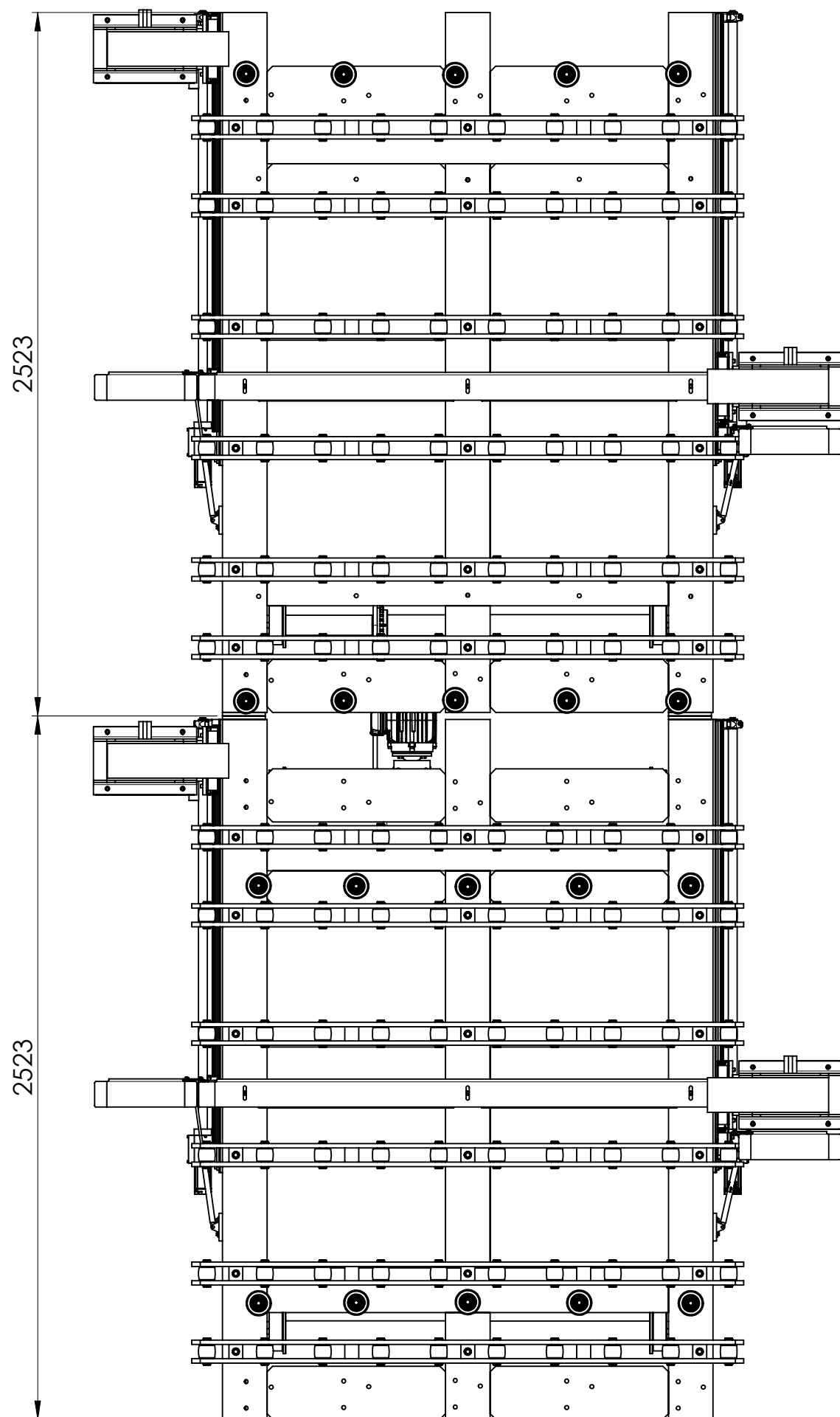
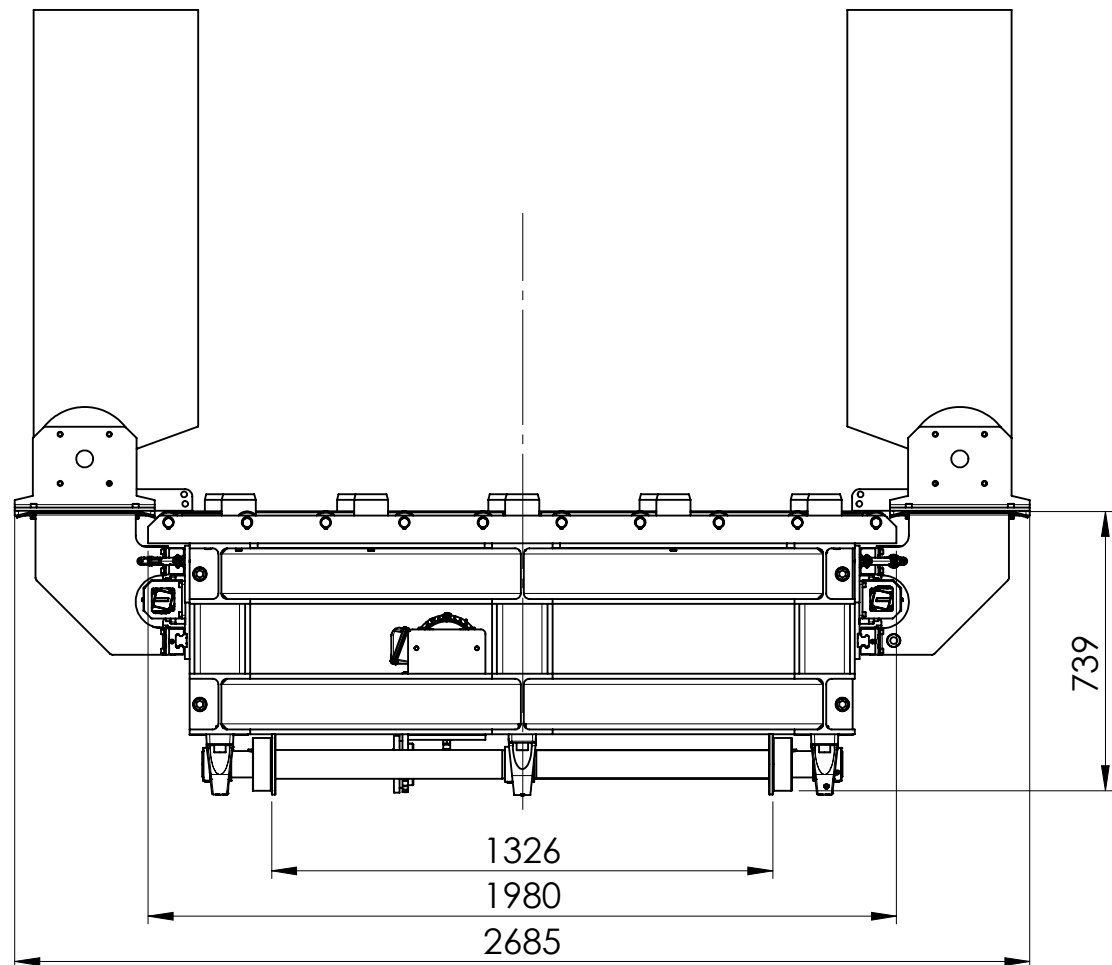


5	Gancho		1		
4	Enganche matriz		1		
3	Conjunto 03	Conjunto mesa	5		
2	Conjunto 02	Ensamblaje de carros	1		
1	Conjunto 01	Conjunto entorno	1		
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		
 ISO E	1	-	1	-	Peso: - kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Conjunto general				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:50		FECHA: 15/06/2026		APR:
50-200 mm	UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 00		
200-500 mm					
>500 mm					
					

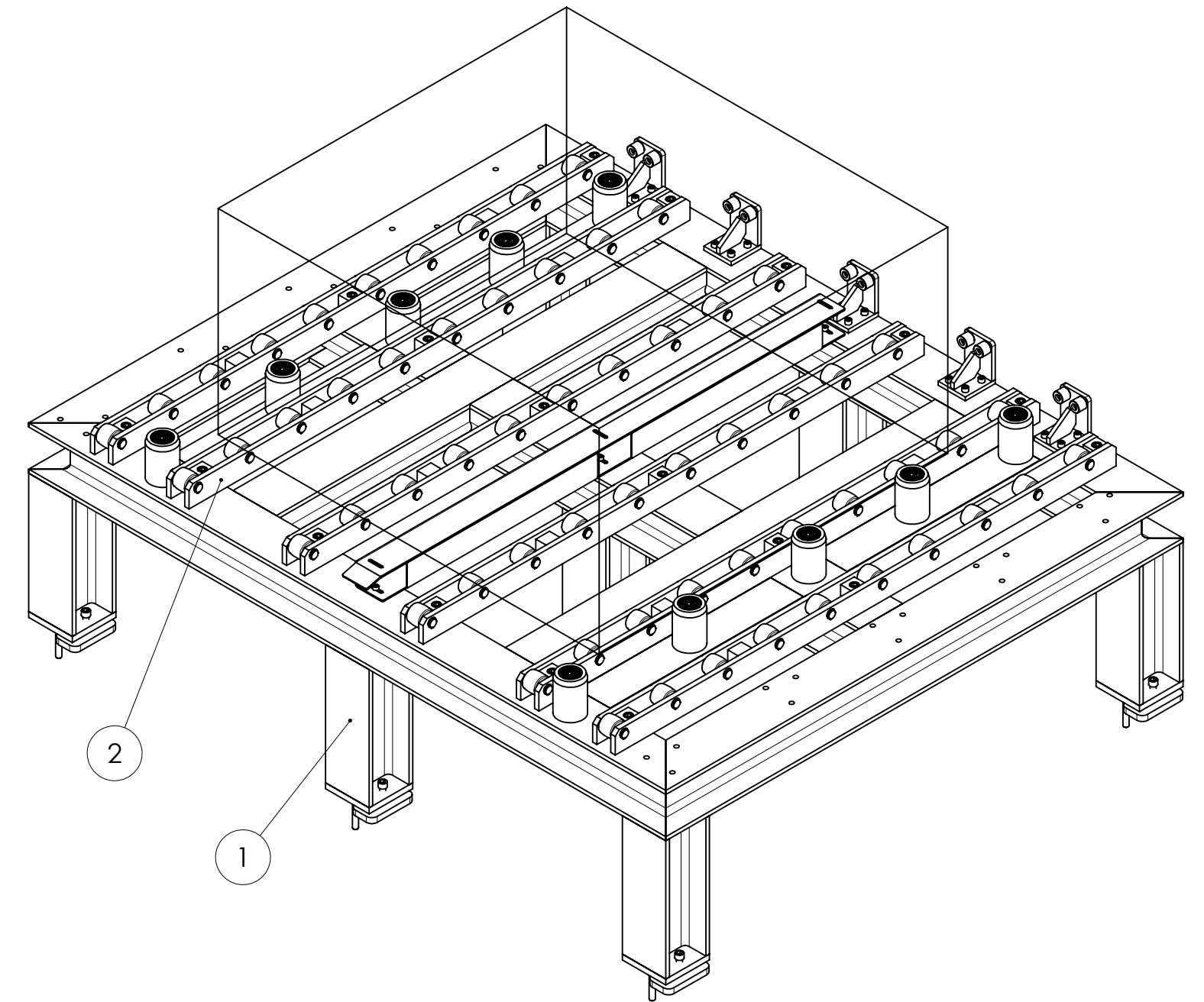
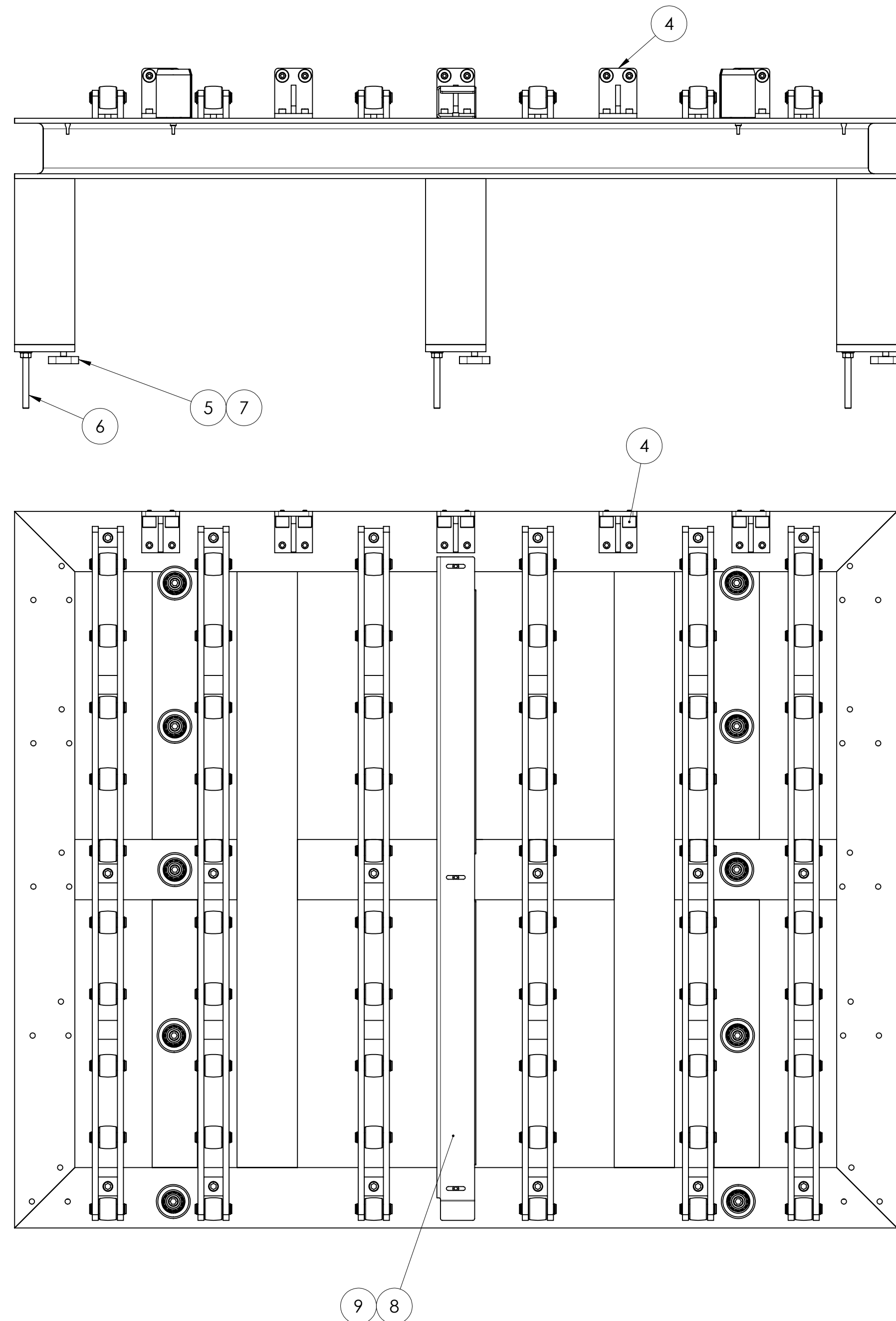


12	Elevador DL28-1600		6
11	Elevador DL28-1900		6
10	Conjunto 38	Via corta	2
9	Tornillo Allen M16x60		76
8	Tuerca M16		154
7	Arandela M16		154
6	Varilla M16x200		77
5	Pieza 08	Placa de nivelacion vias	60
4	Conjunto 37	Via larga	6
3	Prensa 2		1
2	Prensa 1		1
1	Pieza 01	Piso	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

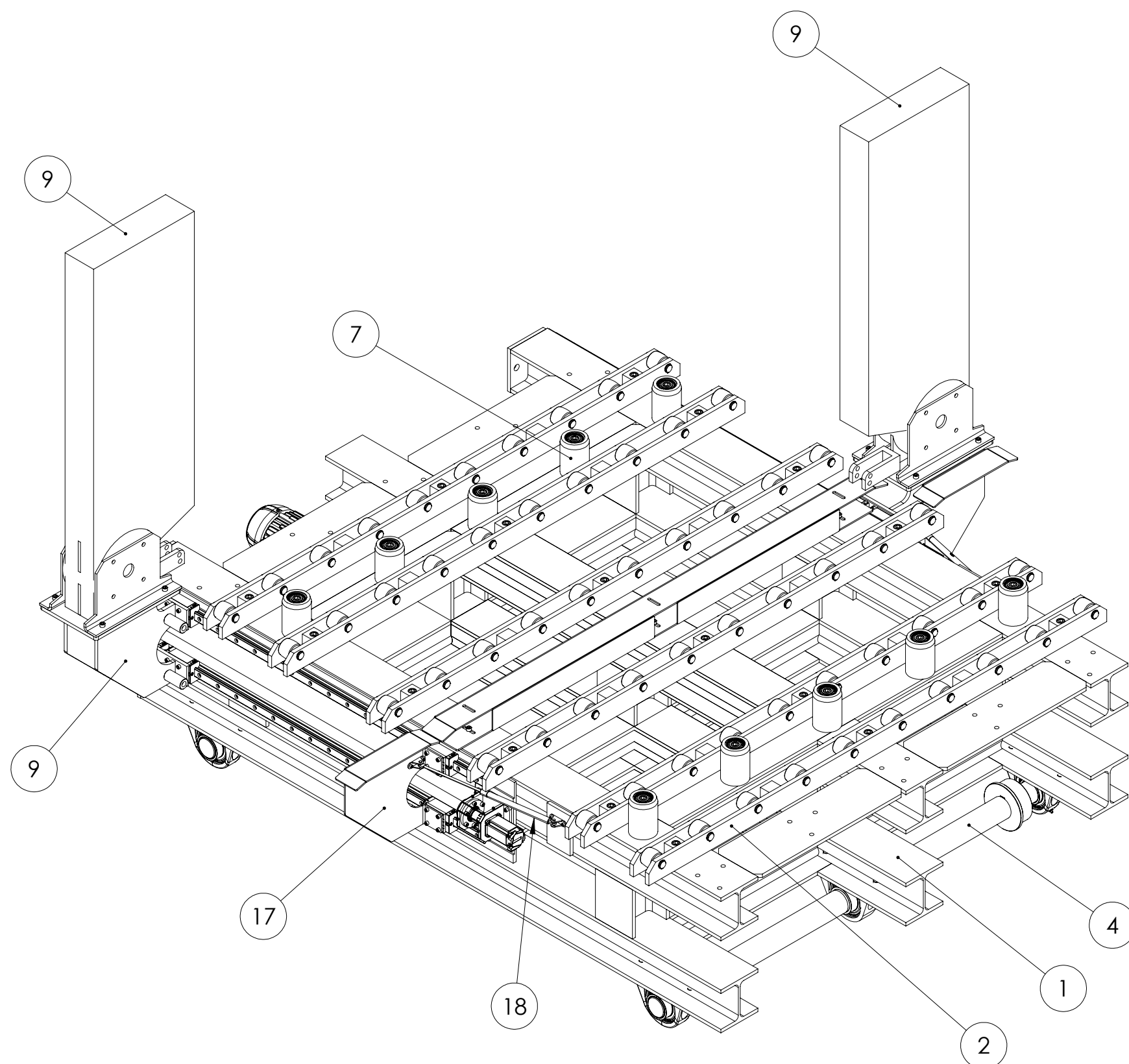
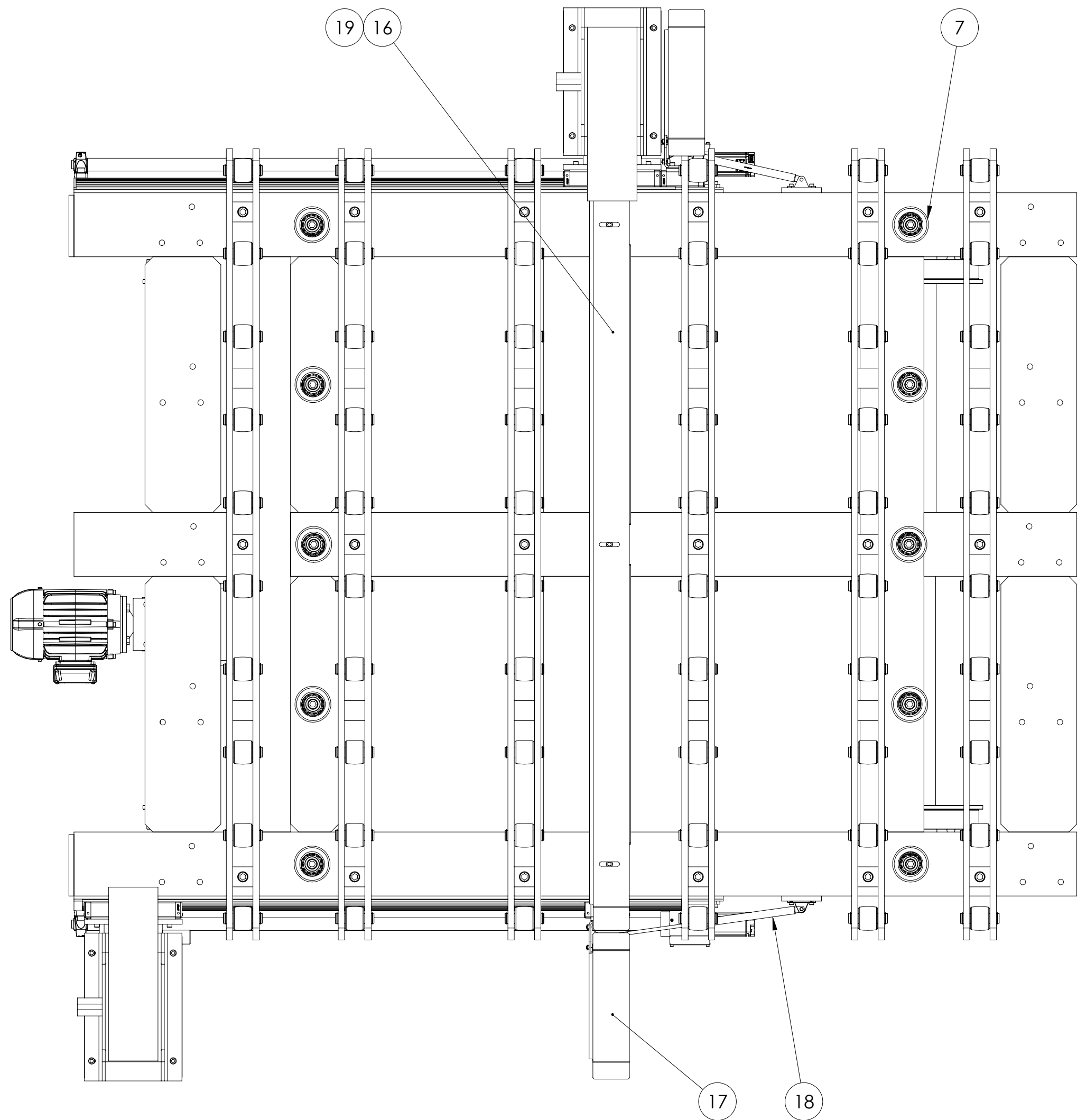
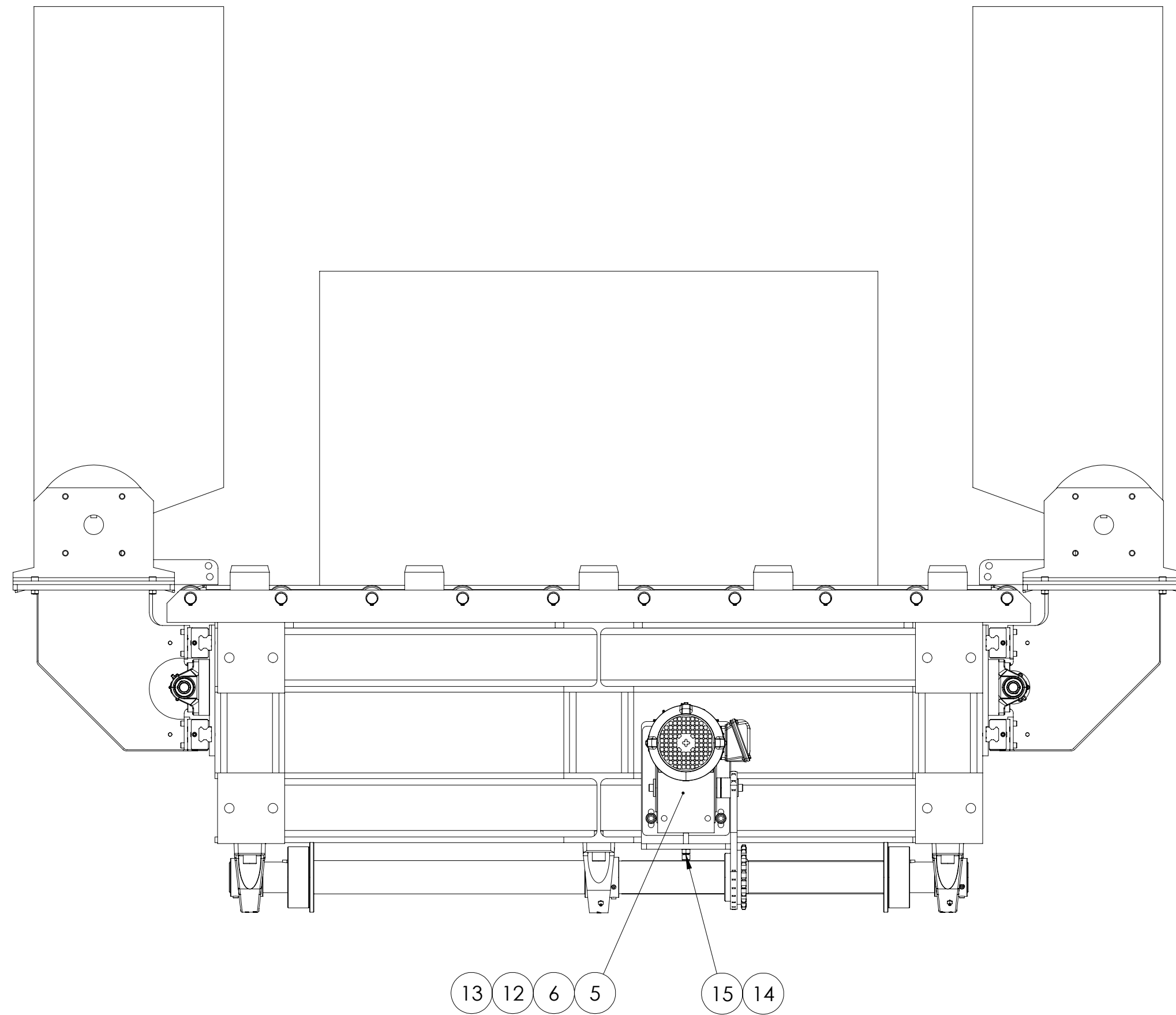
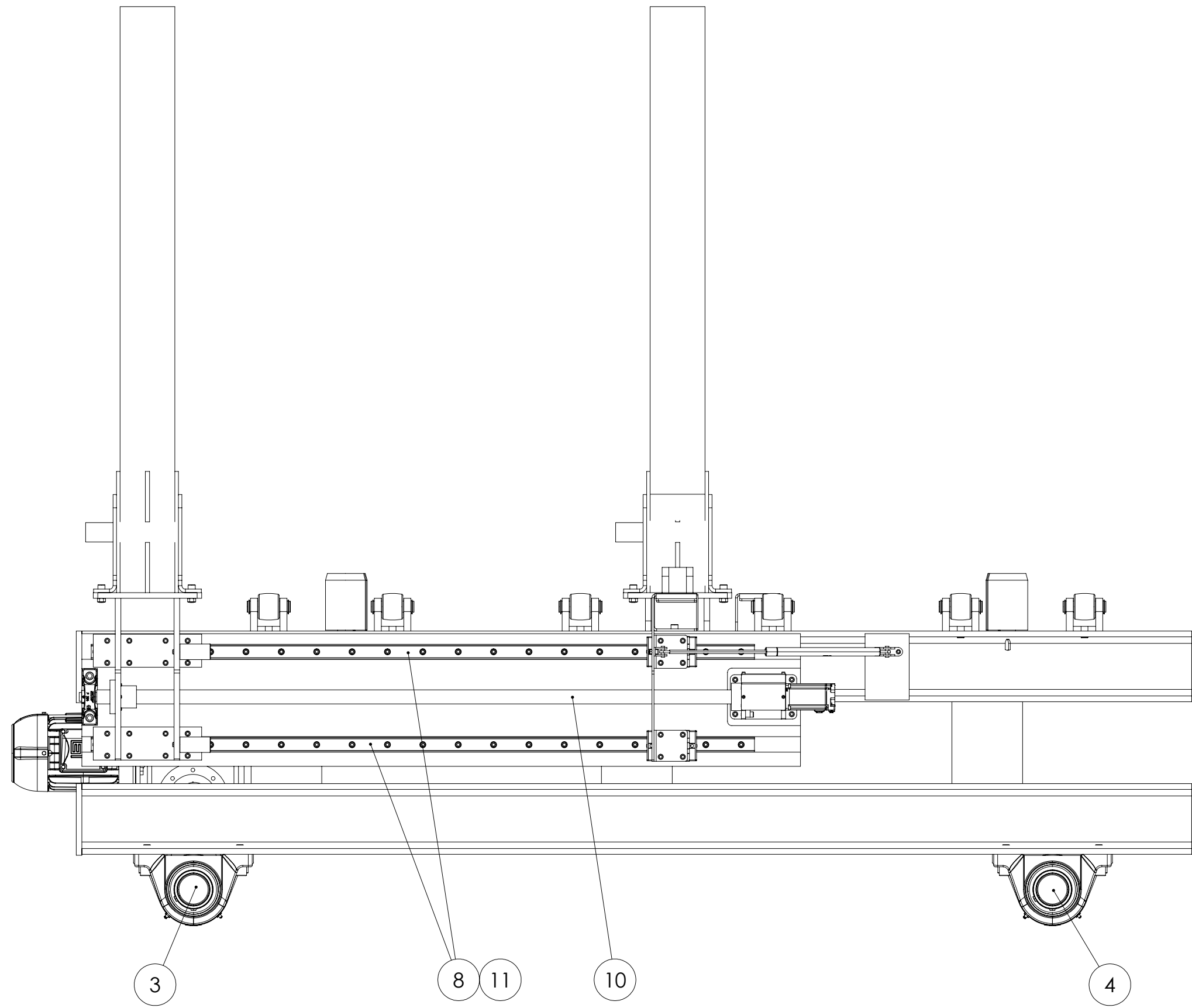
	ISO E	1	-	-	-	Peso: -
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Conjunto fundacion					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:50		FECHA: 13/06/2026		APR:	
50-200 mm		UNR - FCEIA				Conjunto 01
200-500 mm		Escuela de Ingeniería Mecánica				
>500 mm		Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				



7	Tornillo Allen M20x50		8
6	Tuerca M20		8
5	Arandela grower M20		8
4	Arandela M20		16
3	Cadena entre carros	ASA 60	1
2	Conjunto 05	Cjto. carro izquierdo	1
1	Conjunto 04	Cjto. carro derecho	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ISO E	1	-	1
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Ensamblaje de carros		
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:20	FECHA: 15/06/2026	APR:
50-200 mm ±0.3	UNR - FCEIA		
200-500 mm ±0.5	Escuela de Ingeniería Mecánica		
>500 mm ±1	Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		
Conjunto 02			

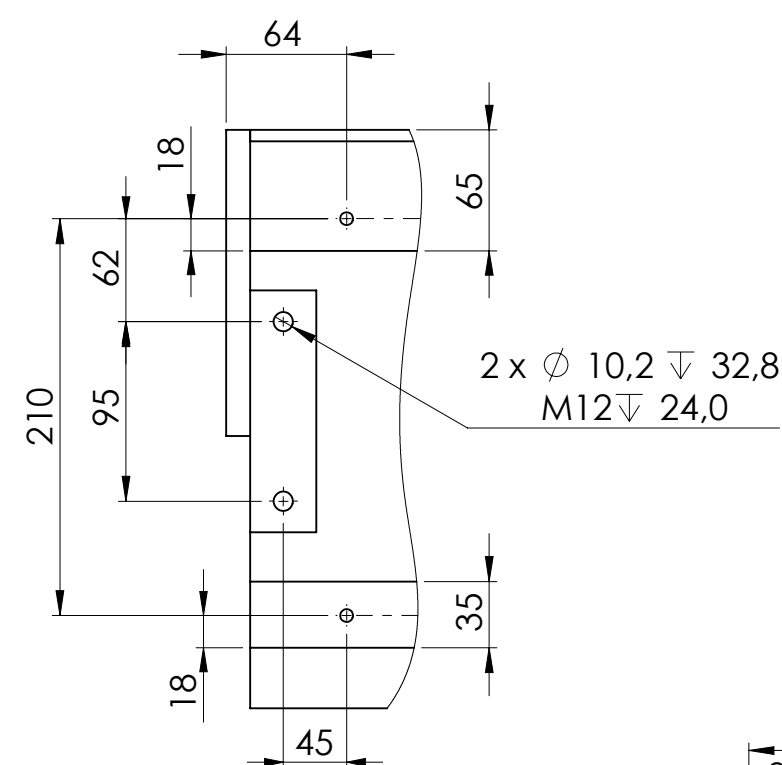


9	Tornillo Allen M10x20		3		
8	Conjunto 39	Apoyo de cadena mesa	1		
7	Tornillo Allen M16x45		7		
6	Varilla de anclaje mesas		7		
5	Pieza 45	Placa de nivelacion de mesa	7		
4	Conjunto 27	Tope para molde	5		
3	Conjunto 26	Cjto. rueda guía	10		
2	Conjunto 14	Consola de rodillos mesa	6		
1	Conjunto 11	Mecanizado mesa	1		
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		
 ISO E	1	-	5	-	Peso: 1130 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Conjunto mesa				
0-20 mm ±0,1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0,2	ESC.: 1:10		FECHA: 11/06/2026		APR:
50-200 mm ±0,3	UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				Conjunto 03
200-500 mm ±0,5					
>500 mm ±1					
					



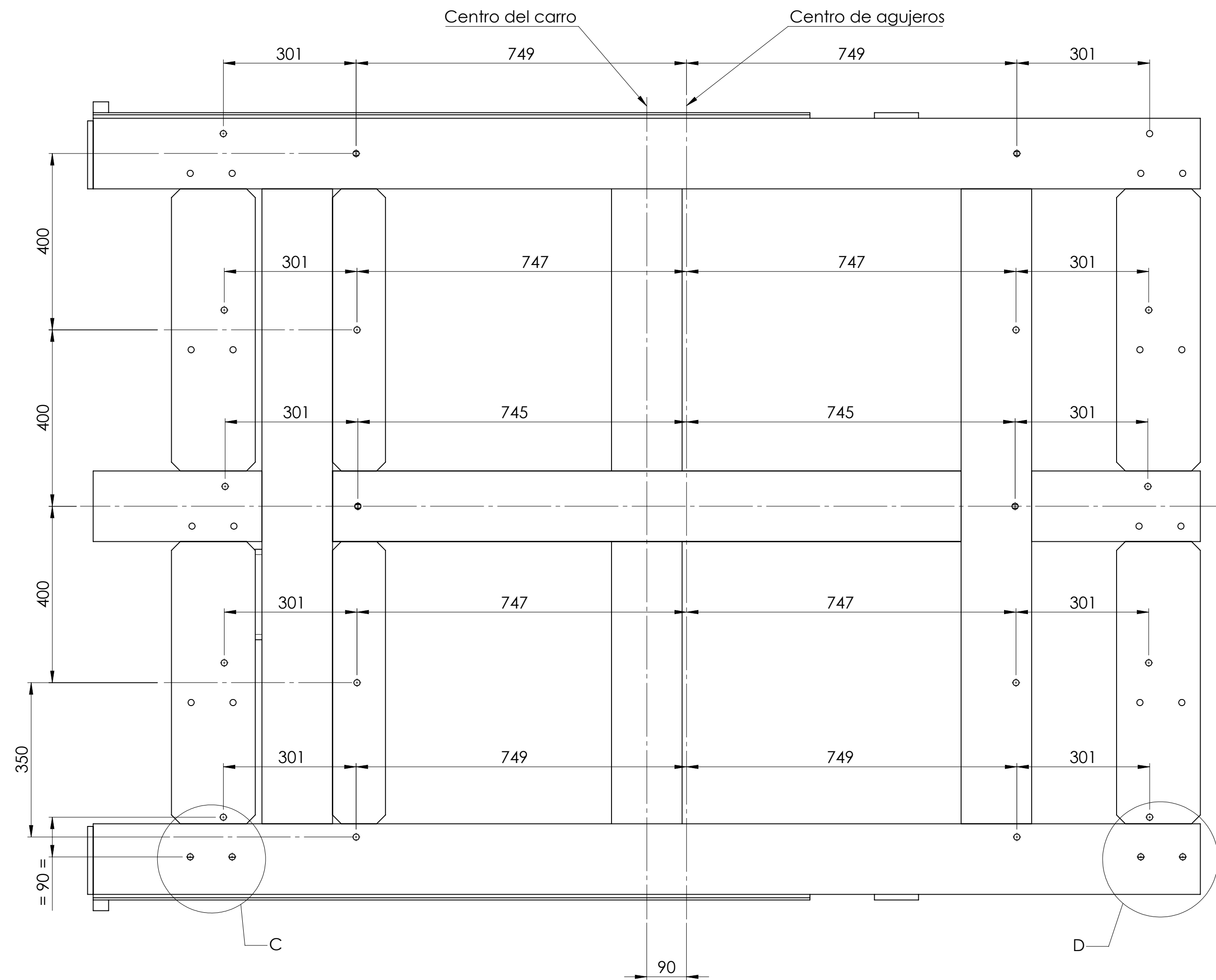
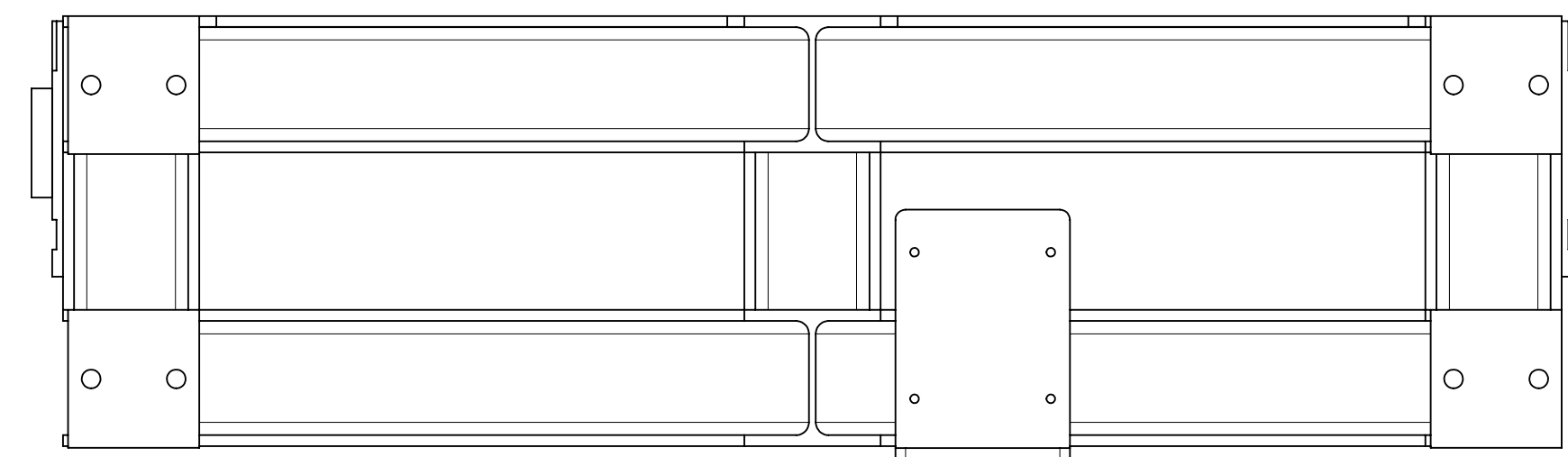
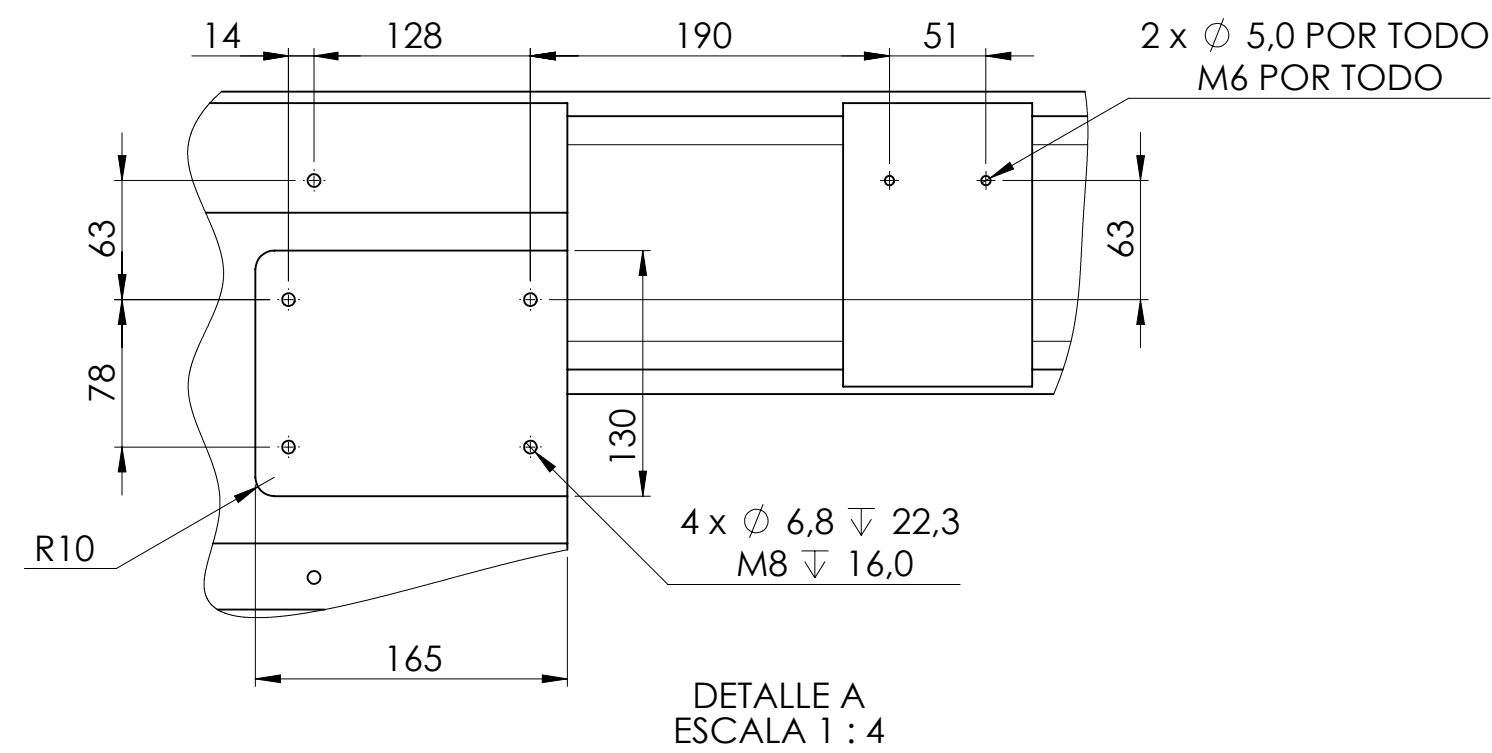
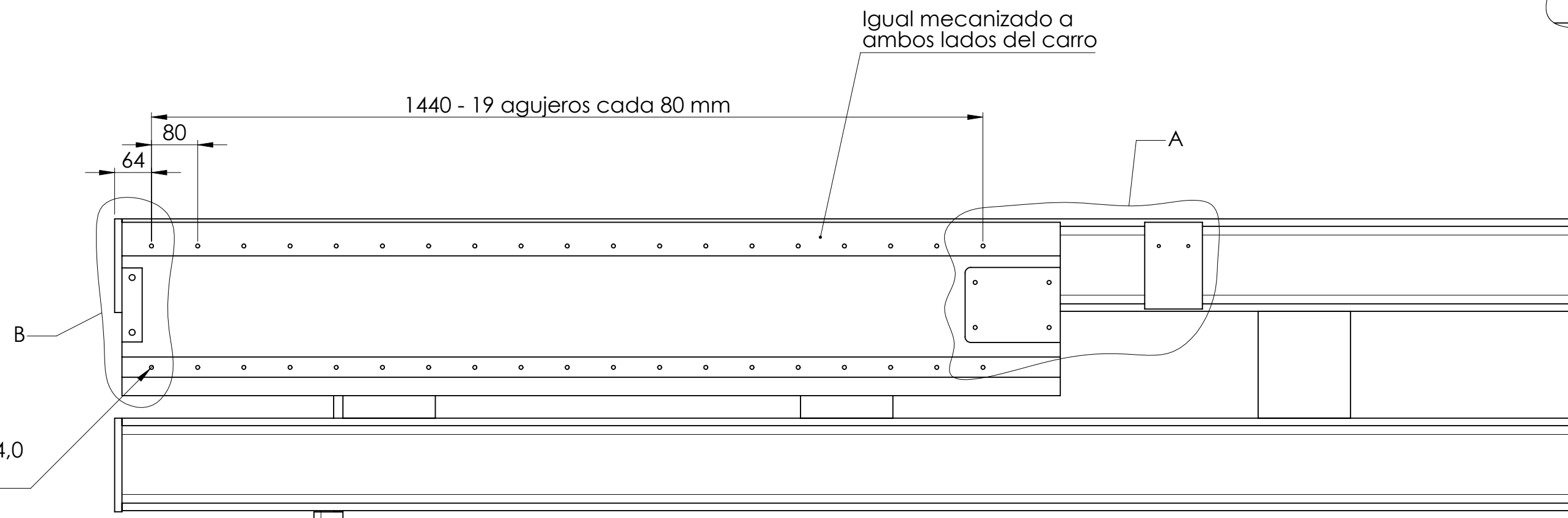
19	Tornillo Allen M10x30		3
18	Stabilus 084662	Resorte a gas	2
17	Conjunto 33	Cjto. puente plegado	2
16	Conjunto 40	Cjto. apoyo de cadena carro	1
15	Tornillo Allen M12x50		1
14	Tuerca M12		1
13	Tornillo Allen M12x25		4
12	Arandela M12		4
11	Tornillo Allen M8x25		76
10	Conjunto 29	Cjto. Tornillo de bolas	2
9	Conjunto 23	Cjto. cadena semirrigida derecha	2
8	Guia Hiwin HGR35R1500C		4
7	Conjunto 26	Cjto. rueda guia	10
6	Cadena motor-eje		1
5	Conjunto 22	Cjto. soporte motorreductor	1
4	Conjunto 21	Cjto. eje conducido	1
3	Conjunto 19	Cjto. eje motriz carro derecho	1
2	Conjunto 13	Cjto. consola de rodillos de carro	6
1	Conjunto 06	Mecanizado carro derecho	1

N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
	ISO E	1	-	1	SAE 1010	Peso: 2100 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°		POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Conjunto carro derecho						
0-20 mm ±0.1		REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2		ESC.: 1:20		FECHA: 11/06/2026		APR:
50-200 mm		 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm						
>500 mm						
						Conjunto 04

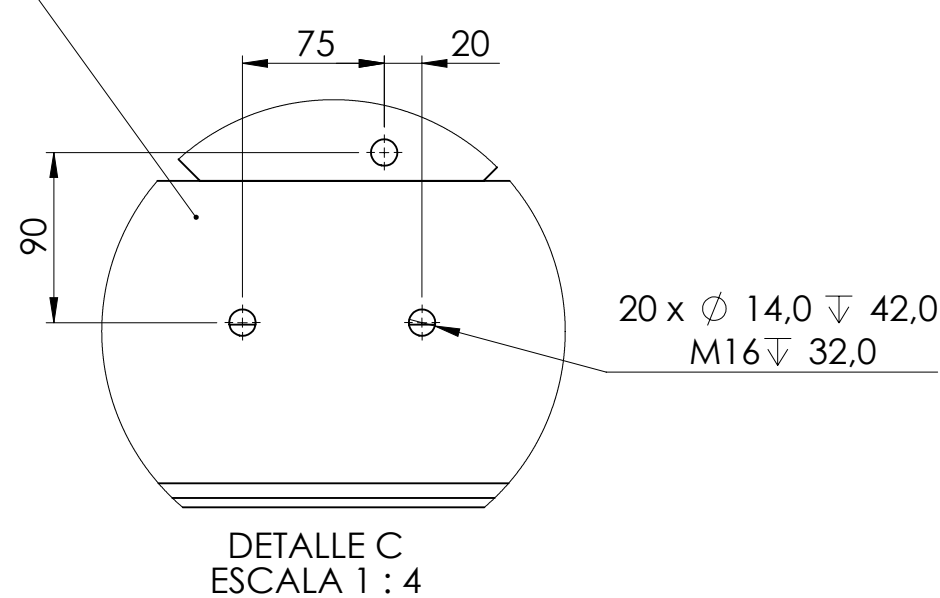


DETALLE B
ESCALA 1 : 4

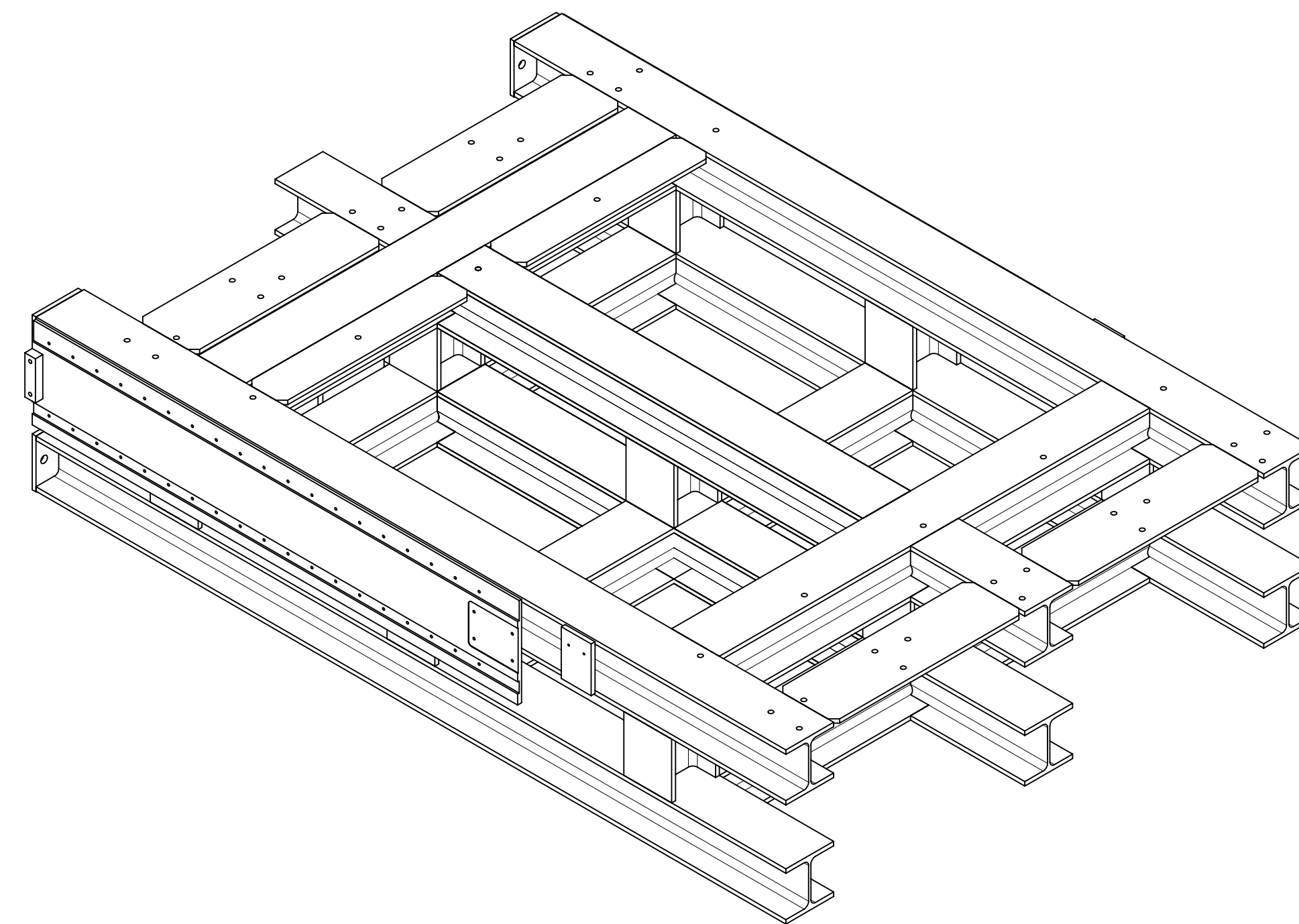
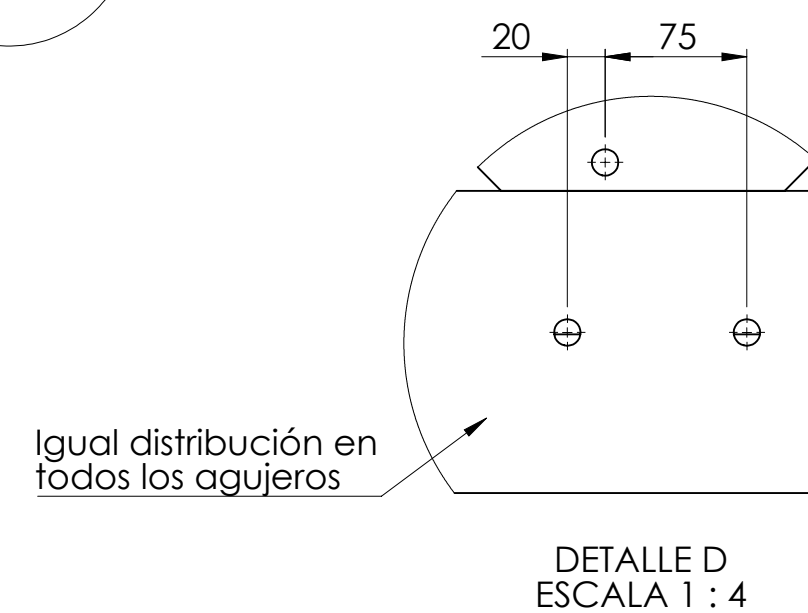
38 x $\varnothing 6,8 \nabla 14,0$
M8 $\nabla 7,7$



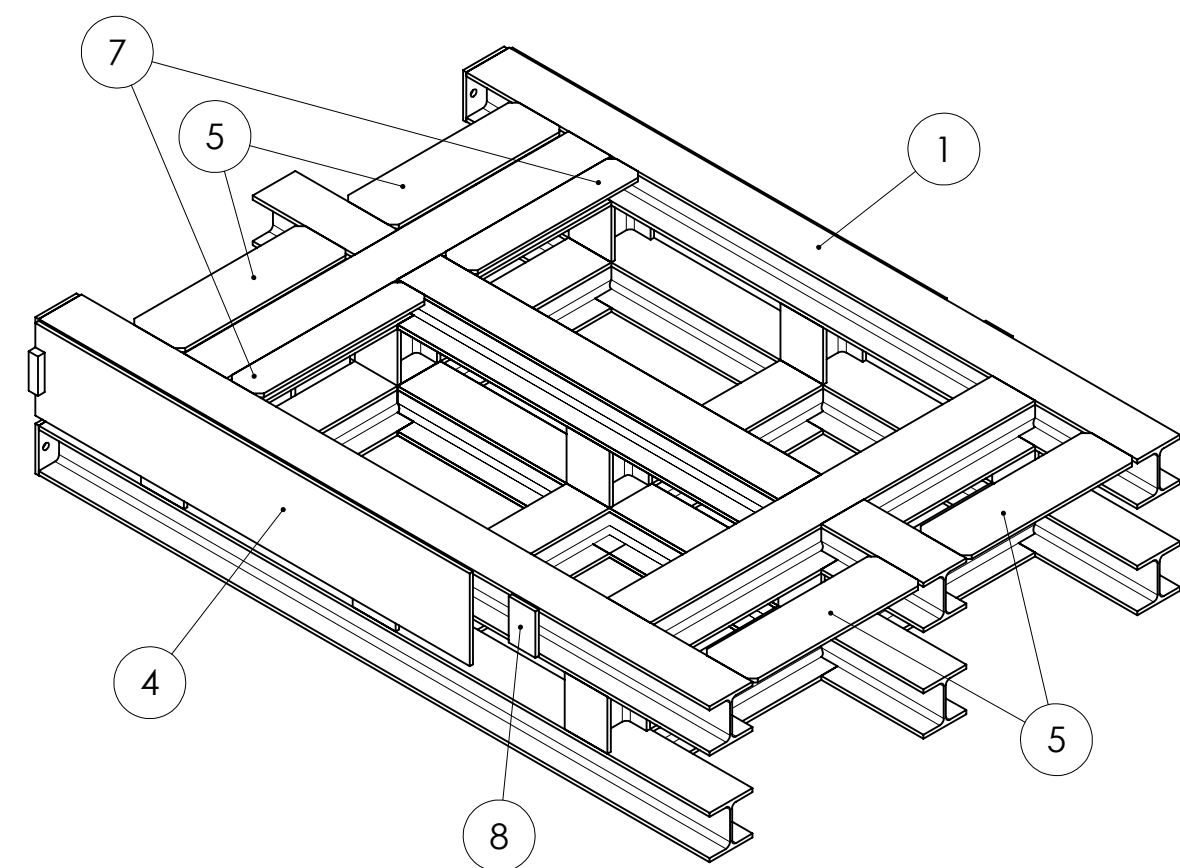
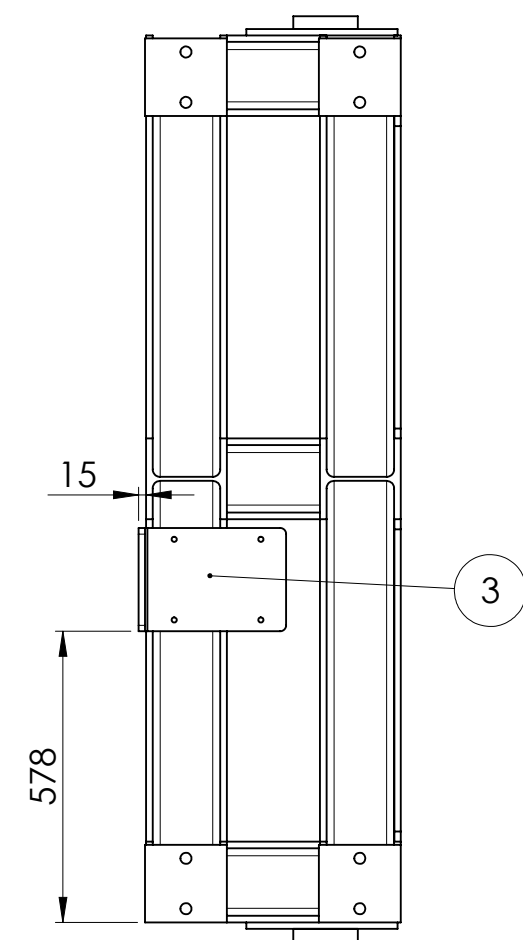
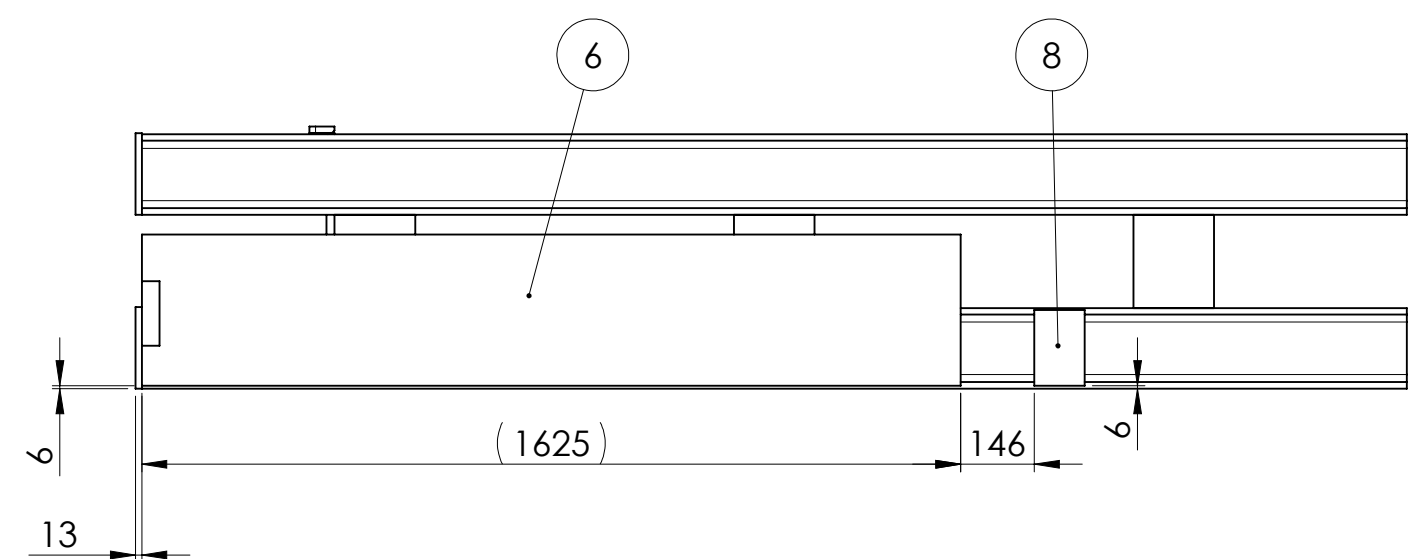
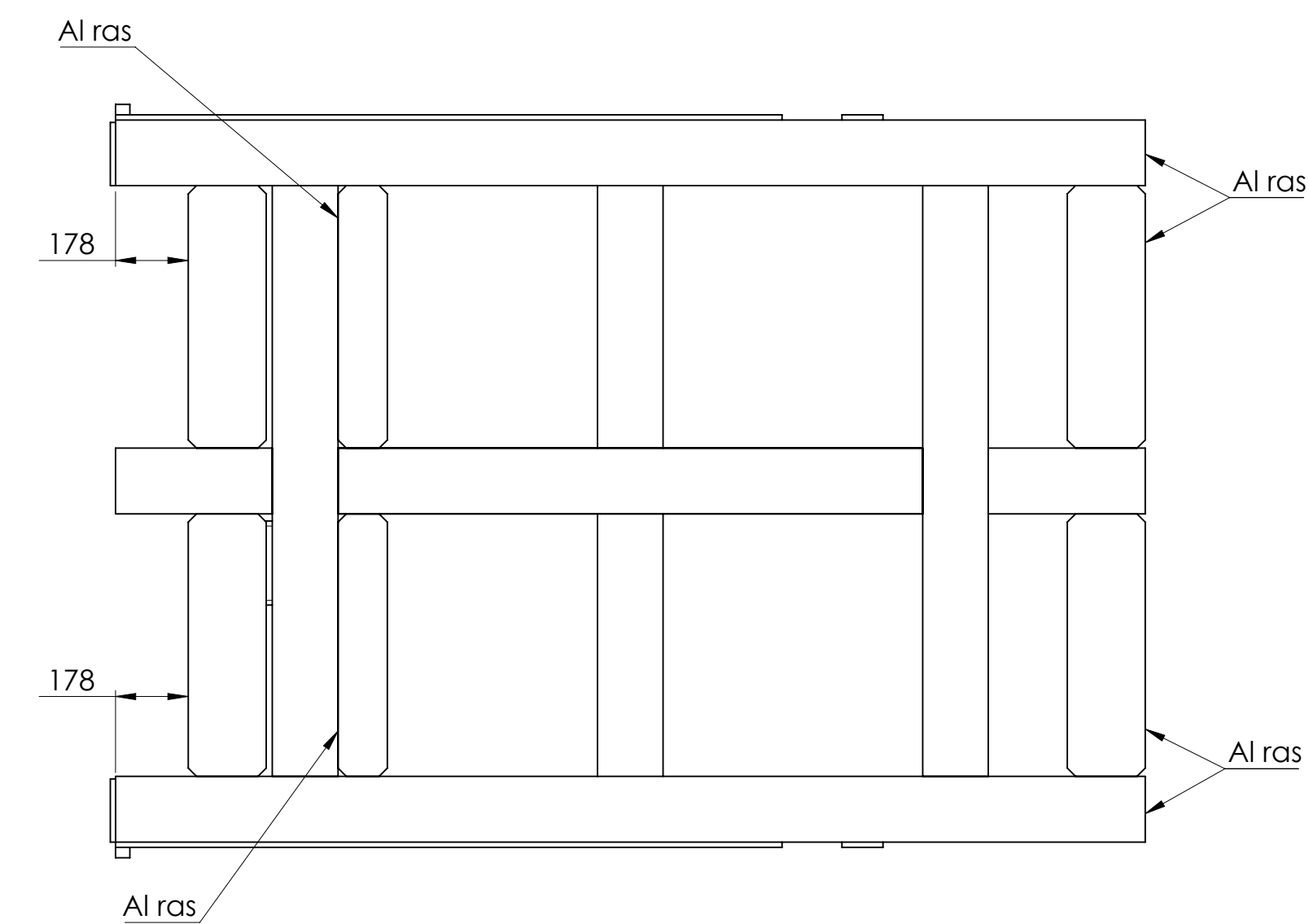
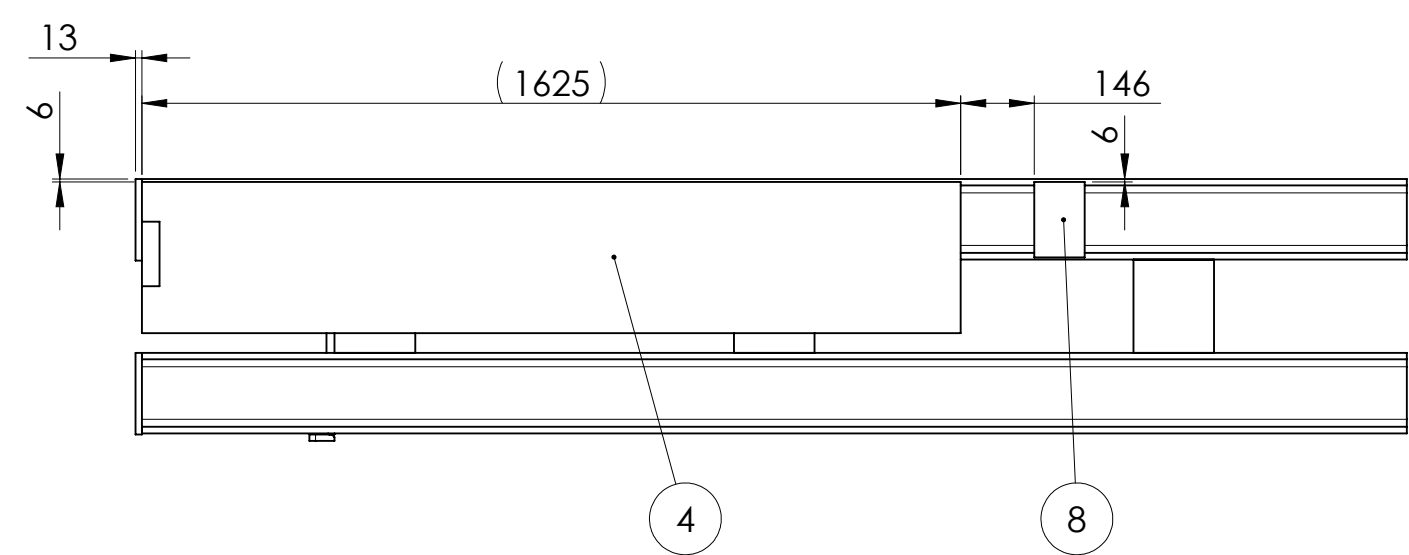
Igual distribución en todos los agujeros



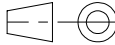
Igual distribución en todos los agujeros



1	Conjunto 07	Soldadura carro derecho	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ISO E	1	-	1
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS		MATERIAL	OBSERVACIONES
0-20 mm $\pm 0,1$	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm $\pm 0,2$	ESC.: 1:20	FECHA: 10/06/2026	APR:
50-200 mm			
200-500 mm			
>500 mm			
UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Conjunto 06

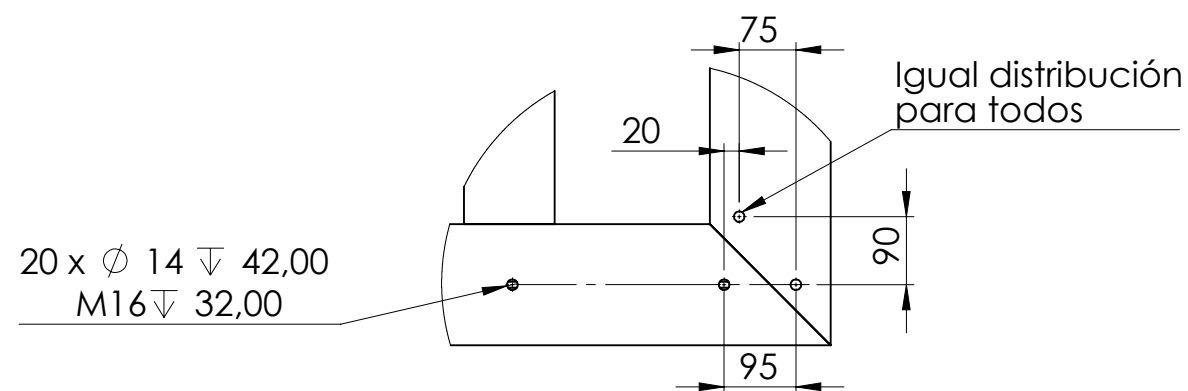
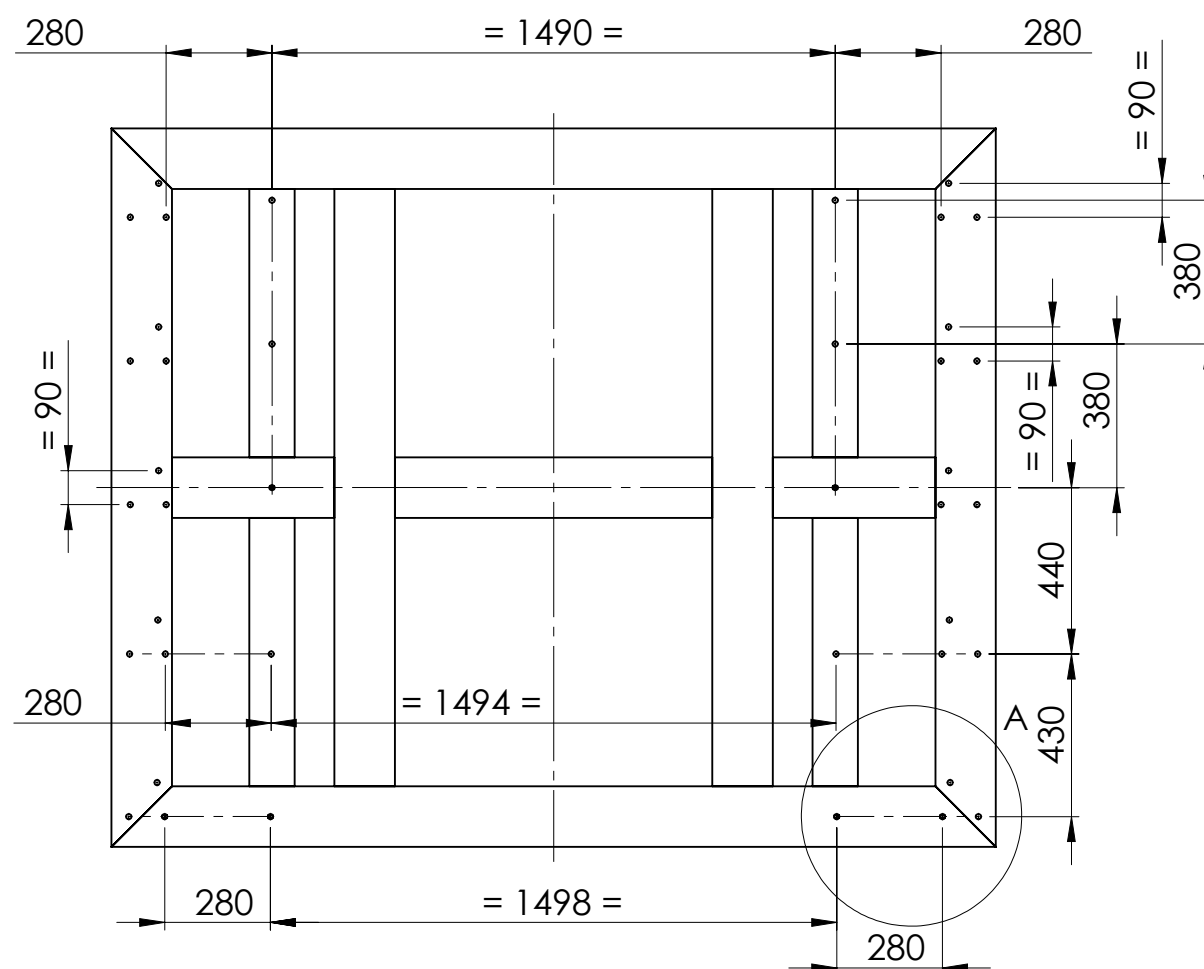
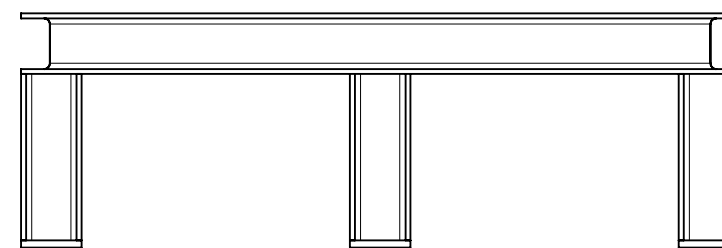
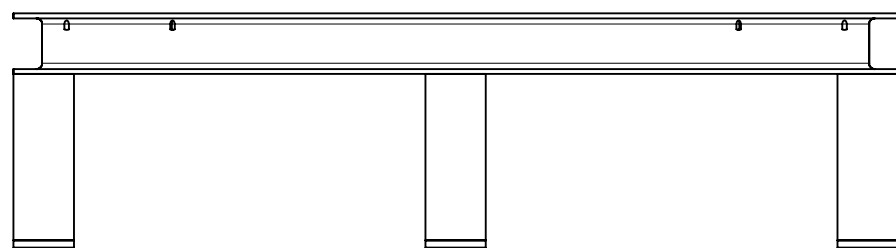


8	Pieza 44	Placa para resorte a gas	2
7	Pieza 43	Placa para ruedas interiores	2
6	Conjunto 35	Sold. soporte de guías derecho	1
5	Pieza 42	Placa para ruedas exteriores	4
4	Conjunto 34	Sold. soporte de guías izquierdo	1
3	Conjunto 36	Soporte motorreductor soldado	1
2	Pieza 41	Placa unión de carros	4
1	Pieza 03	Estructura carro	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

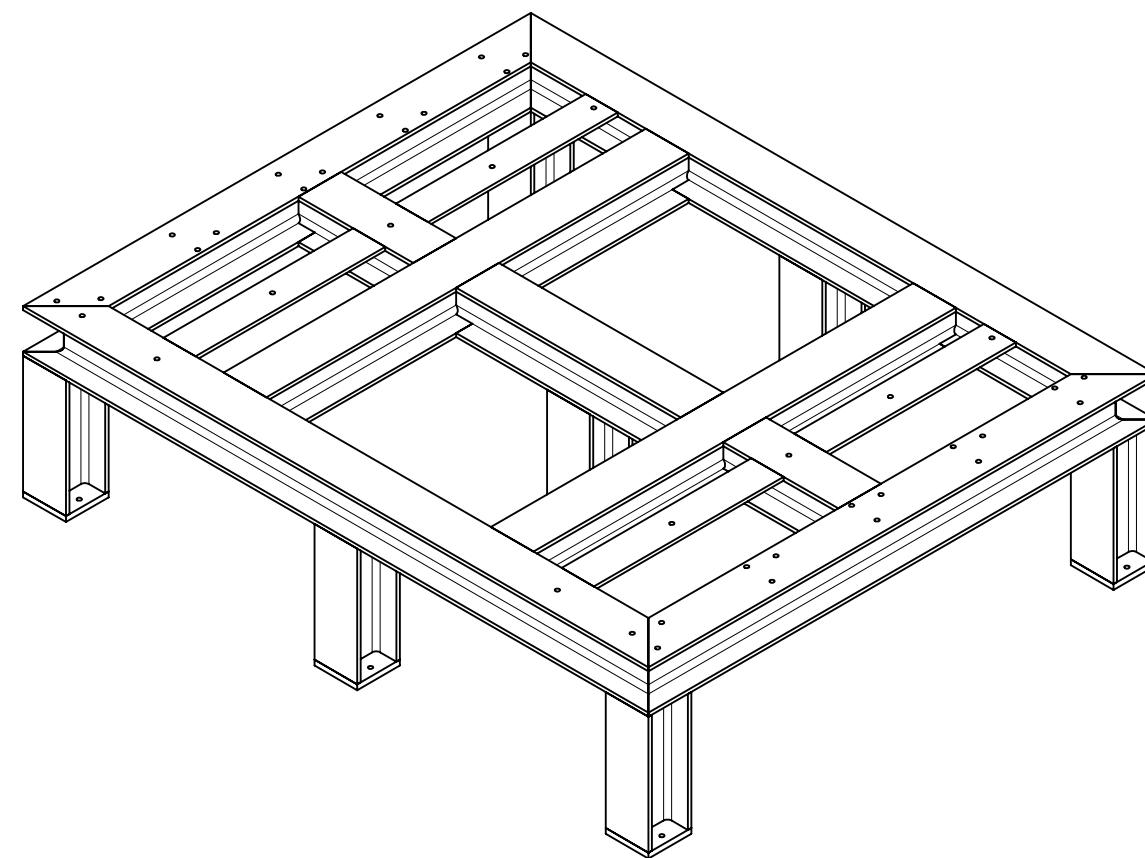
	ISO E	1	-	1	SAE 1010	Peso: 1315 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	

TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Soldadura carro derecho				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:15		FECHA: 09/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					

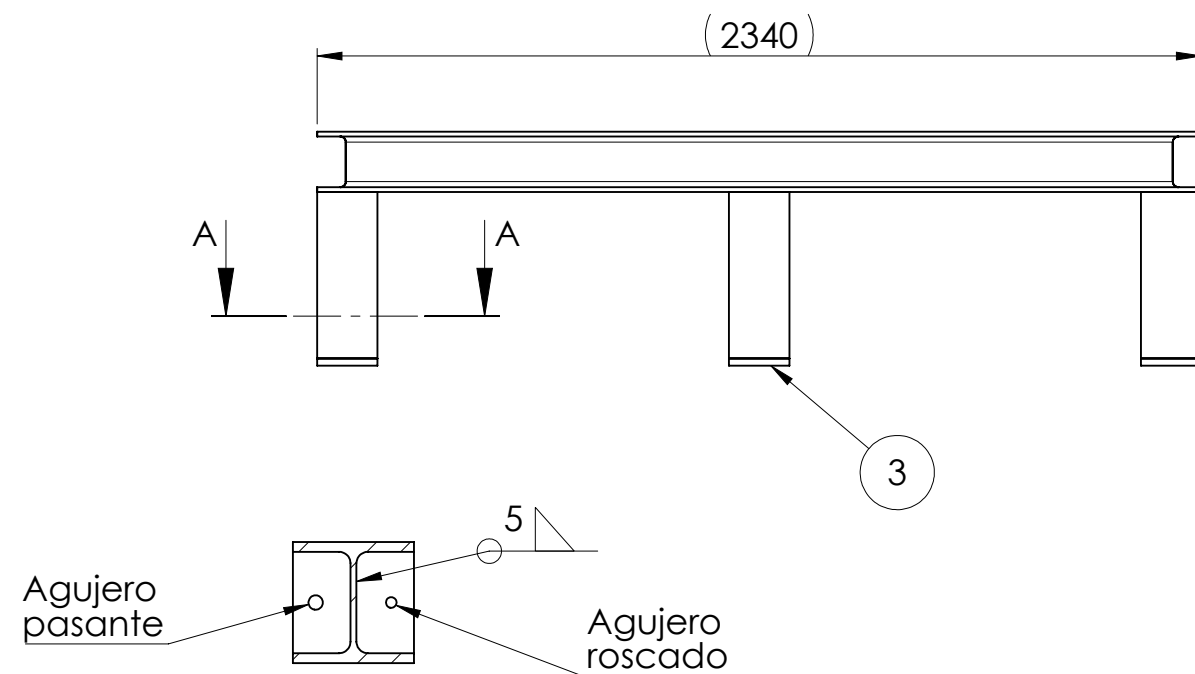
 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 07
---	--	-------------



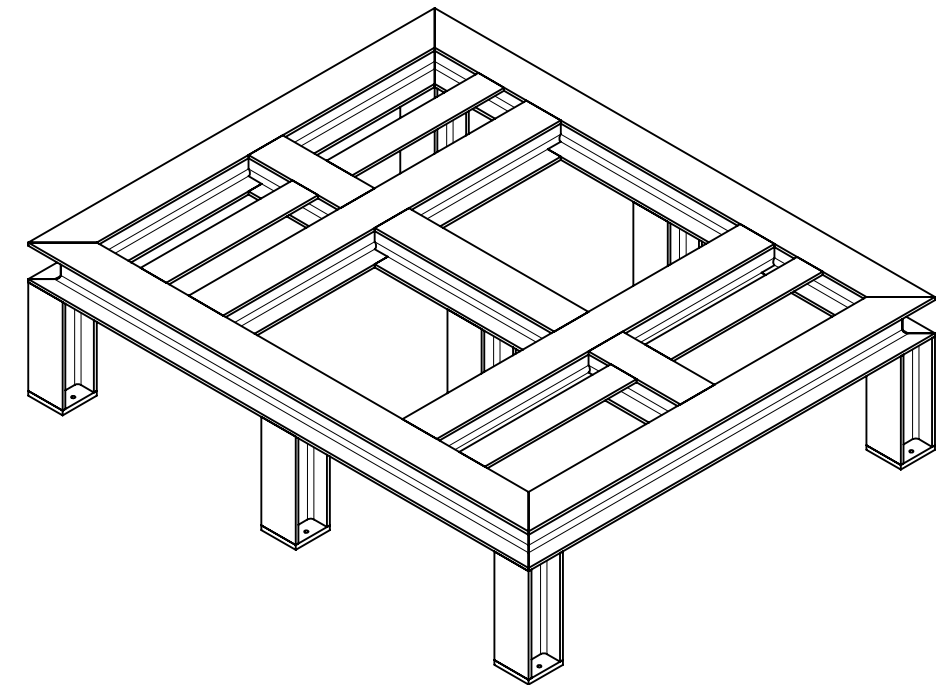
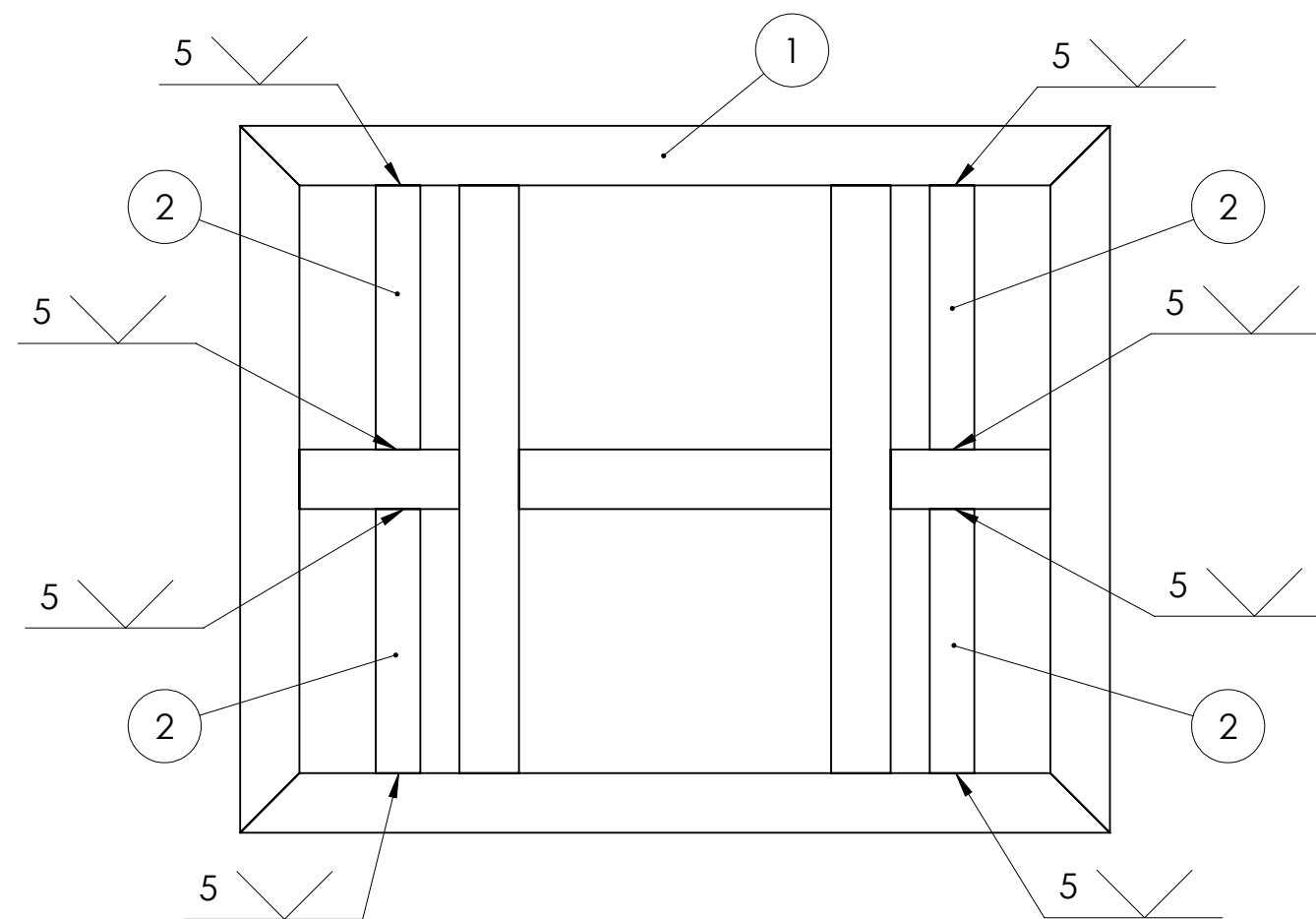
DETALLE A
ESCALA 1 : 10

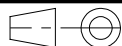


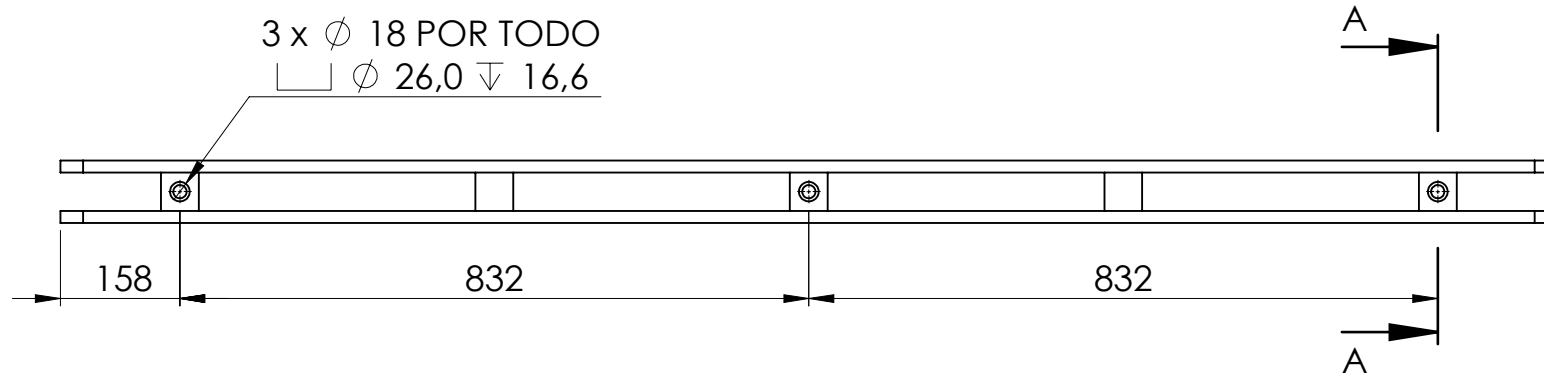
1	Conjunto 12	Soldadura adicional mesa			1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN			CANTIDAD
 ISO E	1	-	5	SAE 1010	Peso: 741 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Mecanizado mesa				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:20		FECHA: 13/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1				Conjunto 11	

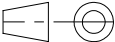


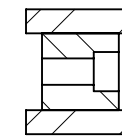
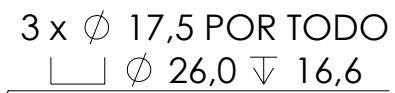
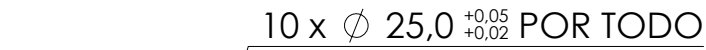
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10



3	Pieza 10	Placa pata de mesa	7
2	Pieza 09	Placa guia interiores	4
1	Pieza 02	Estructura mesa	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
 ISO E	1	-	5
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	SAE 1010		
		MATERIAL	Peso: 741 kg
		OBSERVACIONES	
Proyecto Final de Ingeniería Mecánica			
Soldadura adicional mesa			
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:
20-50 mm ±0.2	DIB: Broda, Gonzalo		
50-200 mm ±0.3	ESC.: 1:20		FECHA: 31/05/2026
200-500 mm ±0.5	APR:		
>500 mm ±1			
	UNR - FCEIA		
Escuela de Ingeniería Mecánica			
Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			
		Conjunto 12	

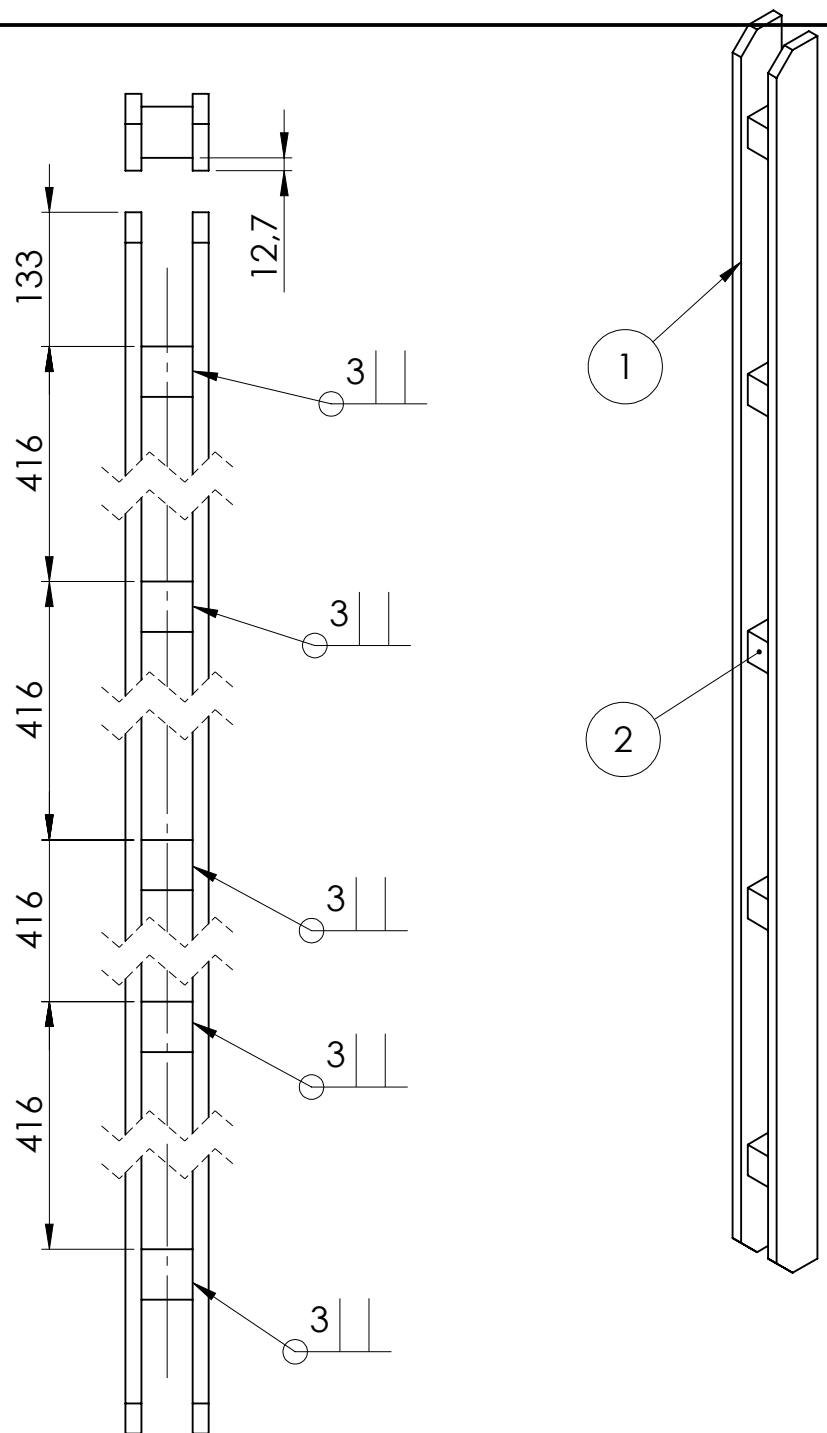


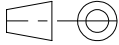
1	Conjunto 17	Soldadura consola de rodillos carro			1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN			CANTIDAD
 ISO E	1	-	12	SAE 1010	Peso: 39,8 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Mecanizado consola de rodillos carro				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 01/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Conjunto 15	
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					

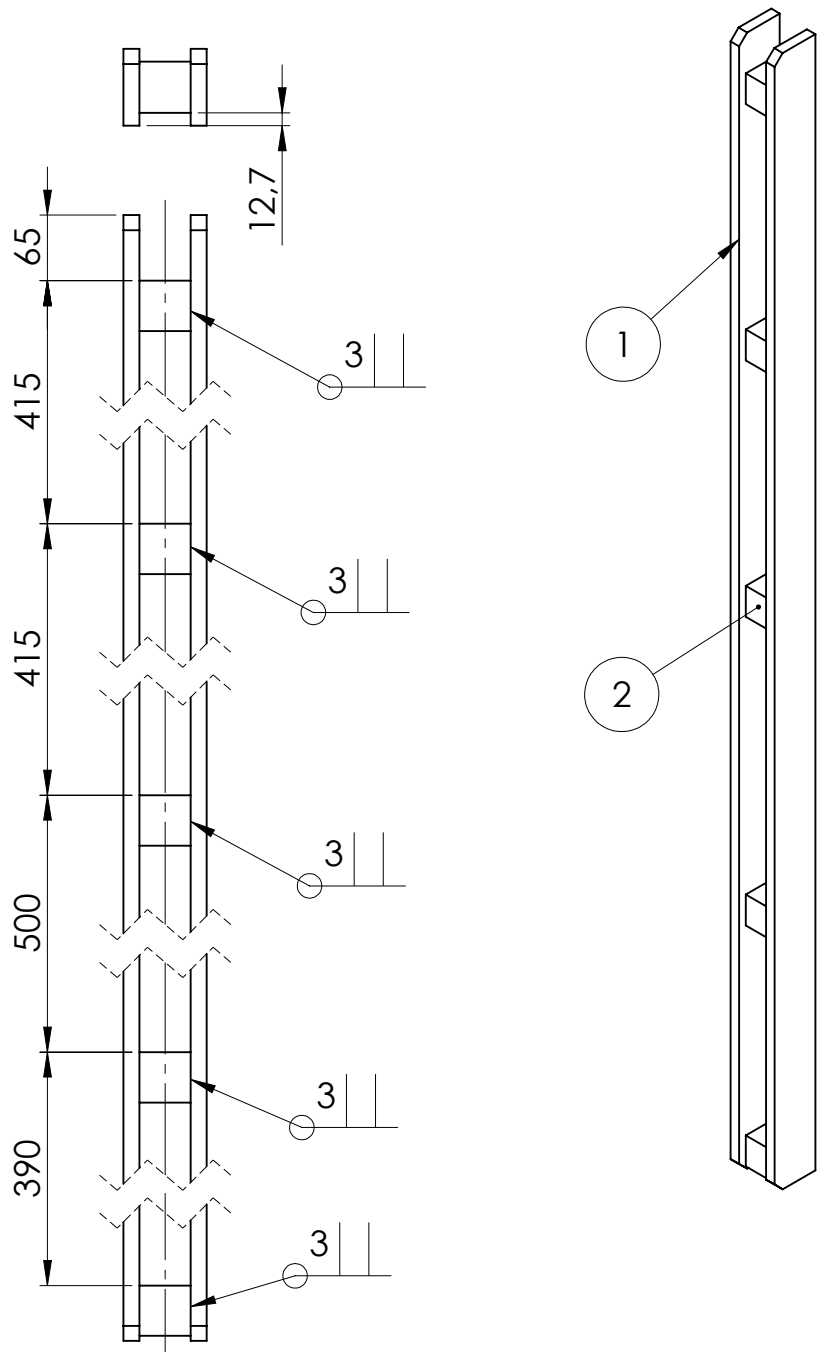


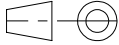
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

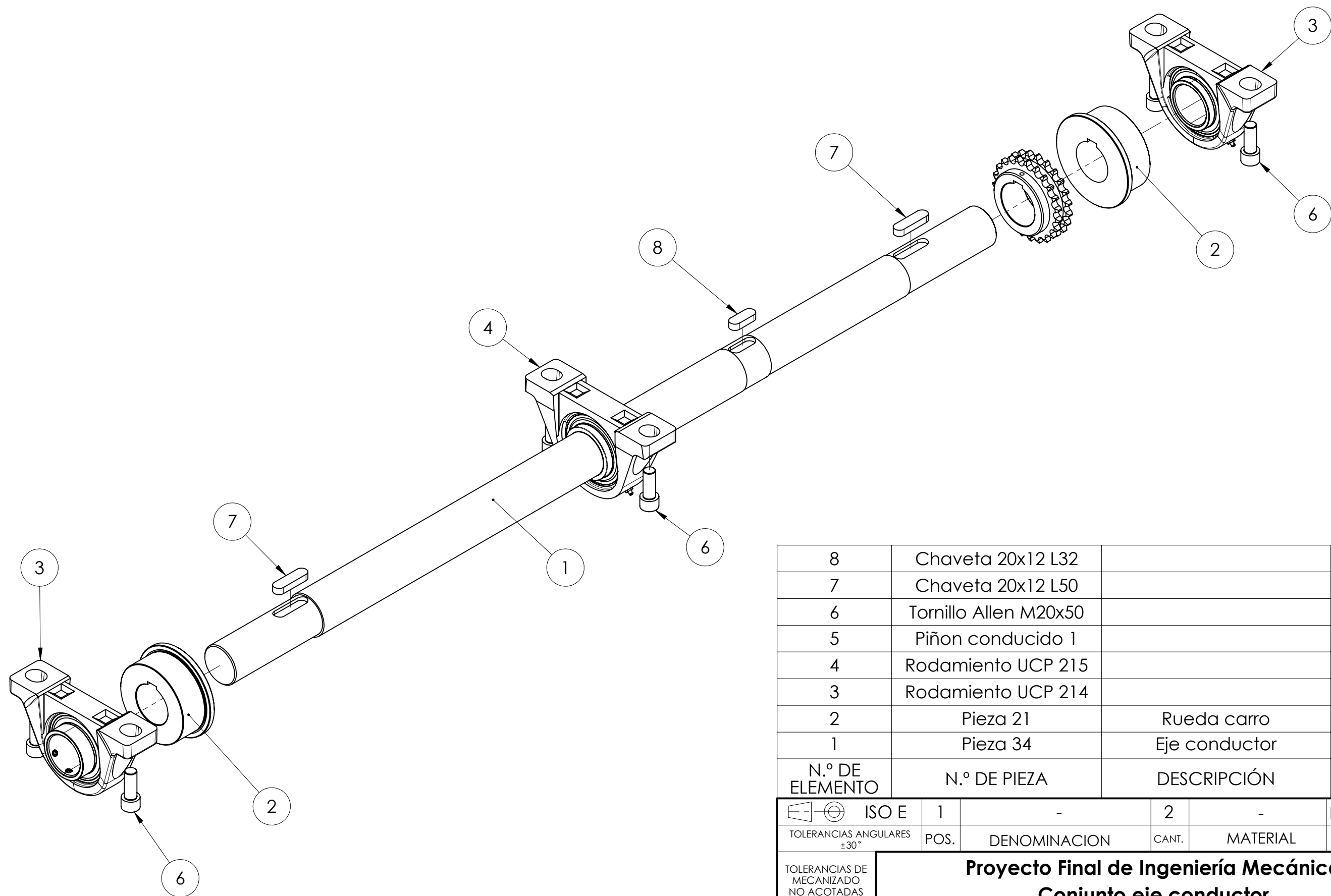
1	Conjunto 18	Soldadura consola de rodillos mesa			1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN			CANTIDAD
 ISO E	1	-	30	SAE 1010	Peso: 37,3 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Mecanizado consola de rodillos mesa				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 01/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Conjunto 16	
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					



2	Pieza 12	Cuadrado consola de rodillos	5		
1	Pieza 13	Planchuela estructura consola carro	2		
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		
 ISO E	1	-	12	SAE 1010	Peso: 42,5 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Soldadura consola de rodillos carro				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:10		FECHA: 01/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					Conjunto 17



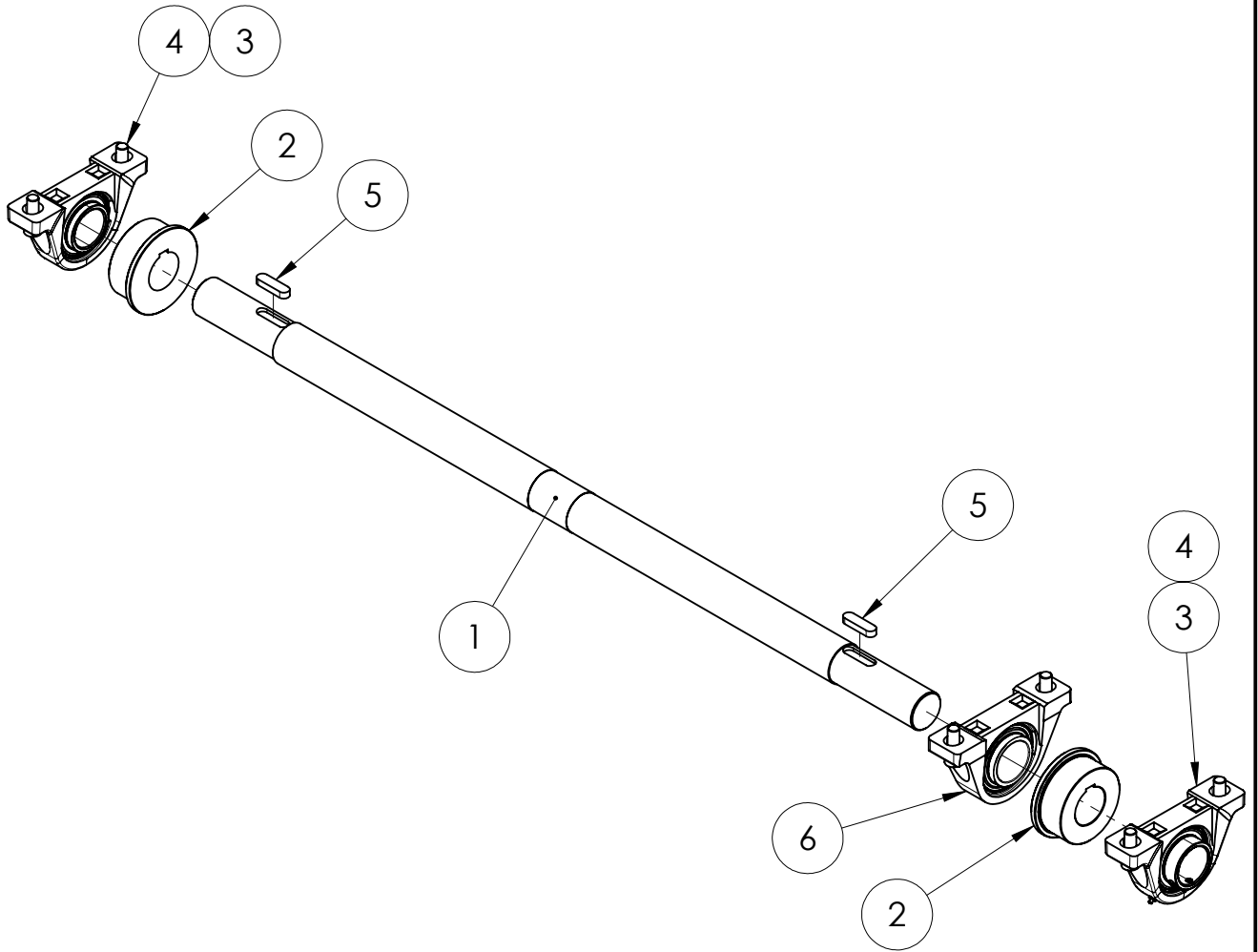
2	Pieza 12	Cuadrado consola de rodillos	5		
1	Pieza 11	Planchuela consola de rodillos mesa	2		
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		
 ISO E	1	-	30	SAE 1010	Peso: 40 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Soldadura consola de rodillos mesa				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:10		FECHA: 01/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					Conjunto 18



8	Chaveta 20x12 L32		1
7	Chaveta 20x12 L50		2
6	Tornillo Allen M20x50		6
5	Piñon conducido 1		1
4	Rodamiento UCP 215		1
3	Rodamiento UCP 214		2
2	Pieza 21	Rueda carro	2
1	Pieza 34	Eje conductor	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

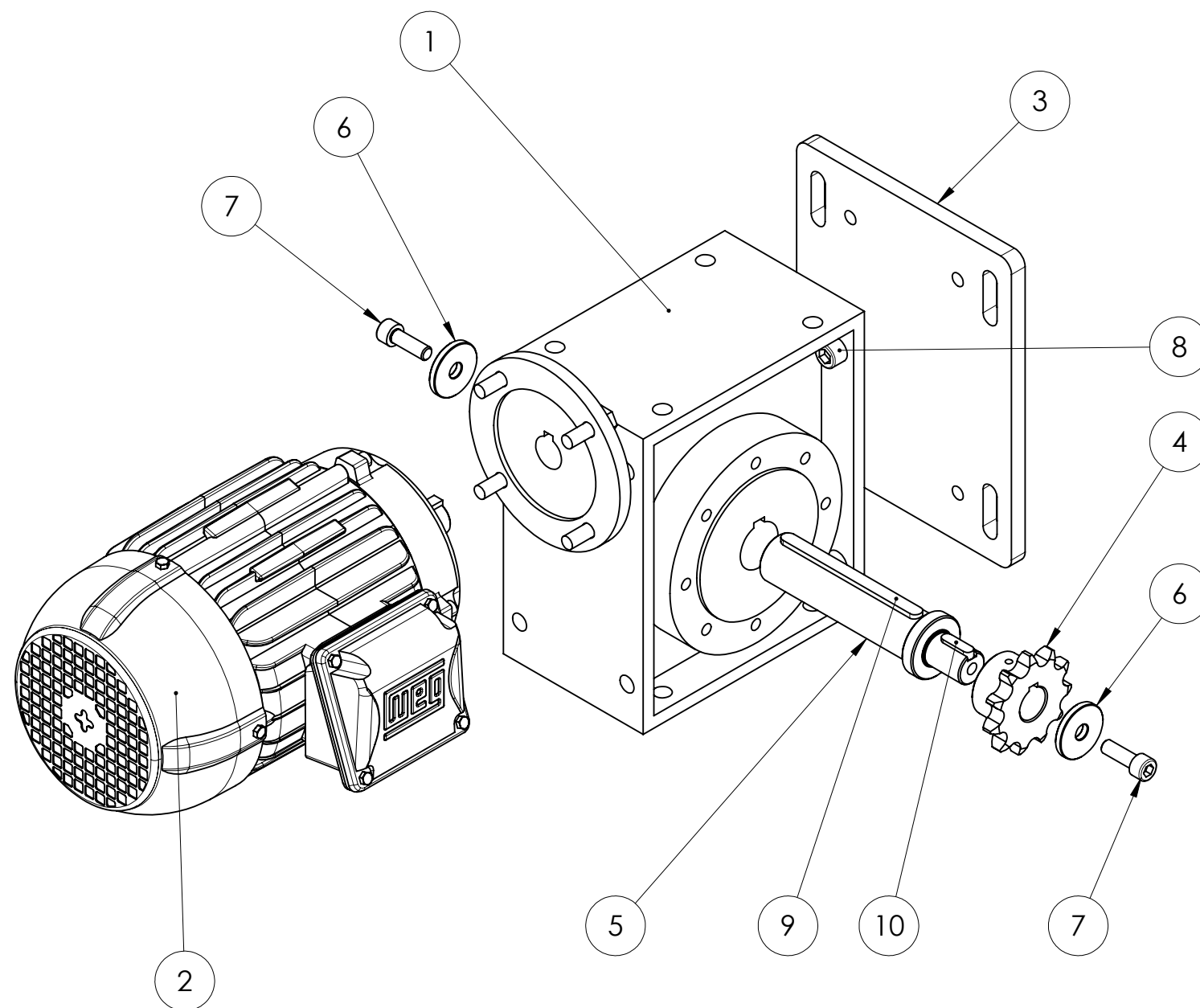
 ISO E	1	-	2	-	Peso: 75,3 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES

TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Conjunto eje conductor			
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:8	FECHA: 11/06/2026	APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			
200-500 mm ±0.5				
>500 mm ±1			Conjunto 19	

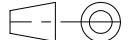


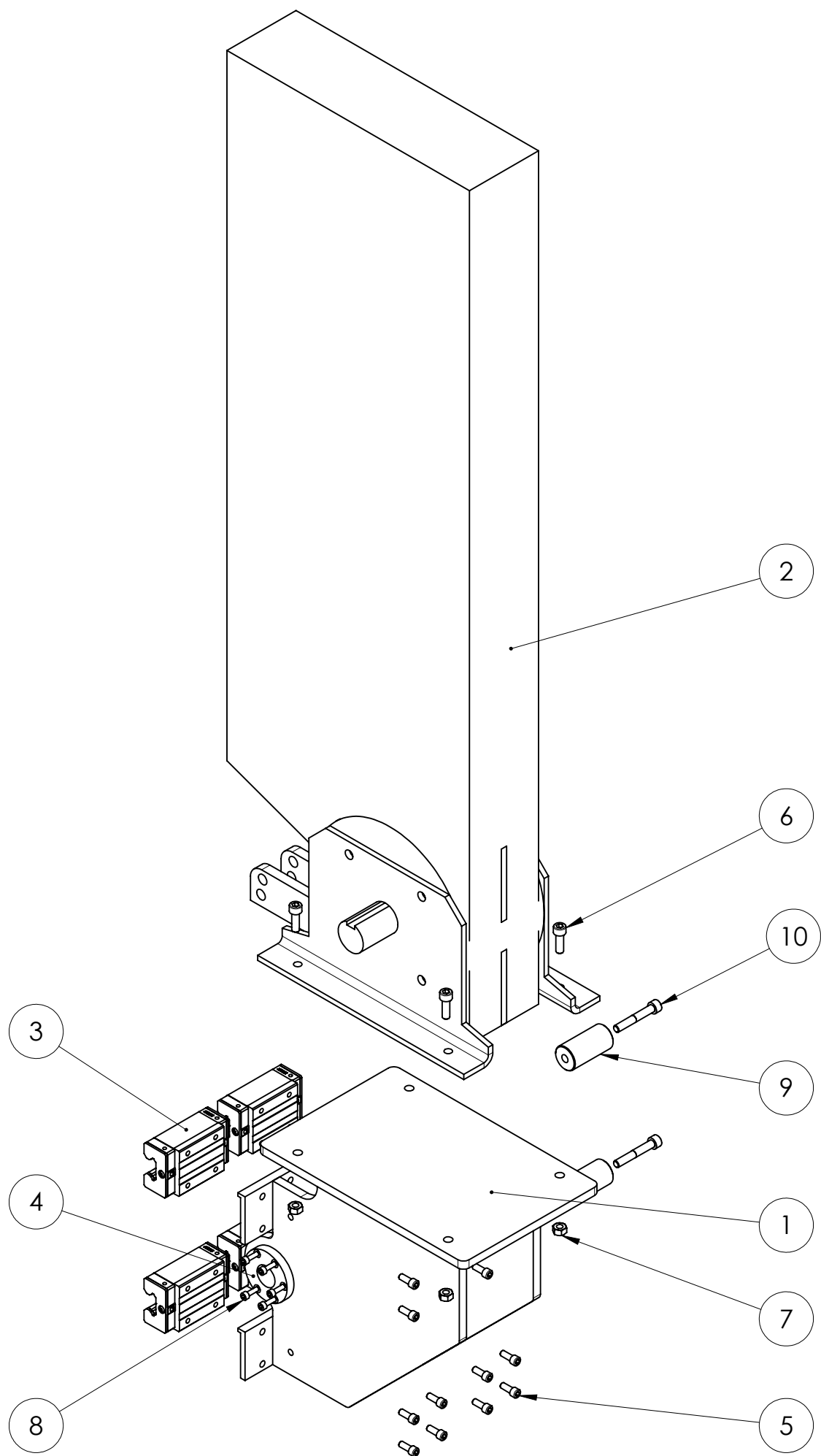
6	Rodamiento UCP 215		1
5	Chaveta 20x12 L50		2
4	Tornillo Allen M20x50		6
3	Rodamiento UCP 214		2
2	Pieza 21	Rueda carro	2
1	Pieza 20	Eje conducido	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

	ISO E	1	-	2	-	Peso: 75,5 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cjto. eje conducido					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:12		FECHA: 10/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1				Conjunto 21		

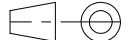


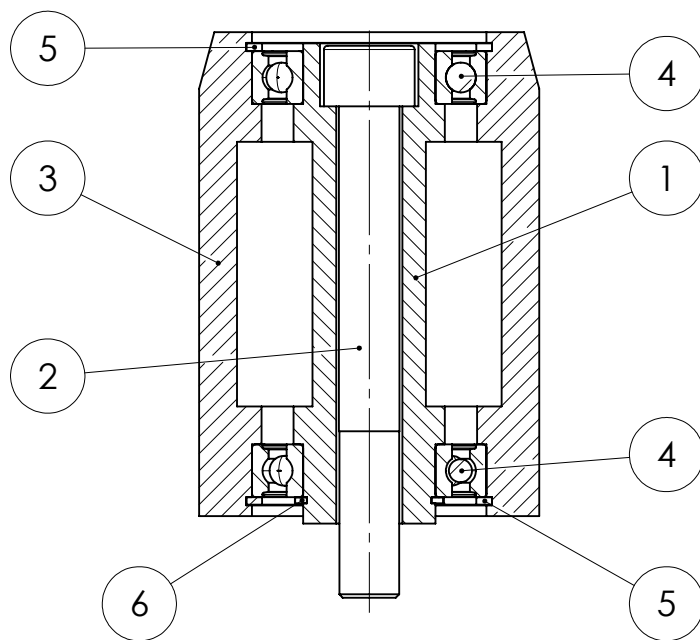
10	Chaveta 8x6 L19		1
9	Chaveta 10x8 L118		1
8	Tornillo Allen M12x20		4
7	Tornillo Allen M10x30		2
6	Pieza 25	Arandela bloqueo motor	2
5	Pieza 24	Eje reductor	1
4	Pieza 23	Piñón motriz	1
3	Pieza 22	Placa soporte del reductor	1
2	Motor 2HP B14		1
1	Reductor WMI90 1-50		1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

	ISO E	1	-	1	SAE 1010	Peso: 44,8 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cjto. soporte motorreductor					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:5			FECHA: 10/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						

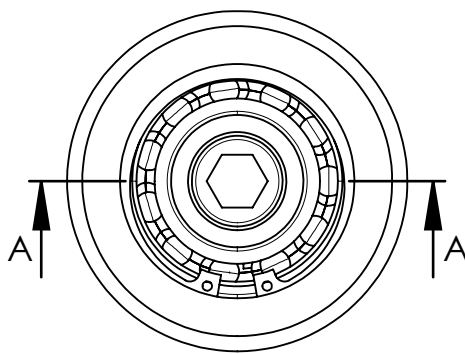


10	Tornillo Allen M10x65		2
9	Pieza 28	Tope de goma centrador plegado	2
8	Tornillo Allen M6x20		5
7	Tuerca M10		4
6	Tornillo Allen M10x30		4
5	Tornillo Allen M8x20		16
4	Tuerca Hiwin 32-5B2		1
3	Patin HGH35CA		4
2	SK18 + magazine		1
1	Conjunto 24	Mecanizado soporte cadena semirrigida	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

 ISO E	1	-	4	SAE 1010	Peso: 75 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cjto. cadena semirrigida				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:8		FECHA: 10/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1				Conjunto 23	

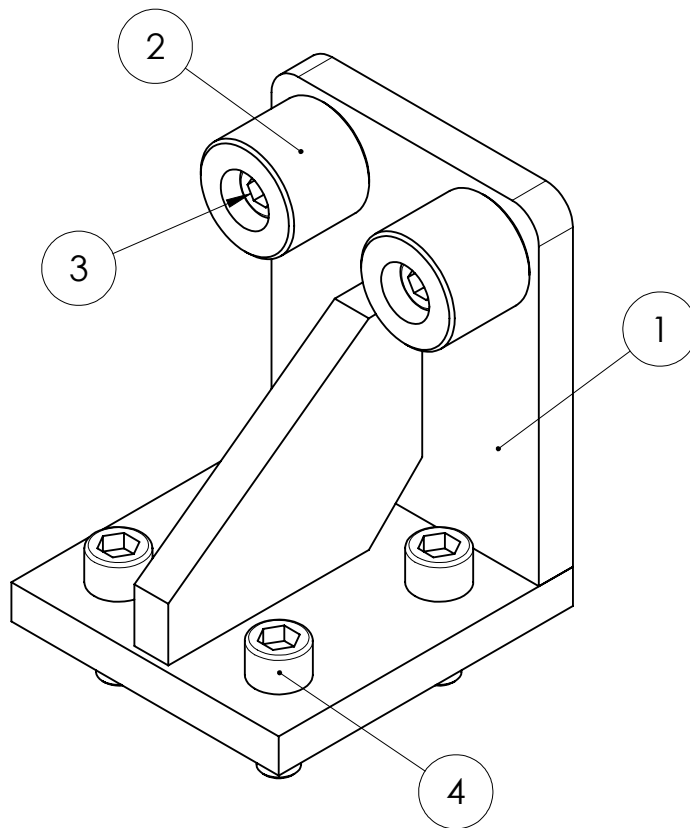


SECCIÓN A-A



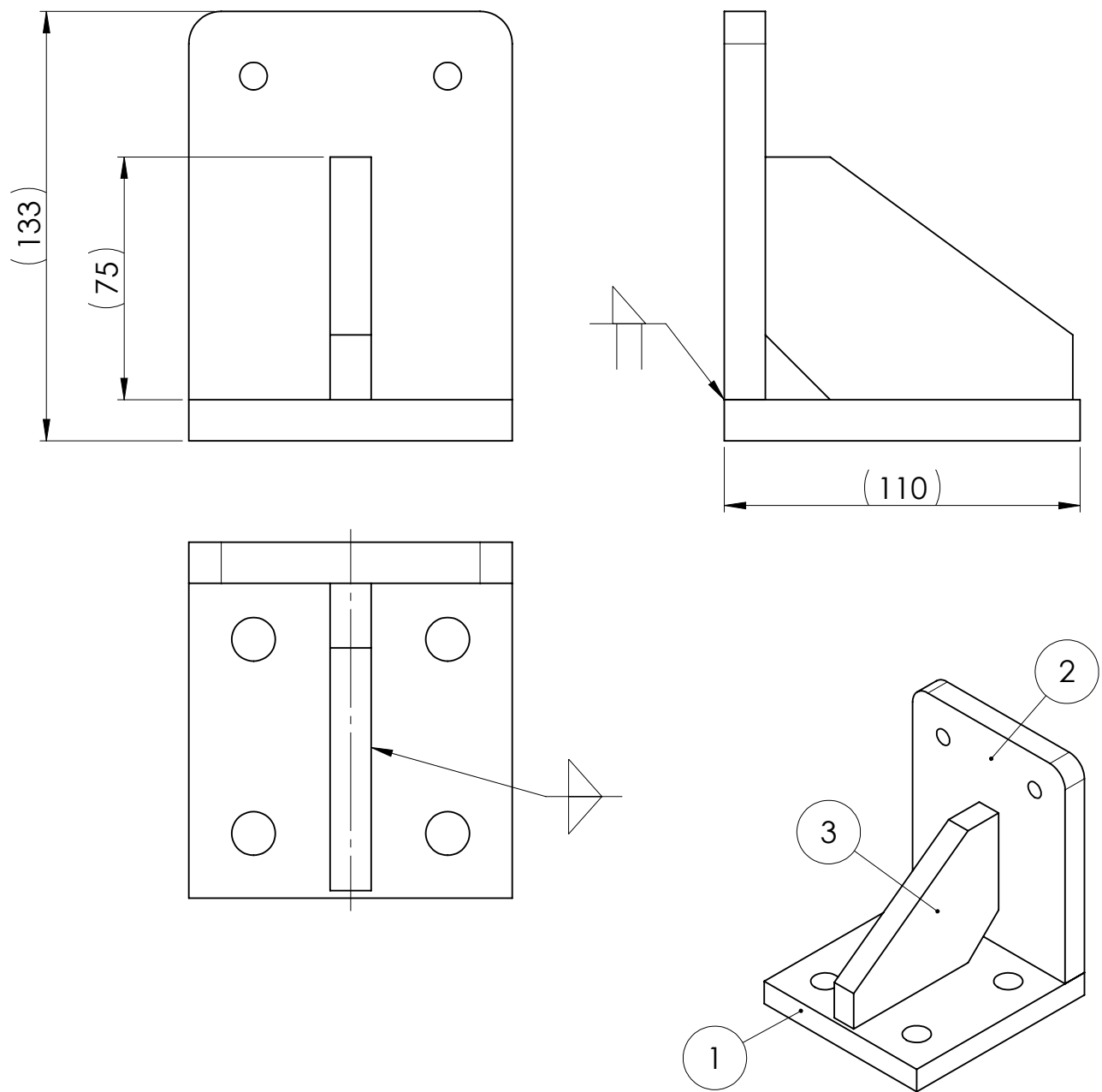
6	Anillo seeger A35		1
5	Anillo seeger J62		2
4	Rodamiento 6007		2
3	Pieza 27	Rodillo	1
2	Tornillo Allen M16x130		1
1	Pieza 26	Maza	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

	ISO E	1	-	70	-	Peso: 4 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cjto. rueda guia					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1		FECHA: 10/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Conjunto 26		
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						



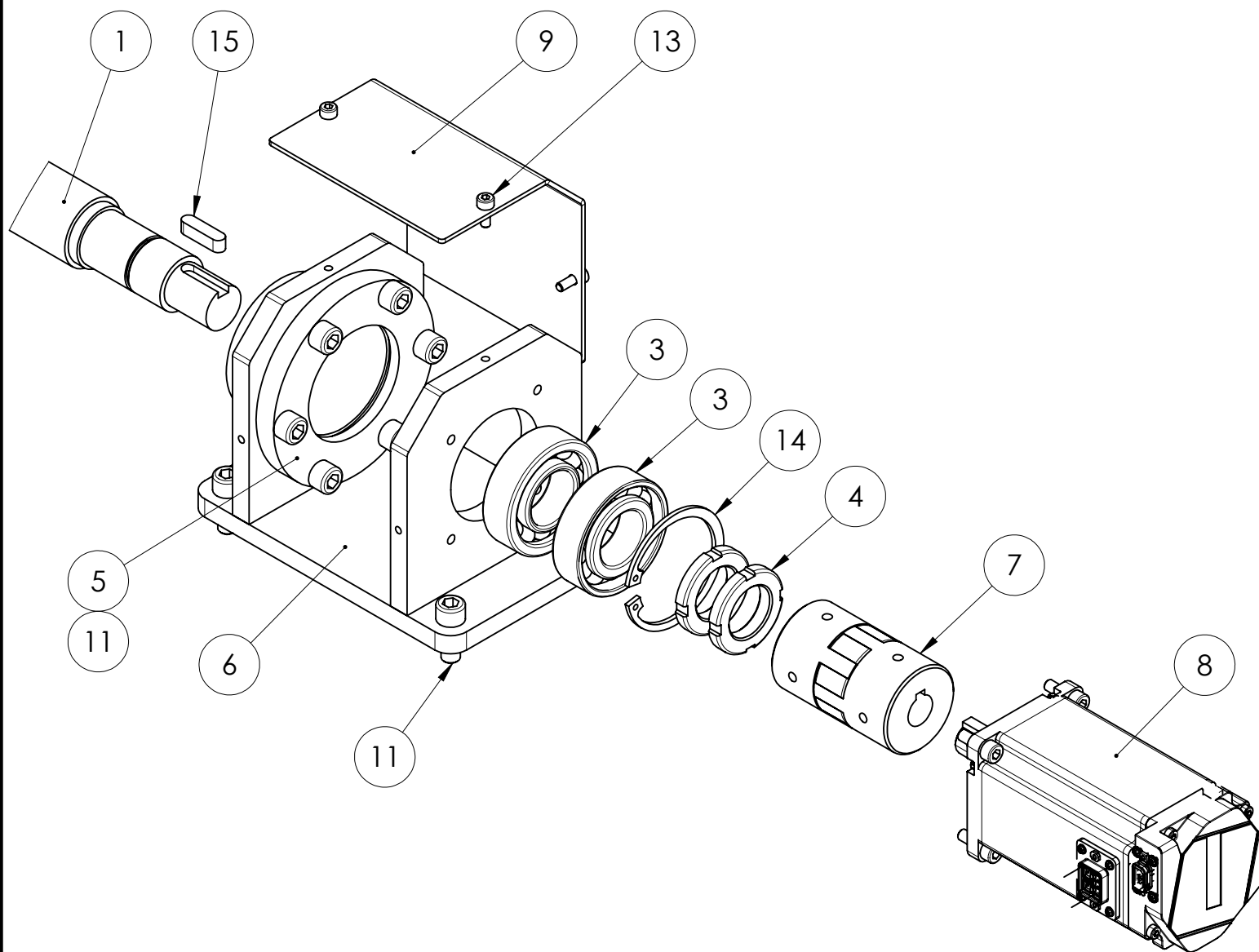
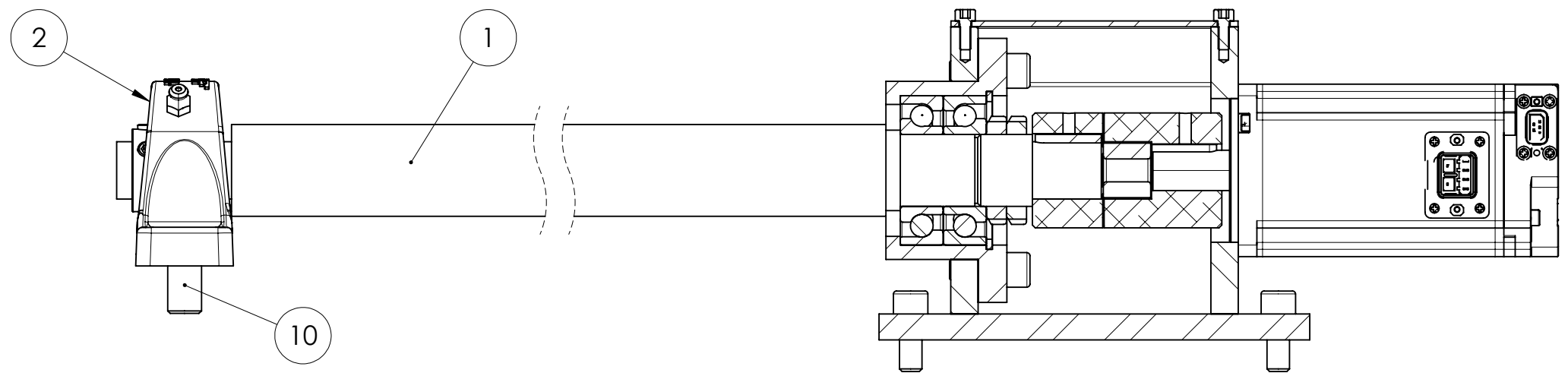
4	Tornillo Allen M12x30		4
3	Tornillo Allen M10x30		2
2	Pieza 39	Tope de goma	2
1	Conjunto 28	Soldadura tope para molde	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

 ISO E	1	-	25	SAE 1010	Peso: 3 kg
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Conjunto tope de carros				
0-20 mm ± 0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo		
20-50 mm ± 0.2	ESC.: 1:22	FECHA: 13/06/2026	APR:		
50-200 mm ± 0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Conjunto 27	
200-500 mm ± 0.5					
>500 mm ± 1					



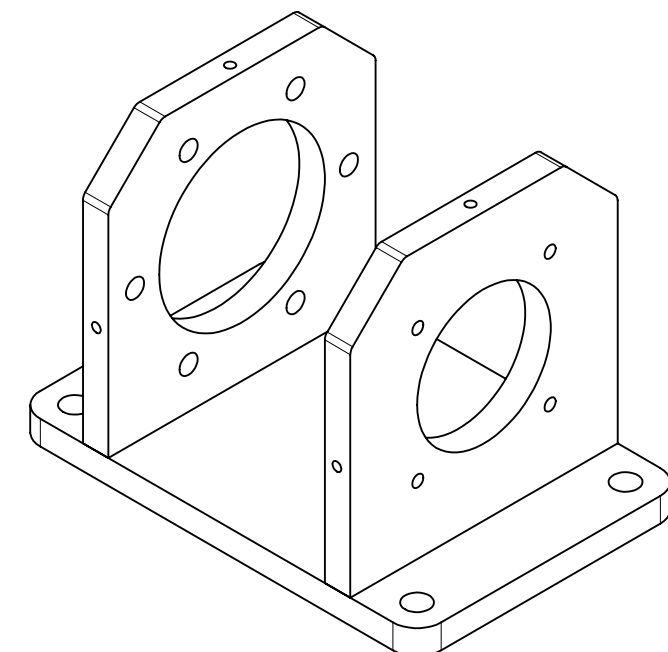
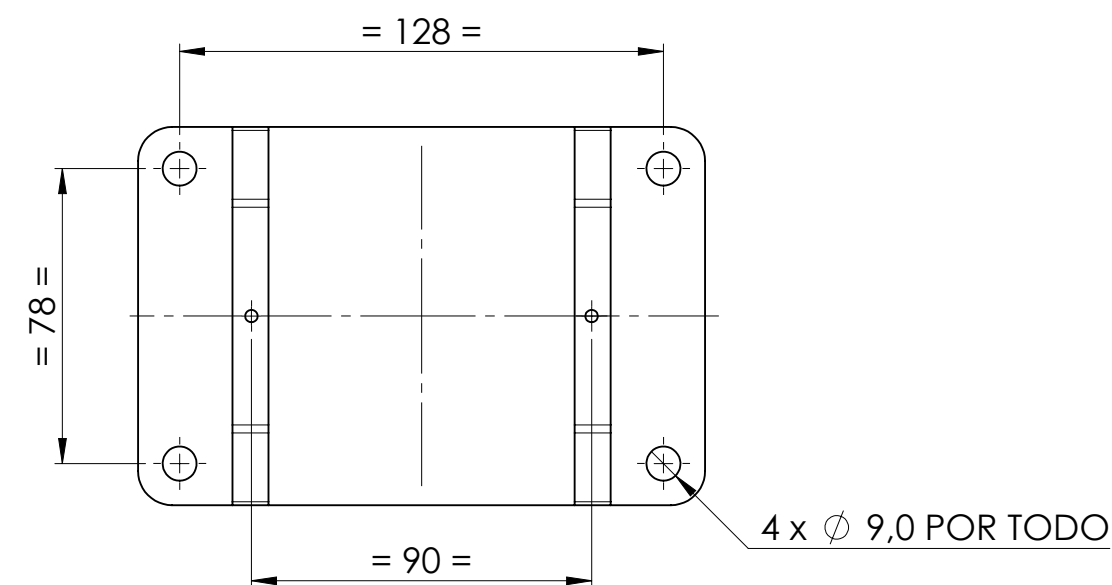
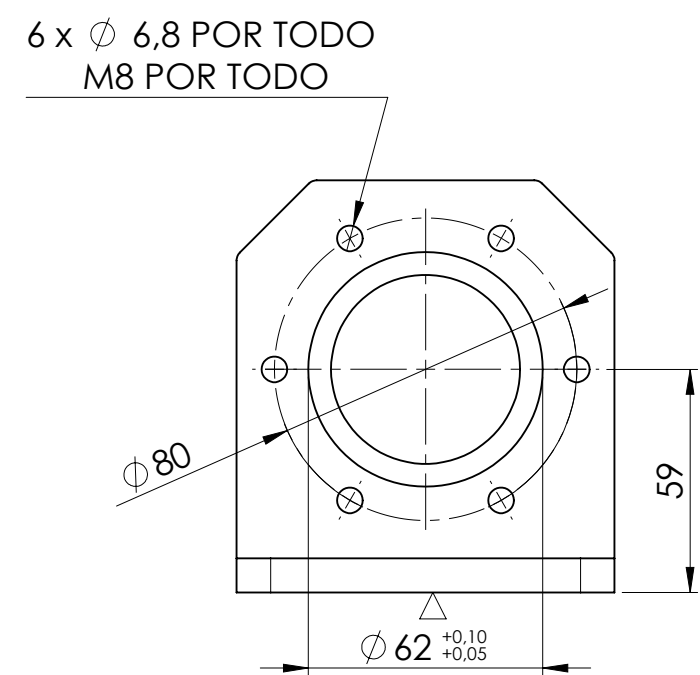
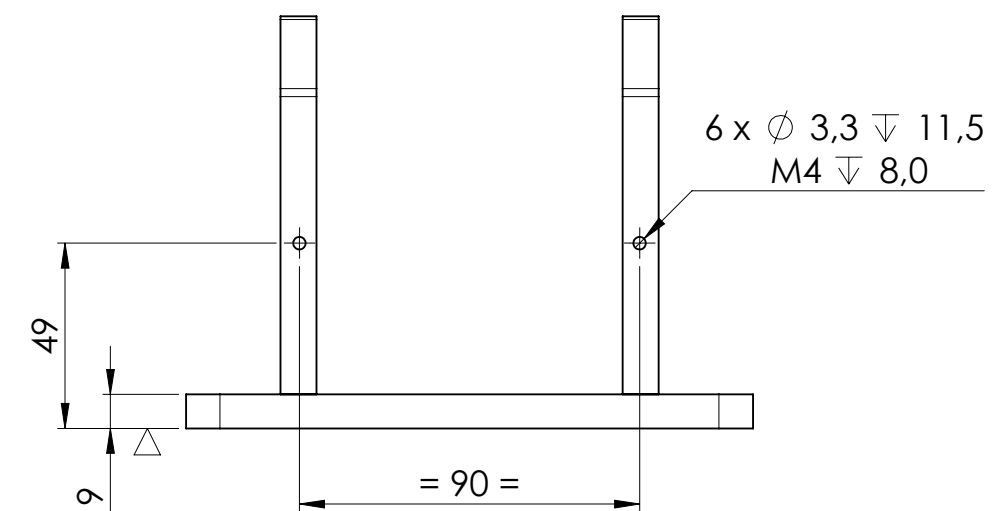
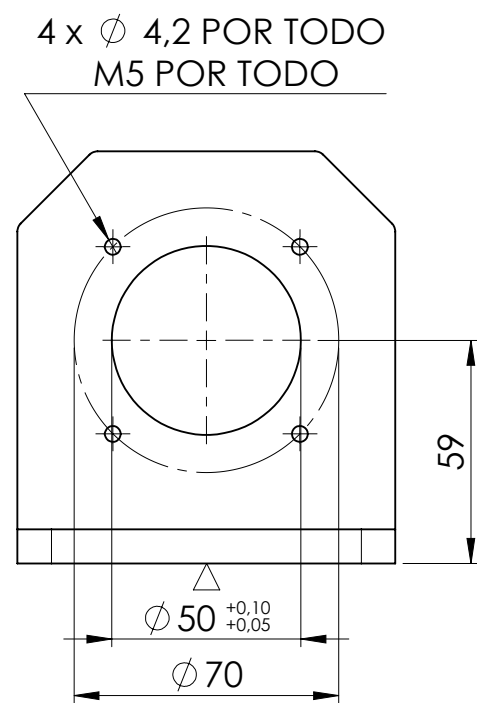
3	Pieza 38	Cartela	1
2	Pieza 37	Placa vertical	1
1	Pieza 36	Placa base	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

 ISO E	1	-	25	SAE 1010	Peso: 2,7 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Soldadura tope para molde				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2		FECHA: 13/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Conjunto 28	
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					

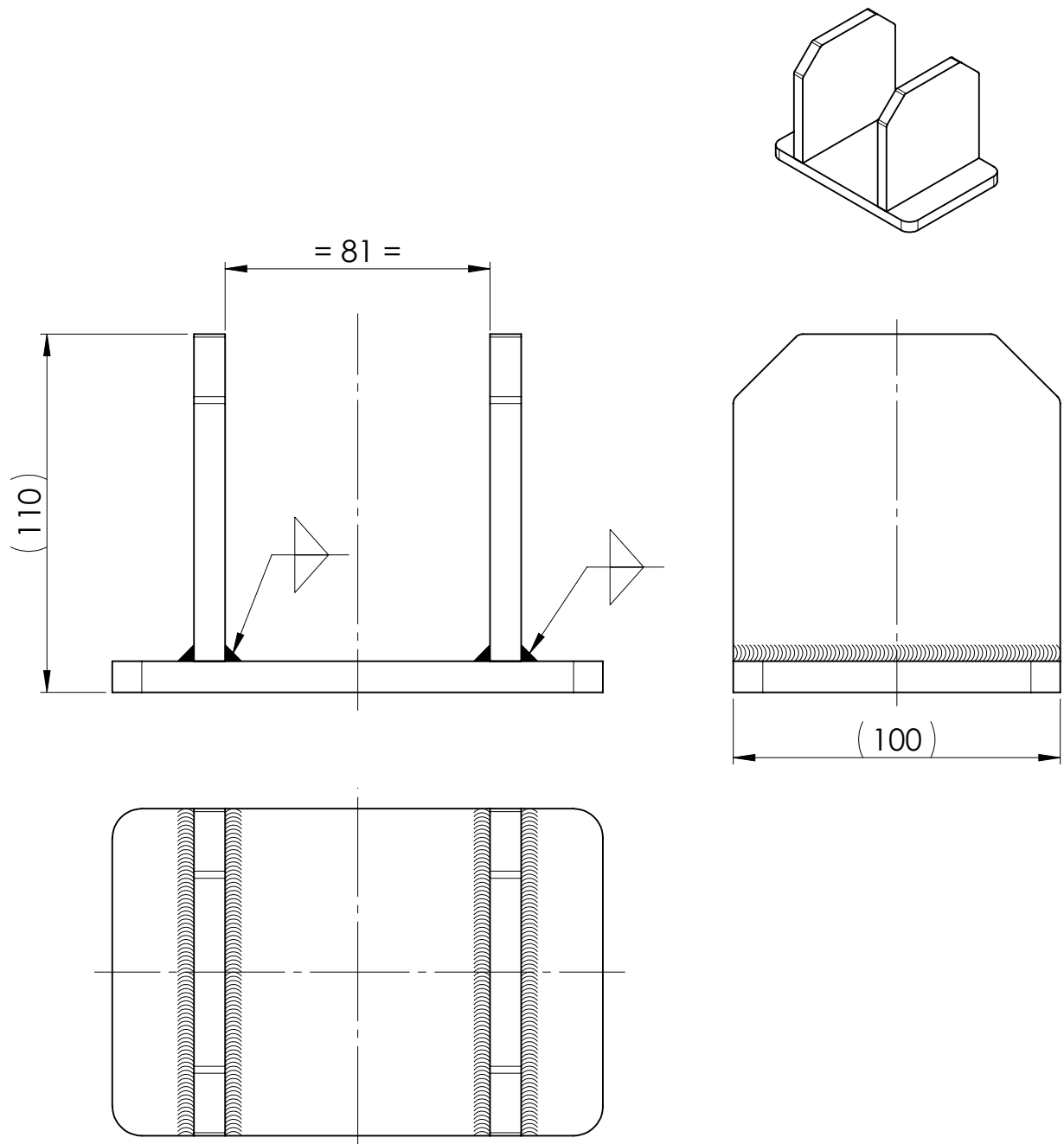


15	Chaveta 6x6 L17		1
14	Anillo seeger J52		1
13	Tornillo Allen M4x10		4
12	Tornillo Allen M5x15		4
11	Tornillo Allen M8x20		10
10	Tornillo Allen M12x30		2
9	Pieza 30	Tapa de linterna	1
8	Servomotor Veichi	V9E-L06A-R6030-D1	1
7	Conjunto 32	Mecanizado acople servomotor	1
6	Conjunto 30	Mecanizado linterna servomotor	1
5	Pieza 29	Cajera para rodamientos	1
4	Tuerca KM5		2
3	Rodamiento 7205 BECBP		2
2	Rodamiento UCP 204		1
1	Pieza 31	Tornillo Hiwin 32-10B1	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

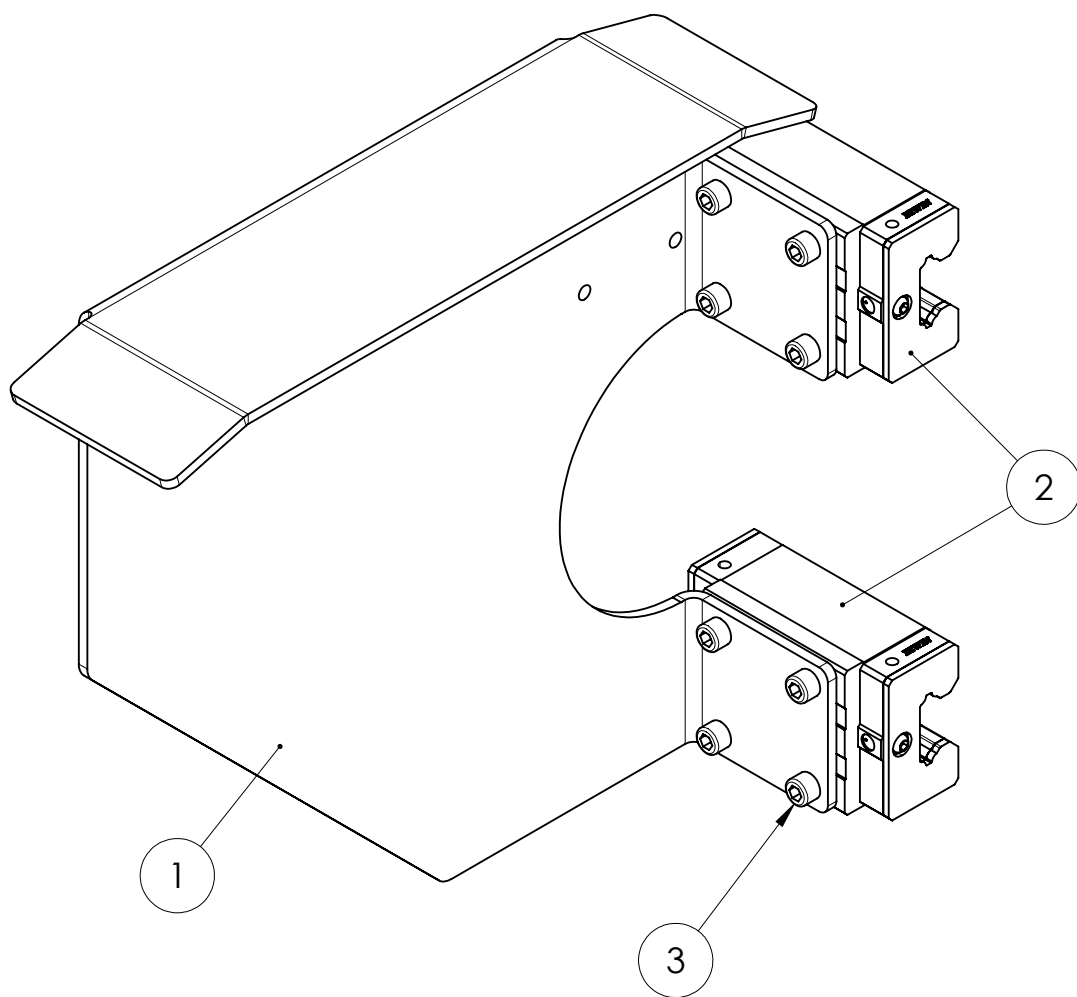
 ISO E	1	-	4	SAE 1010	Peso: 15,6 kg
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cjto. Tornillo de bolas				
0-20 mm ± 0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ± 0.2	ESC.: 1:2		FECHA: 11/06/2026		APR:
50-200 mm ± 0.3			UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 29
200-500 mm ± 0.5					
>500 mm ± 1					



1	Conjunto 31	Soldadura linterna servomotor			1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN			CANTIDAD
 ISO E	1	-	4	SAE 1010	Peso: 2,1 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Linterna - Mecanizado				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2		FECHA: 11/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Conjunto 30	
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					

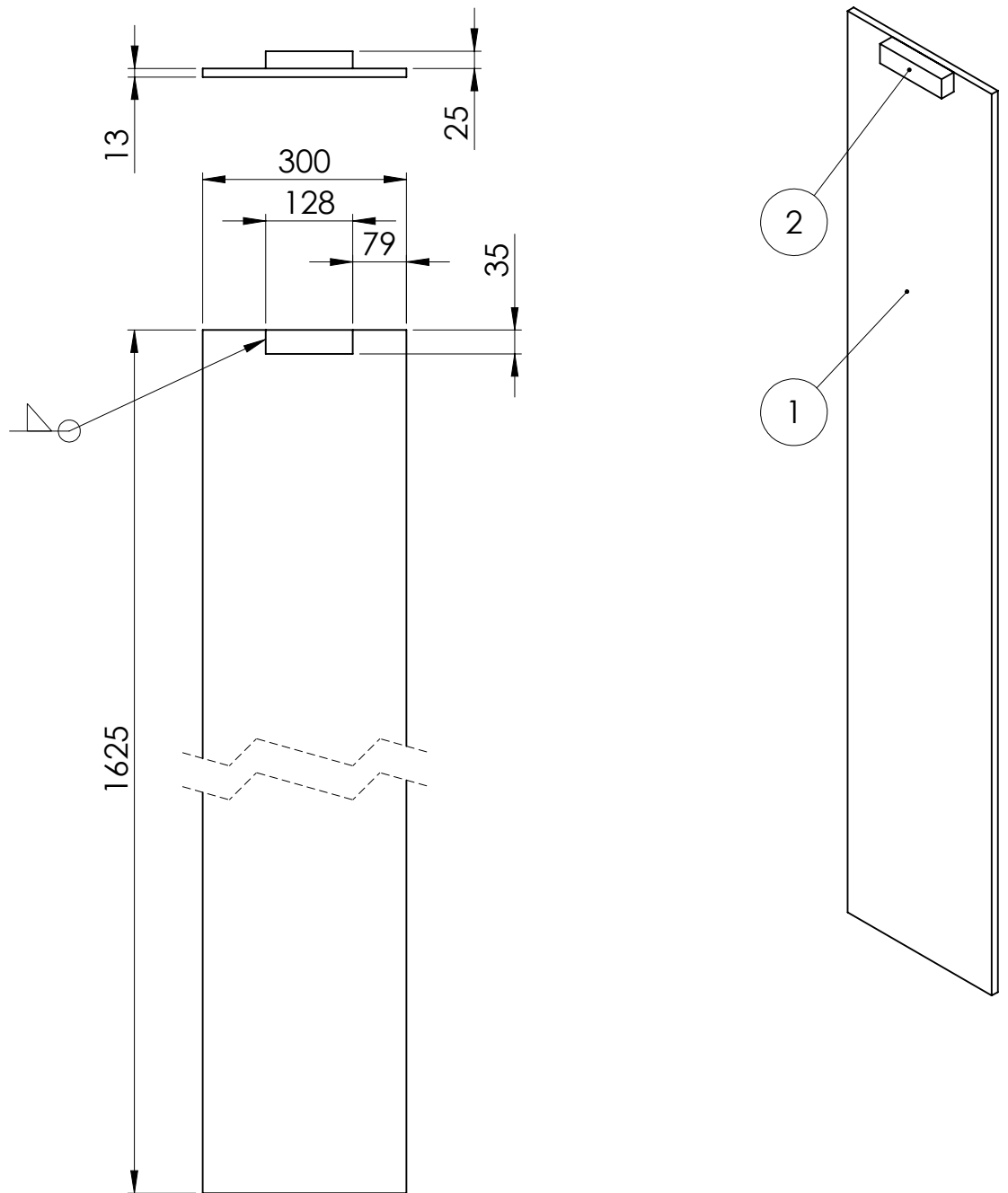


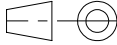
2	Pieza 33	Lateral de linterna	2
1	Pieza 32	Base de linterna	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ISO E	1	-	4
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Linterna - Soldadura		
0-20 mm ± 0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ± 0.2	ESC.: 1:2	FECHA: 11/06/2026	APR:
50-200 mm ± 0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 31
200-500 mm ± 0.5			
>500 mm ± 1			

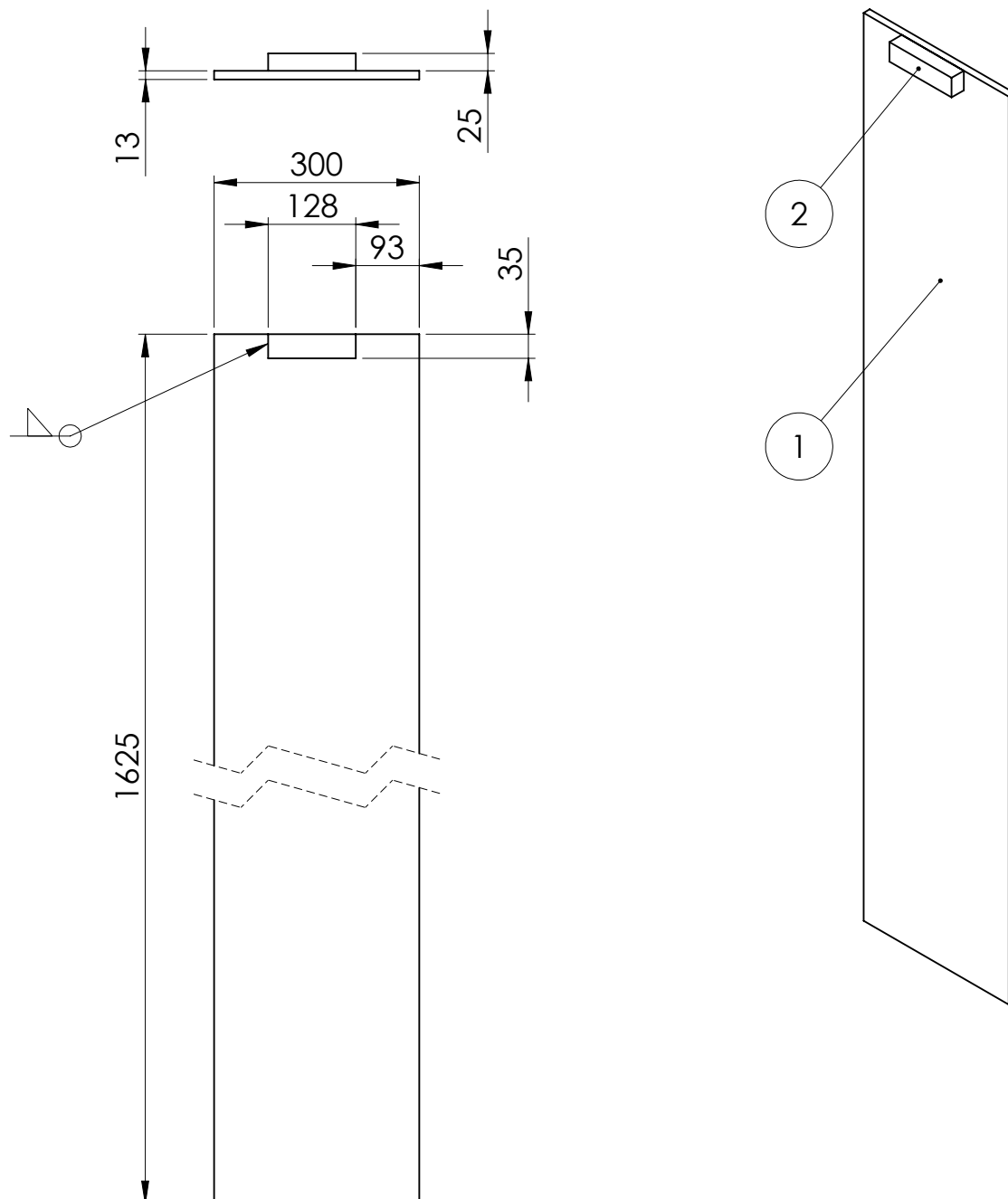


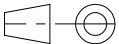
3	Tornillo Allen M8x20		8
2	Patin HGH35CA		2
1	Pieza 35	Puente plegado izquierdo	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

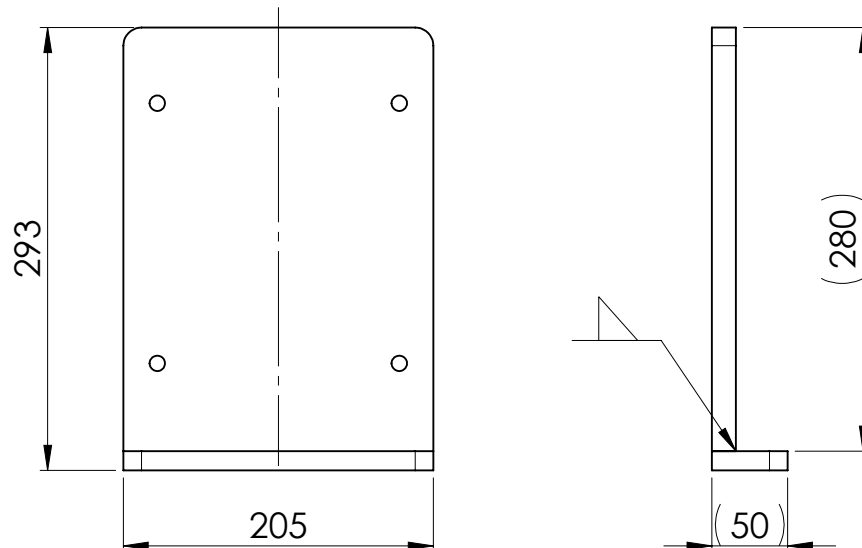
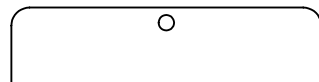
	ISO E	1	-	4	-	Peso: 8,2 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Conjunto puente plegado					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:3		FECHA: 11/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1				Conjunto 33		

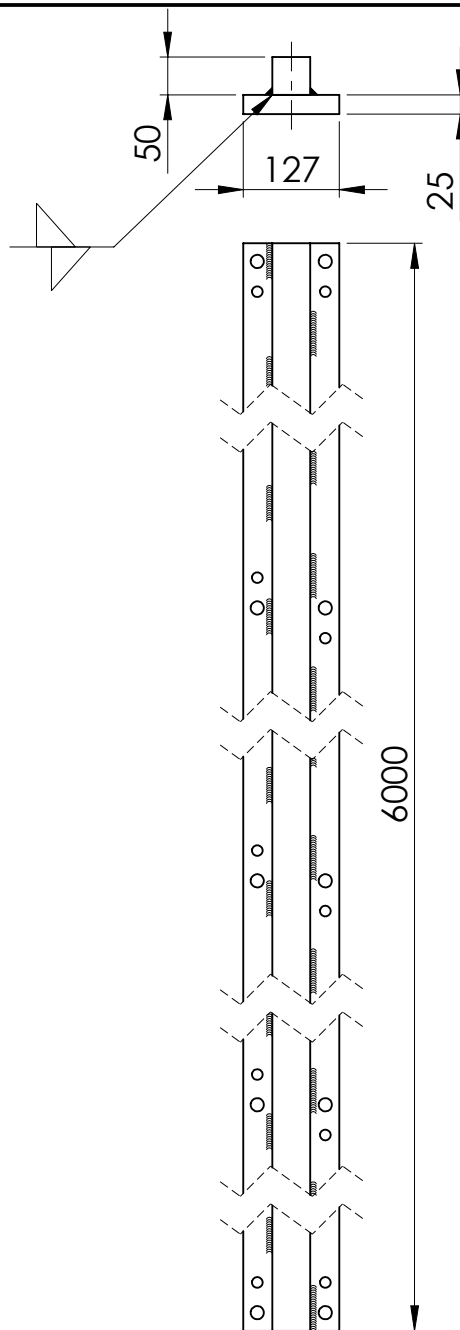


2	Pieza 16	Placa soporte de rodamientos	1
1	Pieza 15	Placa soporte de guias	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
 ISO E	1	-	2
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.
		MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Sold. soporte de guias izquierdo		
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 09/06/2026	APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 34
200-500 mm ±0.5			
>500 mm ±1			

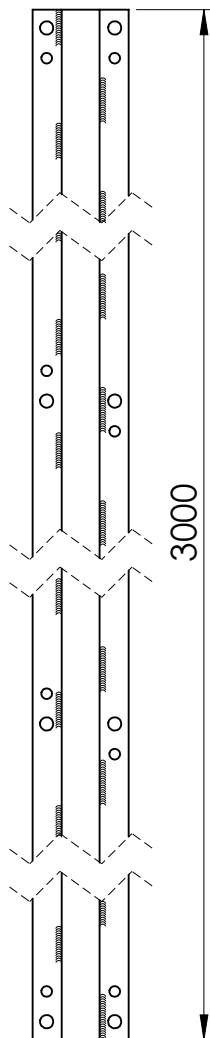
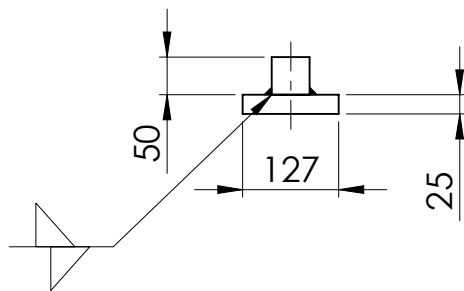


2	Pieza 16	Placa soporte de rodamientos	1
1	Pieza 15	Placa soporte de guías	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
 ISO E	1	-	2
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Sold. soporte de guías izquierdo		
0-20 mm ± 0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ± 0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 09/06/2026	APR:
50-200 mm ± 0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 35
200-500 mm ± 0.5			
>500 mm ± 1			

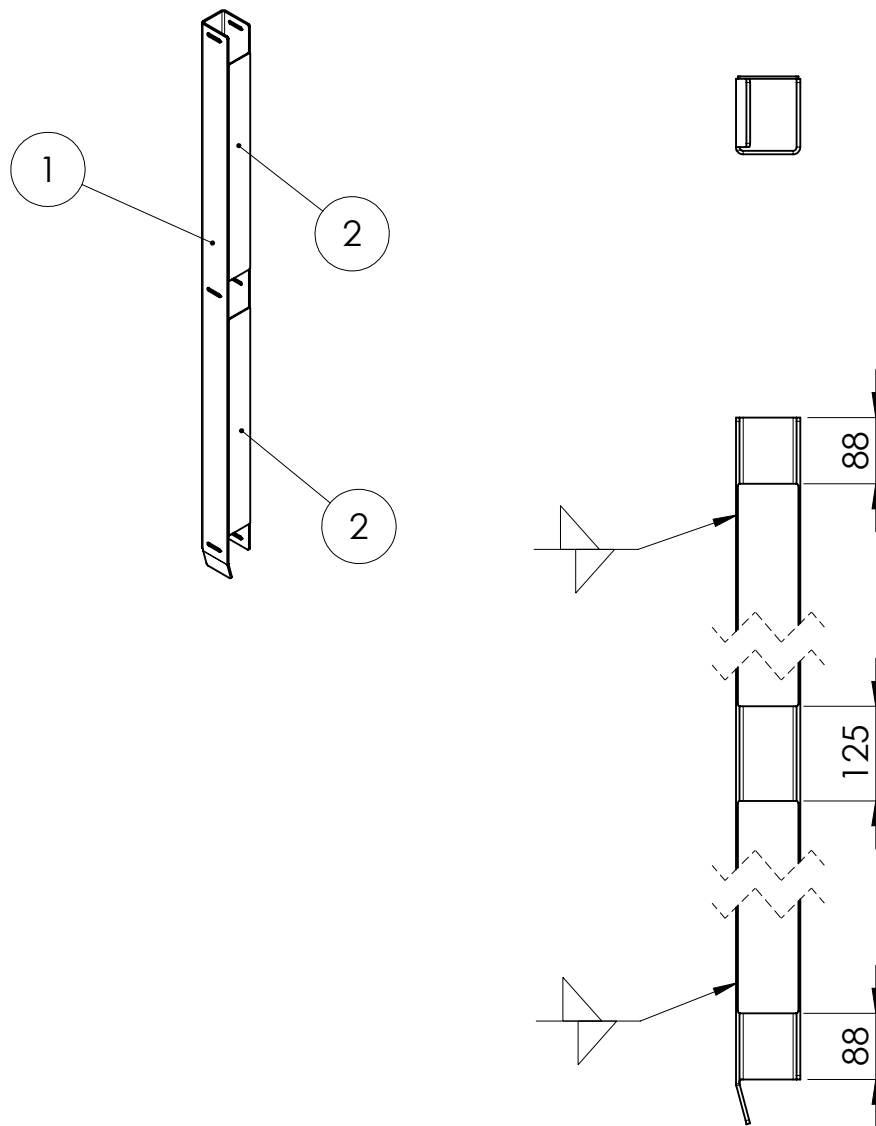


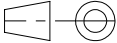


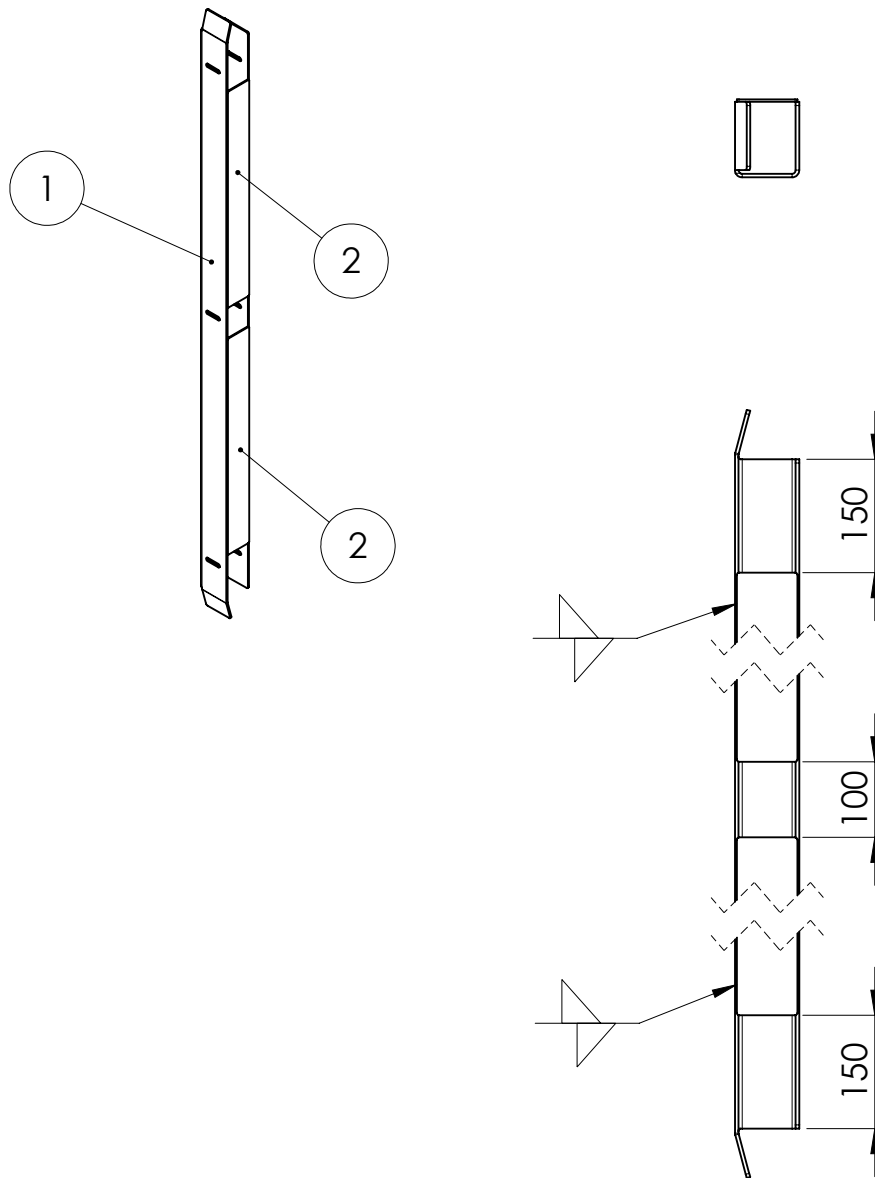
2	Pieza 05	Cuadrado para via larga	1
1	Pieza 04	Base de via larga	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
 ISO E	1	-	6
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Via larga		
0-20 mm ± 0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ± 0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 15/06/2026	APR:
50-200 mm ± 0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 37
200-500 mm ± 0.5			
>500 mm ± 1			



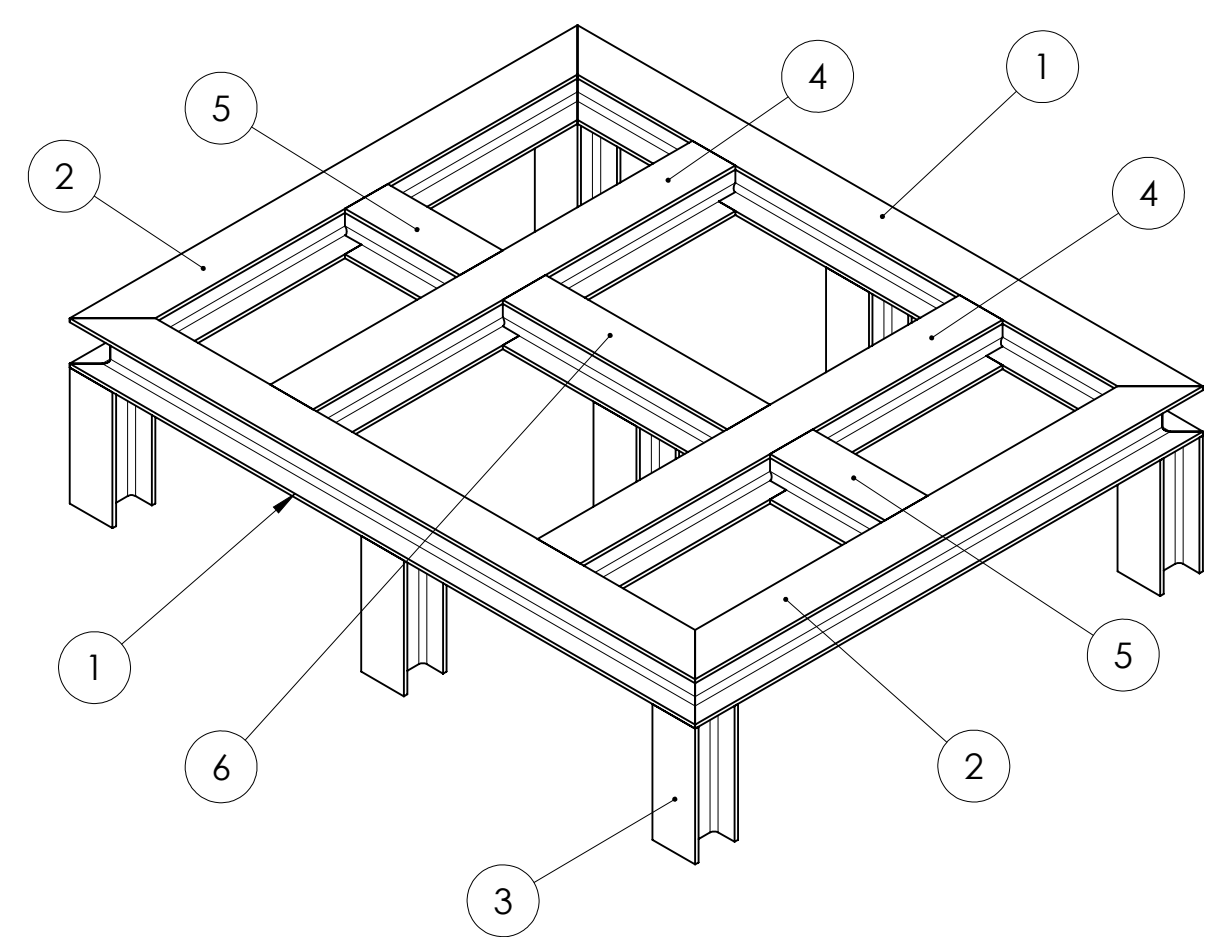
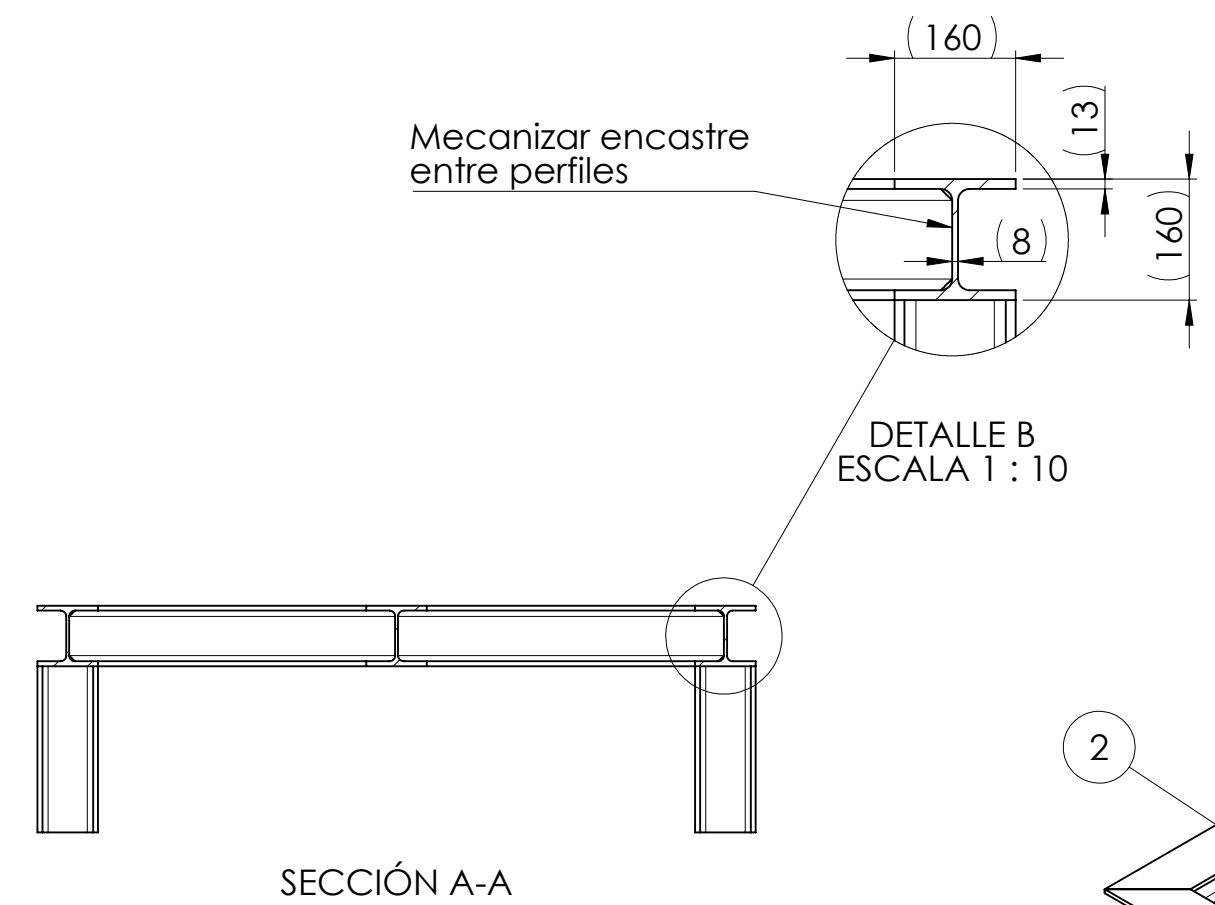
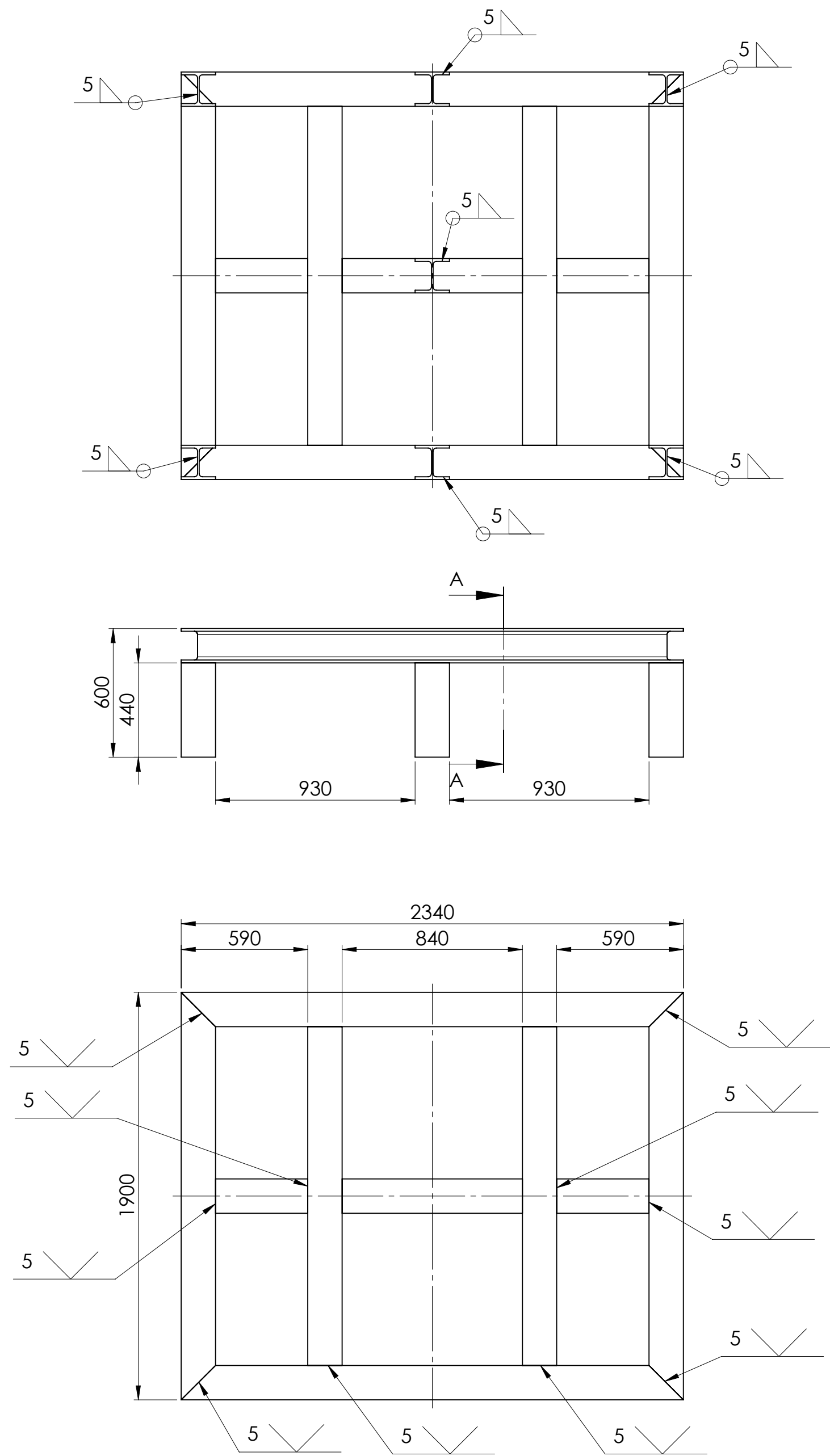
2	Pieza 07	Cuadrado para via corta	1
1	Pieza 06	Base de via corta	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
 ISO E	1	-	2
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Via corta		
0-20 mm ± 0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ± 0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 15/06/2026	APR:
50-200 mm ± 0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 38
200-500 mm ± 0.5			
>500 mm ± 1			



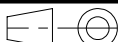
2	Pieza 18	Refuerzo	2		
1	Pieza 40	Apoyo de cadena plegado (mesa)	1		
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		
 ISO E	1	-	5	SAE 1010	Peso: 20 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cjto. Apoyo de cadena mesa				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:10		FECHA: 10/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				Conjunto 39
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					



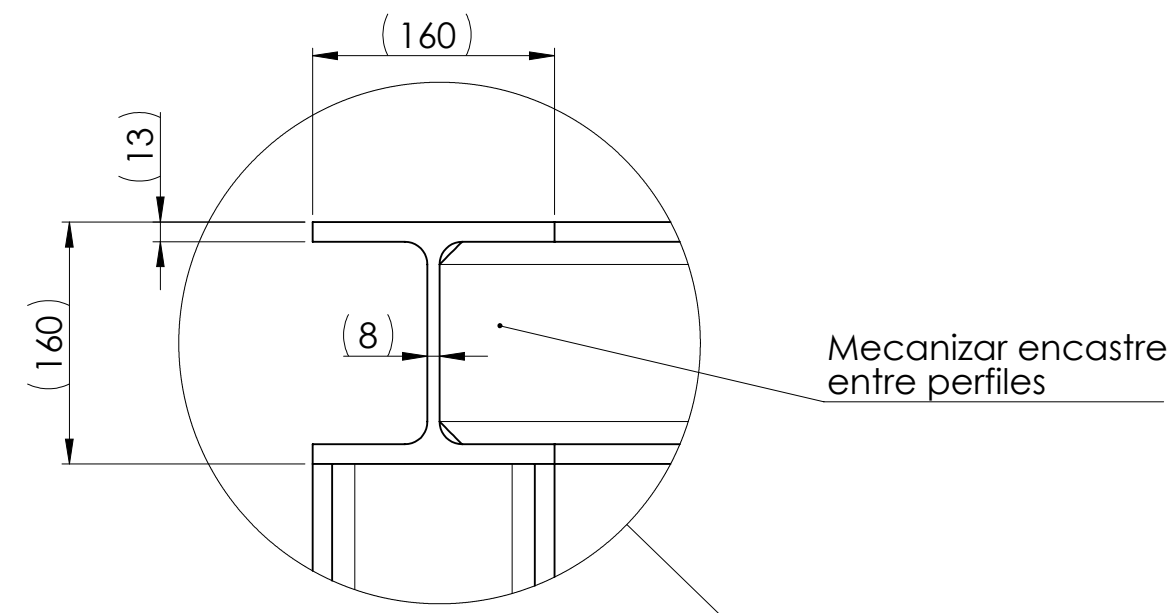
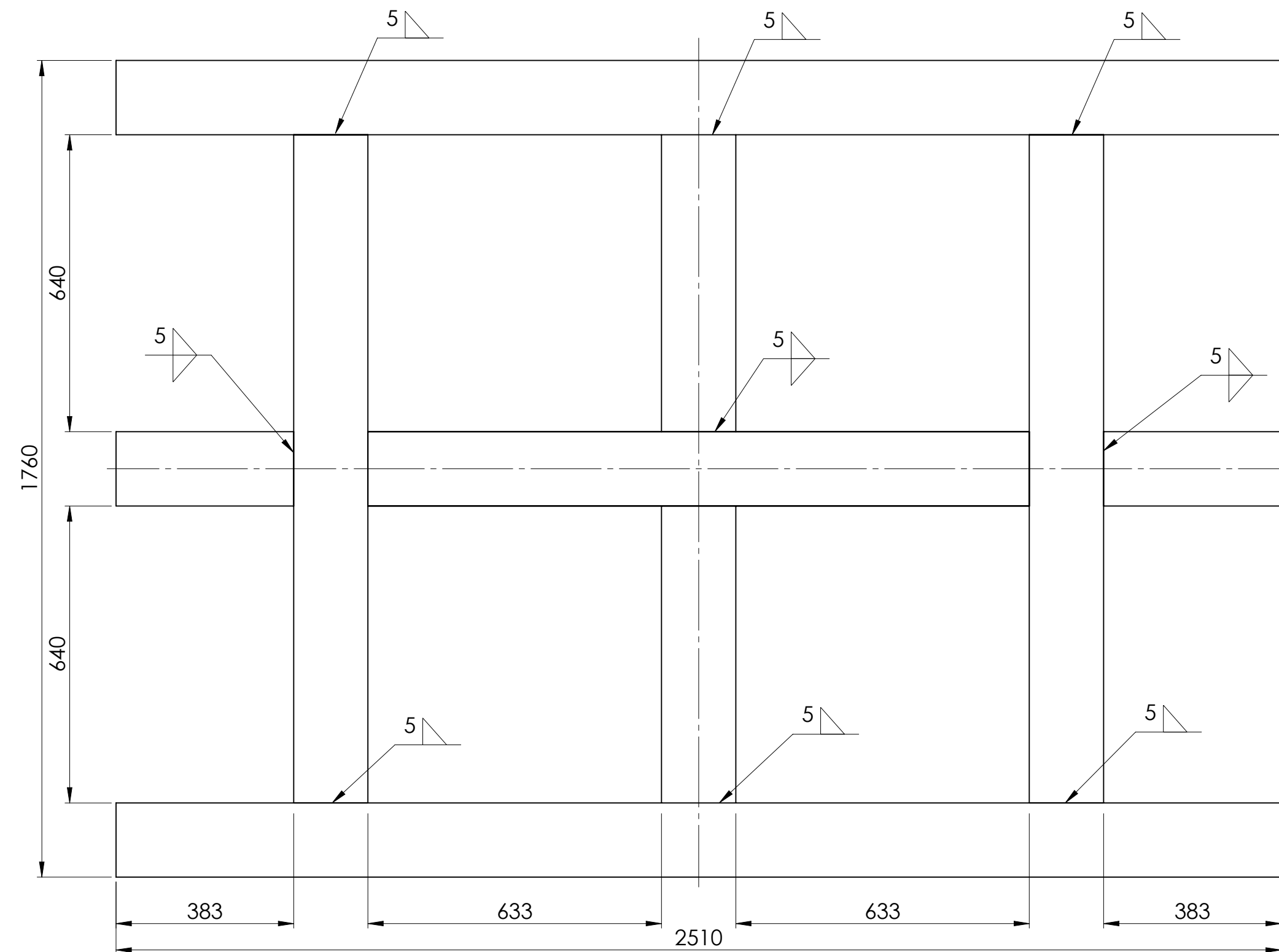
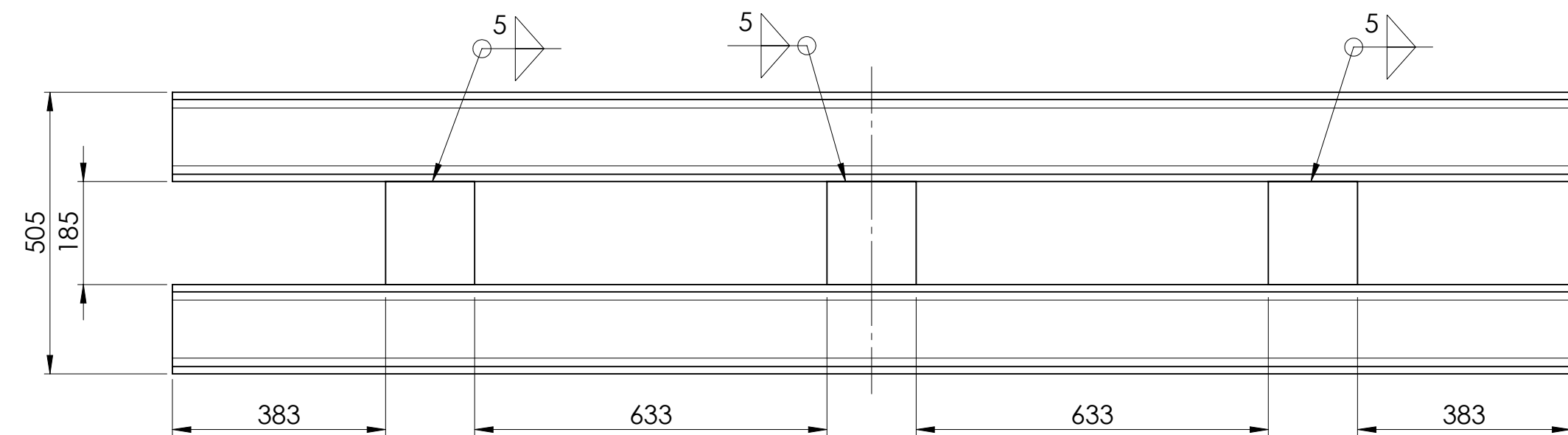
2	Pieza 18	Refuerzo	2
1	Pieza 17	Apoyo de cadena plegado (carro)	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
 ISO E	1	-	2
TOLERANCIAS ANGULARES $\pm 30^\circ$	POS.	DENOMINACION	CANT.
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cjto. apoyo de cadena carro		
0-20 mm ± 0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ± 0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 10/06/2026	APR:
50-200 mm ± 0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		Conjunto 40
200-500 mm ± 0.5			
>500 mm ± 1			



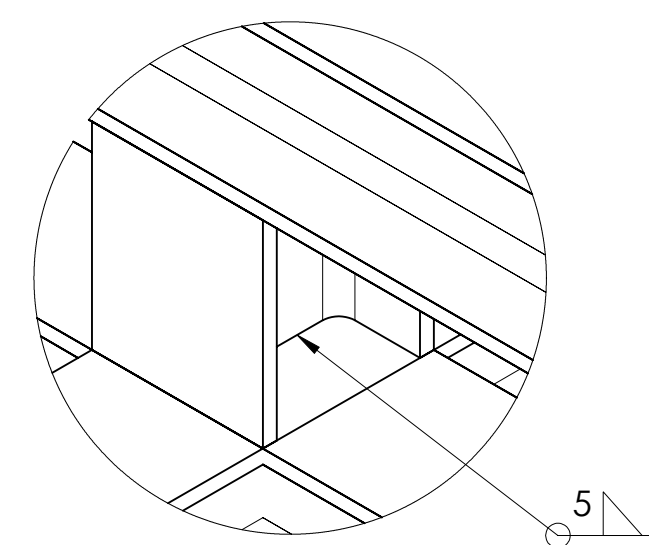
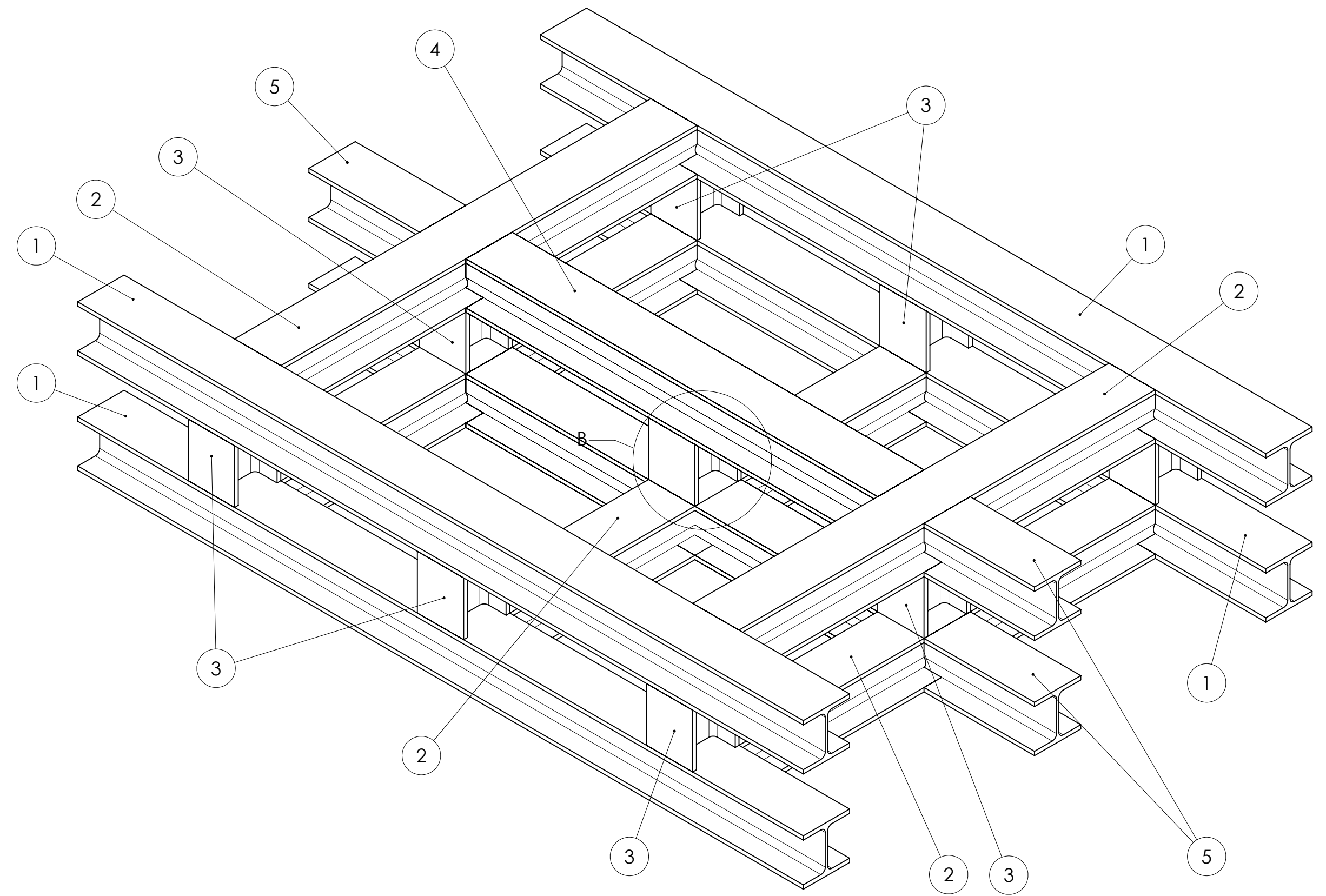
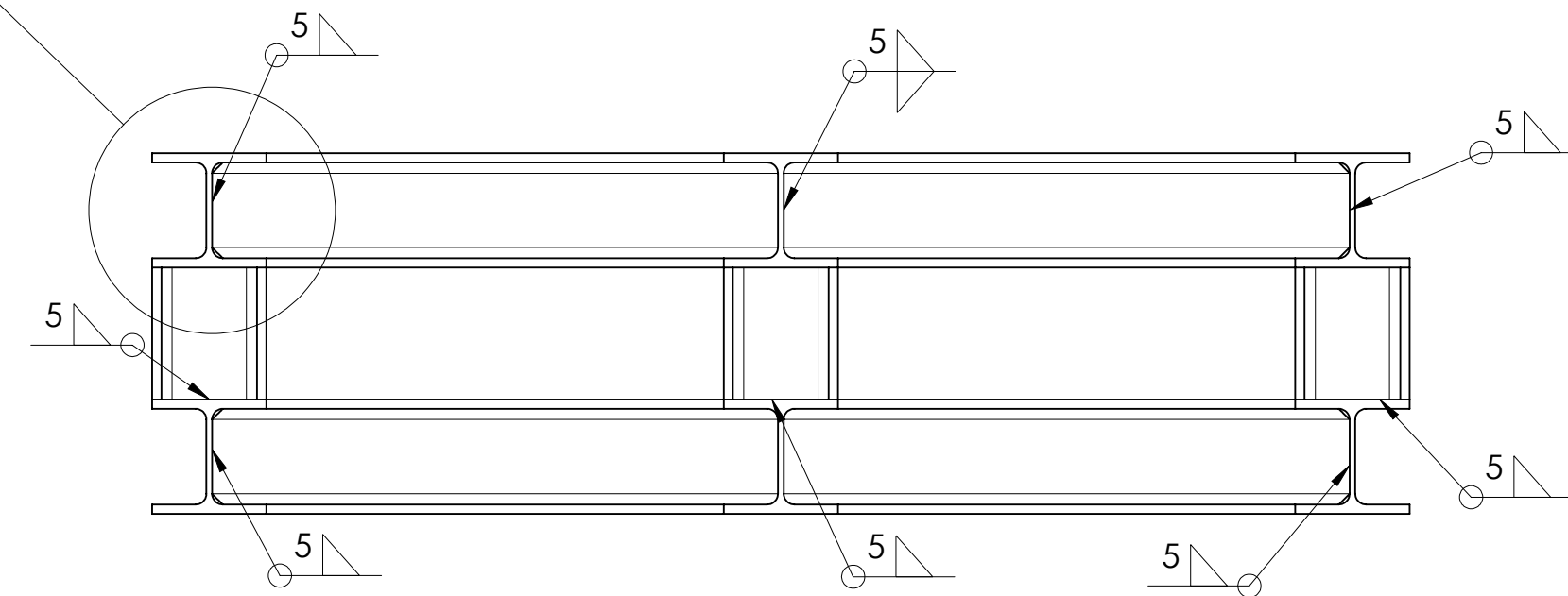
6	1	HE160B	992
5	2	HE160B	582
4	2	HE160B	1732
3	7	HE160B	440
2	2	HE160B	1900
1	2	HE160B	2340
Nº de elemento	Cantidad	Descripción	LONGITUD

	ISO E	1	-	5	-	Peso: 681 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	

TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Estructura mesa				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:20		FECHA: 31/05/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					Pieza 02

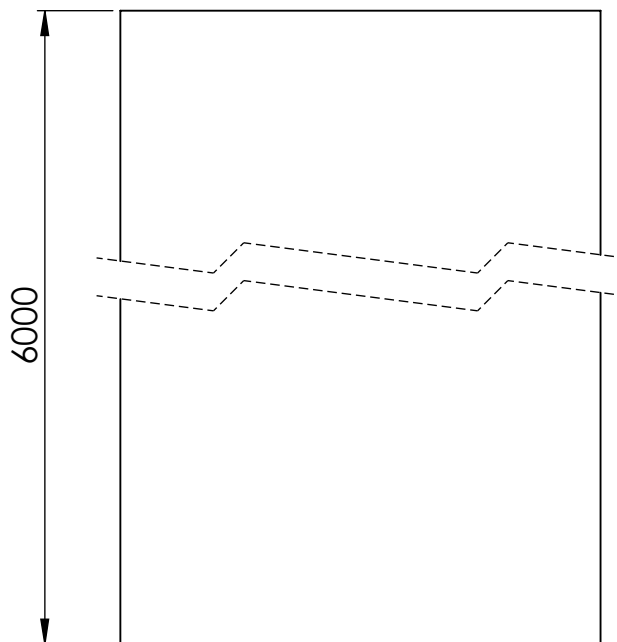
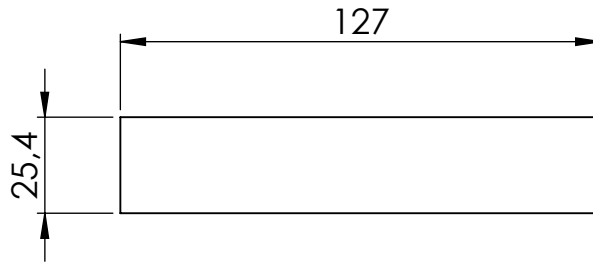


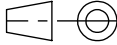
DETALLE A
ESCALA 1 : 5

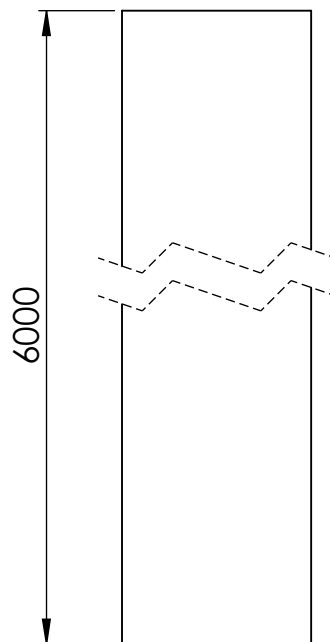
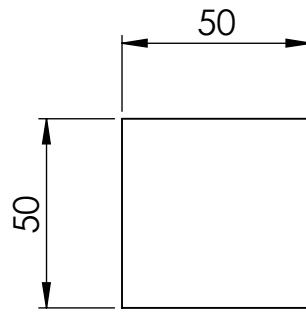


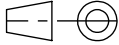
DETALLE B
ESCALA 1 : 5

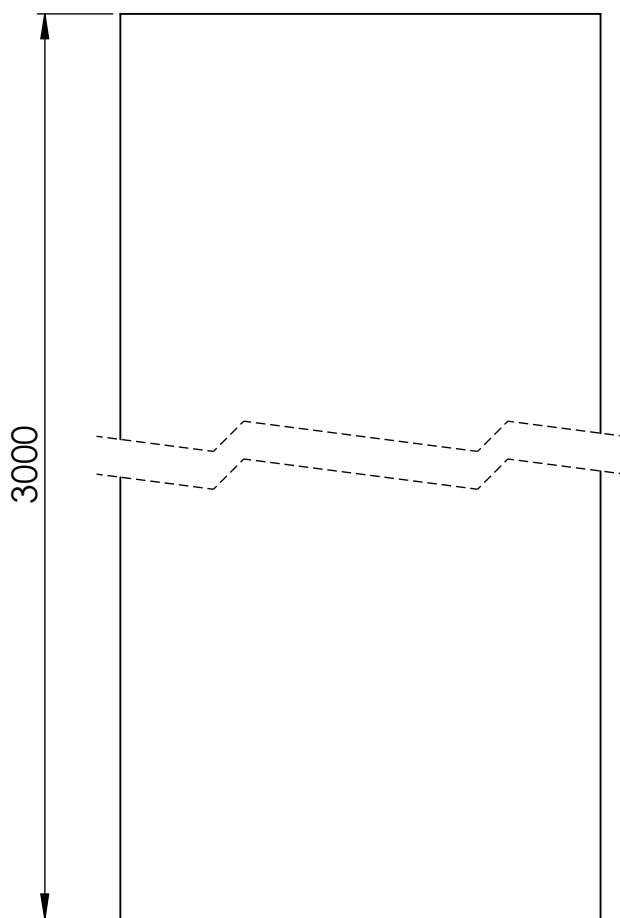
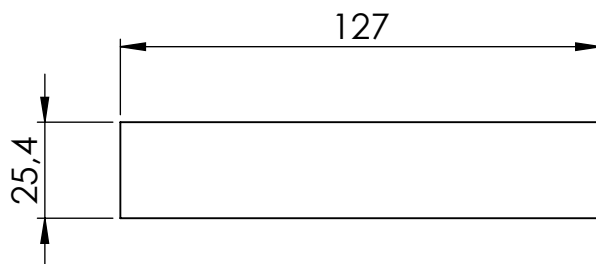
5	4	HE160B	458.5
4	4	HE160B	1577
3	9	HE160B	185
2	5	HE160B	1592
1	4	HE160B	2510
Nº de elemento	Cantidad	Descripción	LONGITUD
ISO E	1	-	2
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT. MATERIAL OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Pieza 08 - Estructura carro		
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:	REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:10	FECHA: 31/05/2026	APR:
50-200 mm	UNR - FCEIA		
200-500 mm	Escuela de Ingeniería Mecánica		
>500 mm	Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina		
			Pieza 03

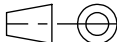


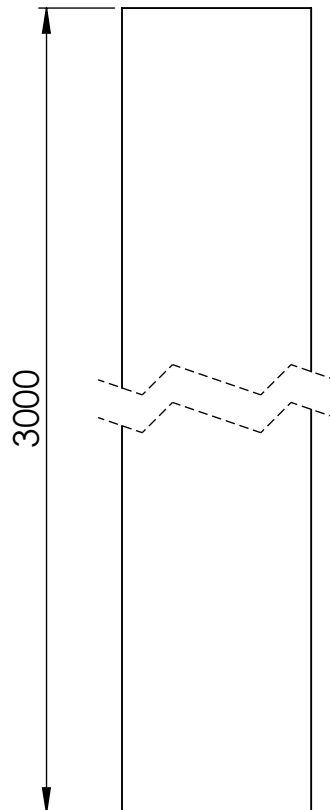
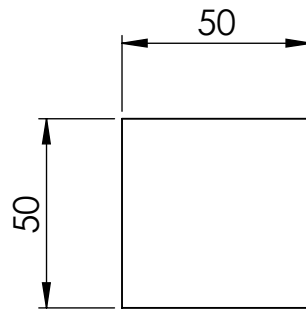
	ISO E	1	Planch. 5"x1" x 6m	6	SAE 1010	Peso: 152 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Base de via larga					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 31/05/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 04	

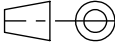


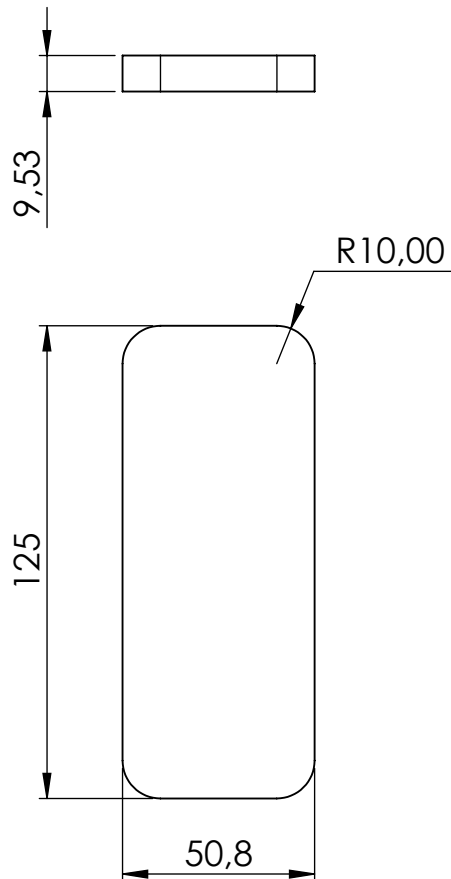
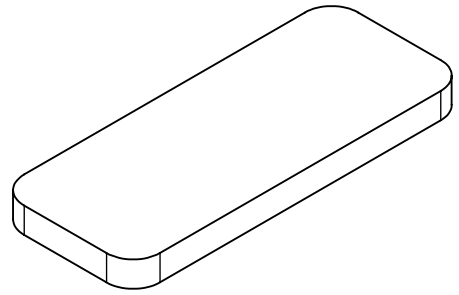
	ISO E	1	Cuad. 50 x 50 x 6m	6	SAE 1010	Peso: 118 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°		POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cuadrado para via larga					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 31/05/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 05	



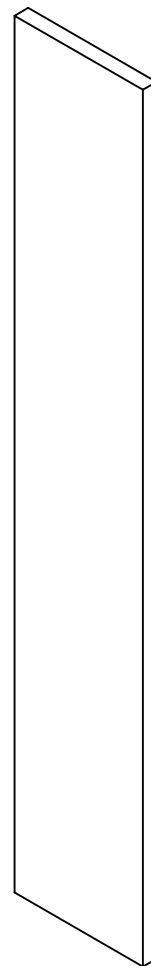
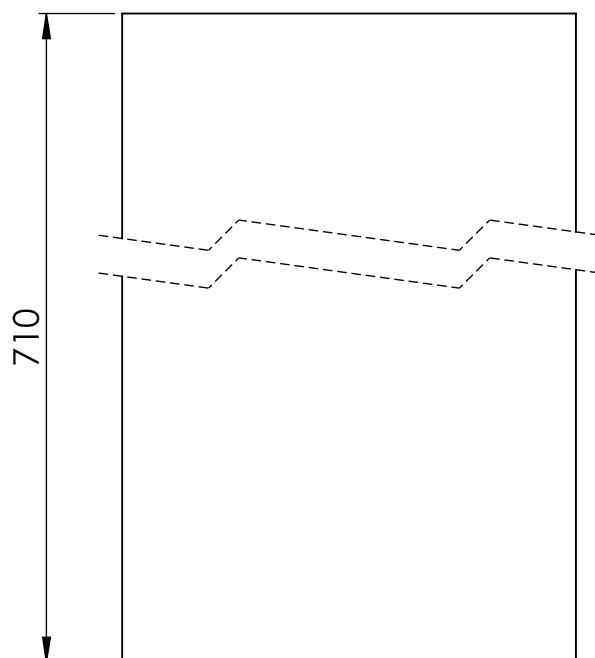
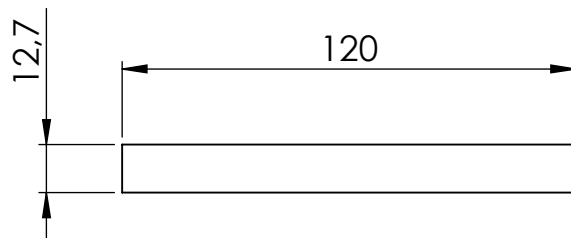
	ISO E	1	Planch. 5"x1" x 3m	2	SAE 1010	Peso: 76 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Base de via corta					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2		FECHA: 31/05/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				Pieza 06	
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						



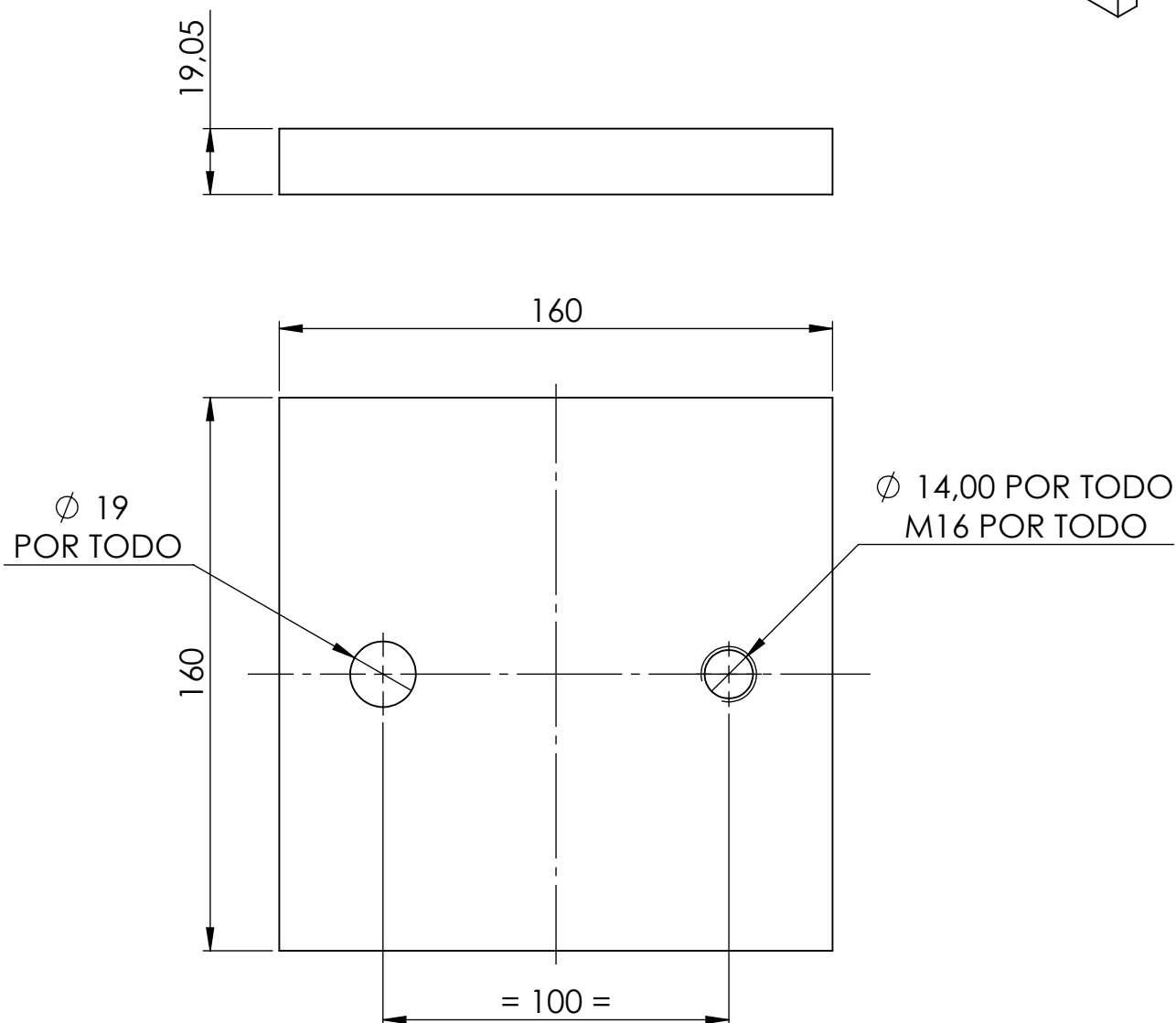
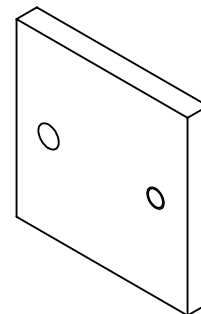
	ISO E	1	Cuad. 50 x 50 x 3m	2	SAE 1010	Peso: 59 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cuadrado para via corta					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 31/05/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 07	



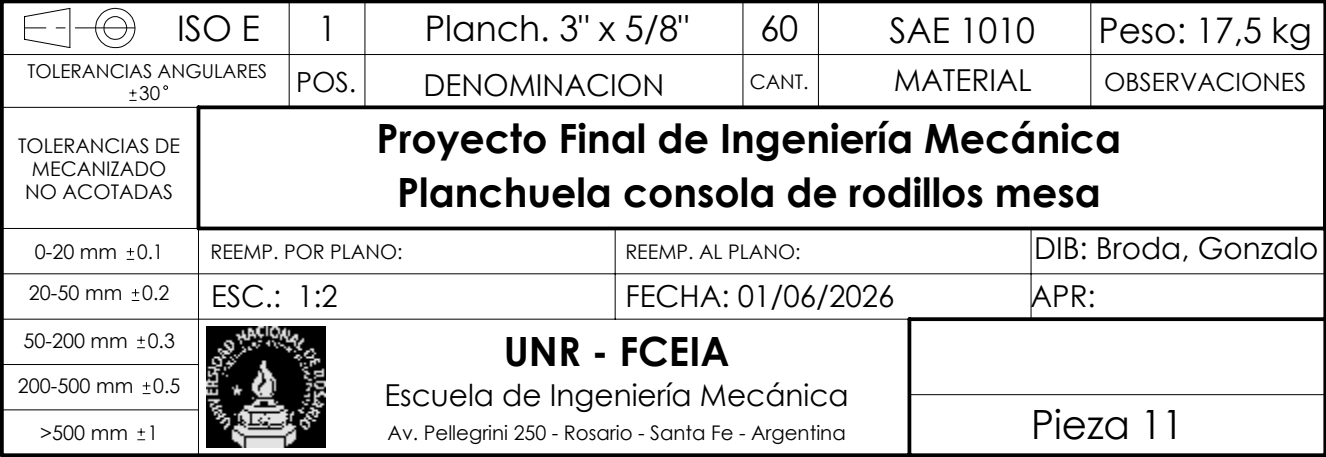
	ISO E	1	Ch. 3/8"	60	SAE 1010	Peso: 0,47 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa de nivelacion vias					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 31/05/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						
					Pieza 08	

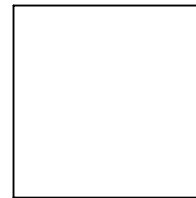
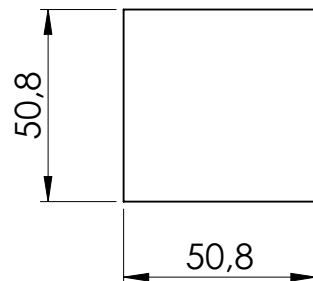
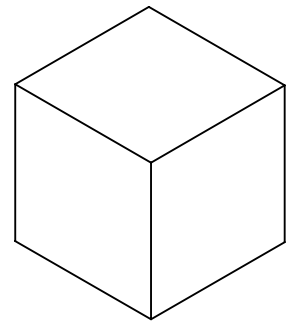


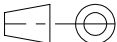
	ISO E	1	Ch. 1/2"	10	SAE 1010	Peso: 8,5 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa guía interiores					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 31/05/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 09	

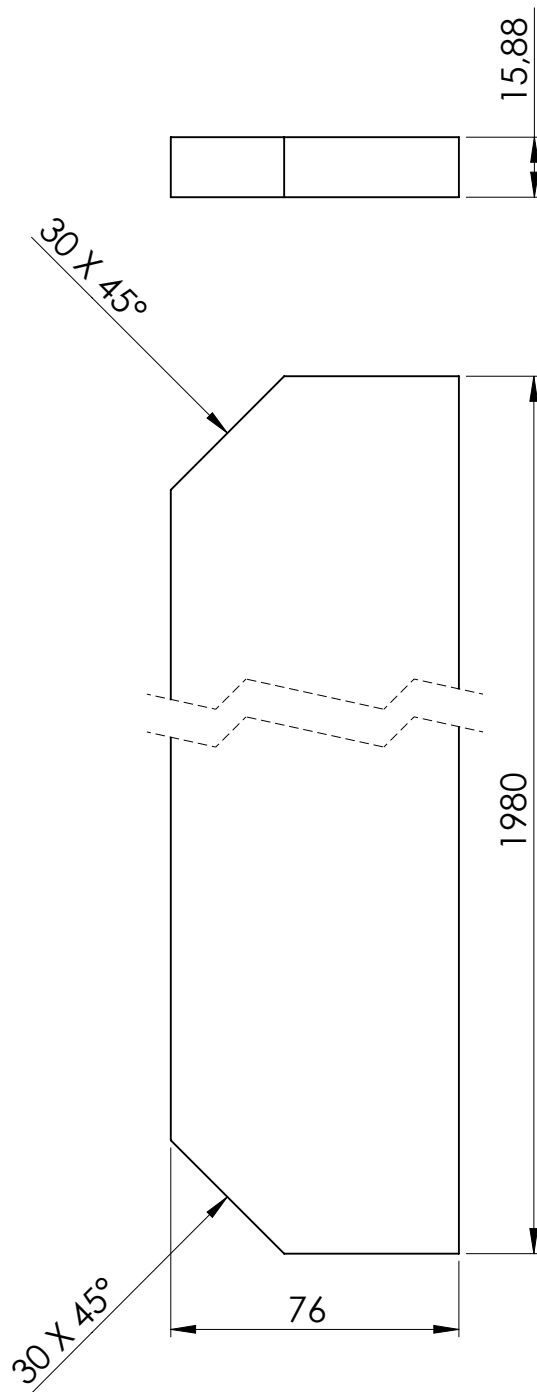


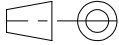
	ISO E	1	Ch. 3/4"	35	SAE 1010	Peso: 3,77 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa pata de mesa					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 31/05/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 10	



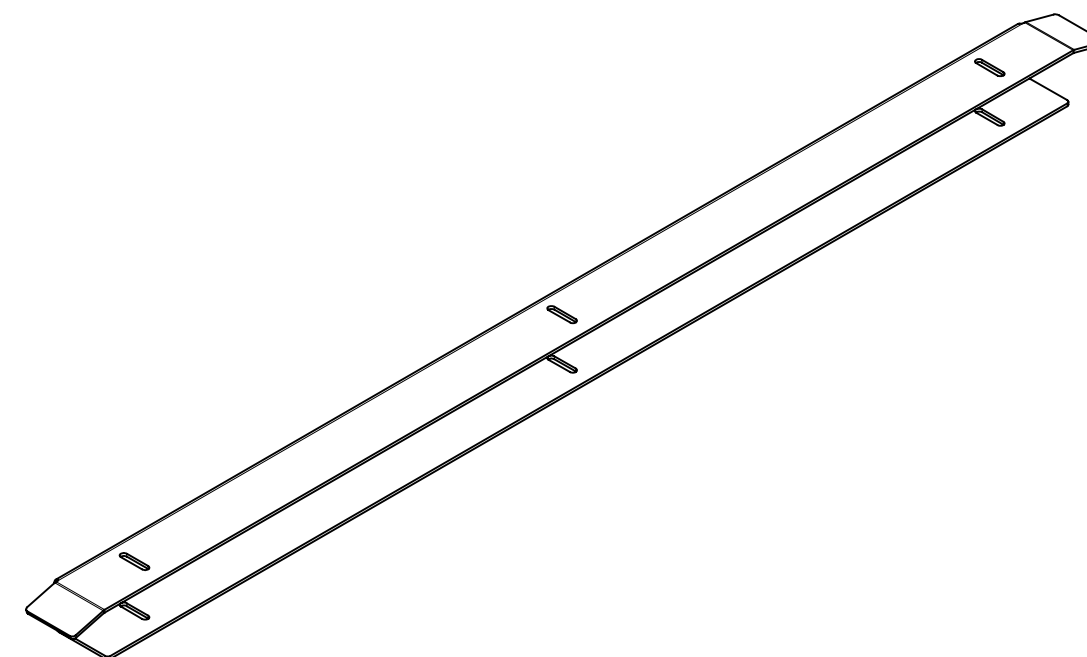
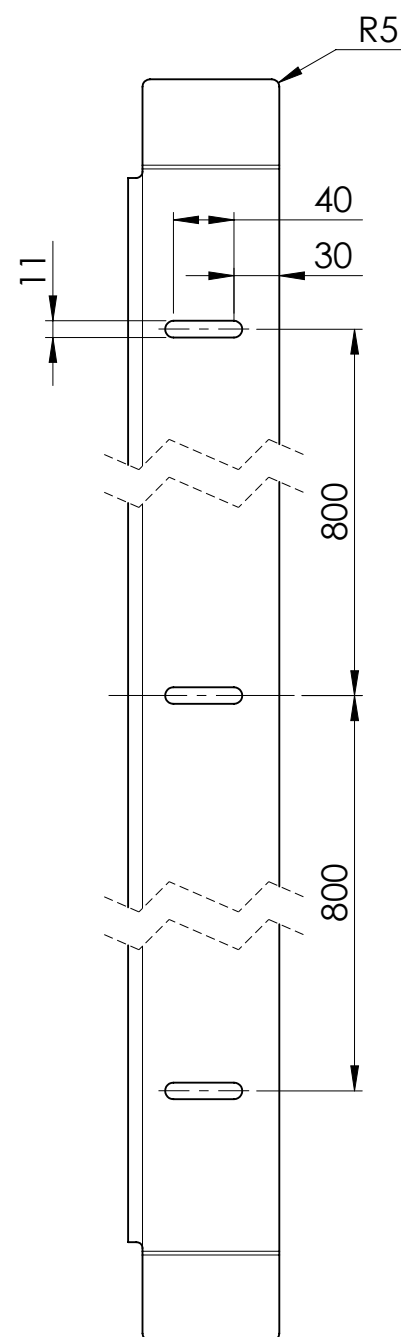
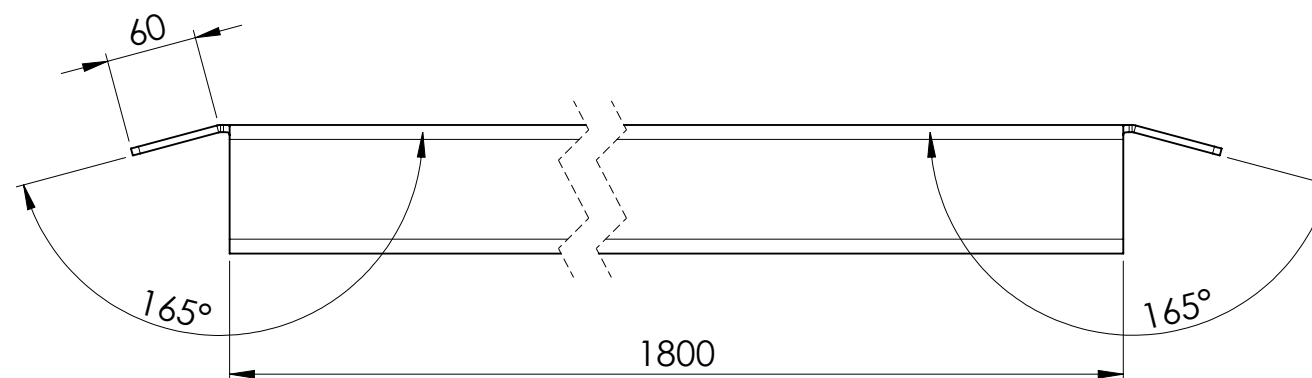
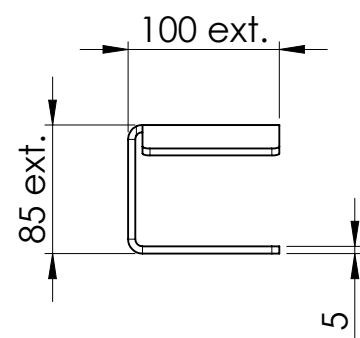


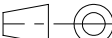
	ISO E	1	Cuadrado 2" x 2"	210	SAE 1010	Peso: 1 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cuadrado consola de rodillos					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 01/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						
					Pieza 12	

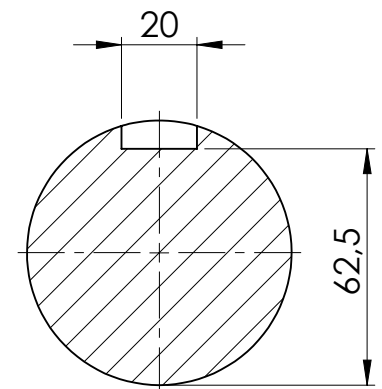


	ISO E	1	Planch. 3" x 5/8"	24	SAE 1010	Peso: 18,3 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Planchuela estructura consola carro					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 01/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						
						Pieza 13

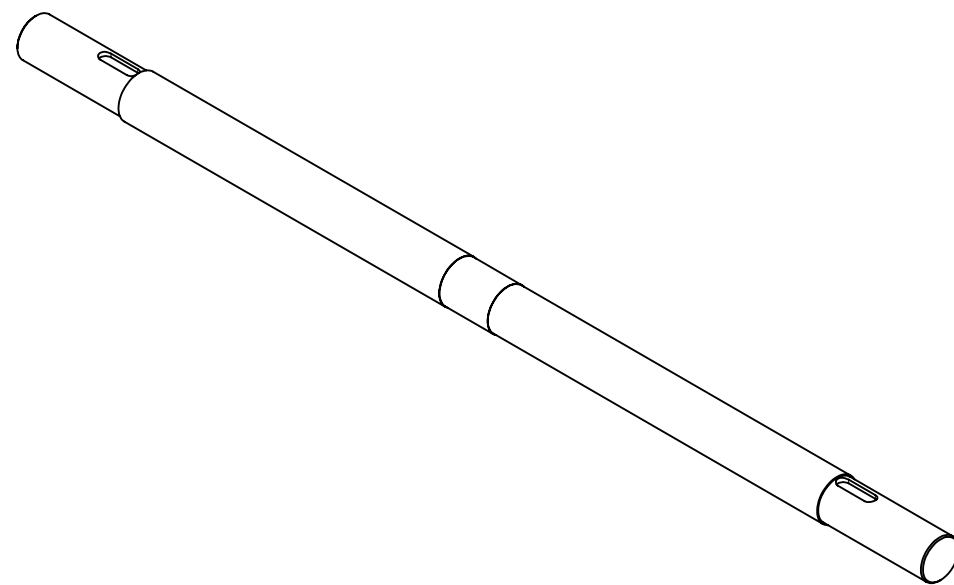
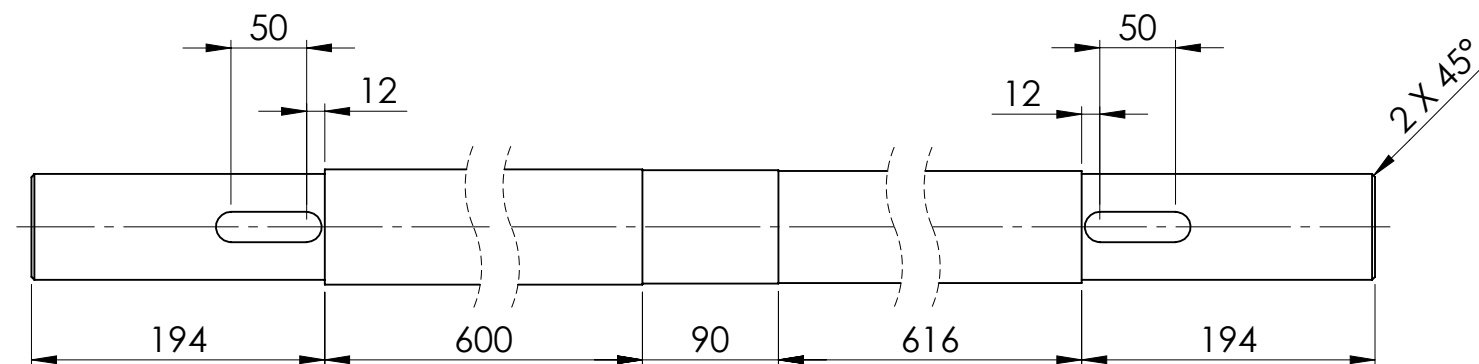


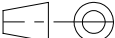


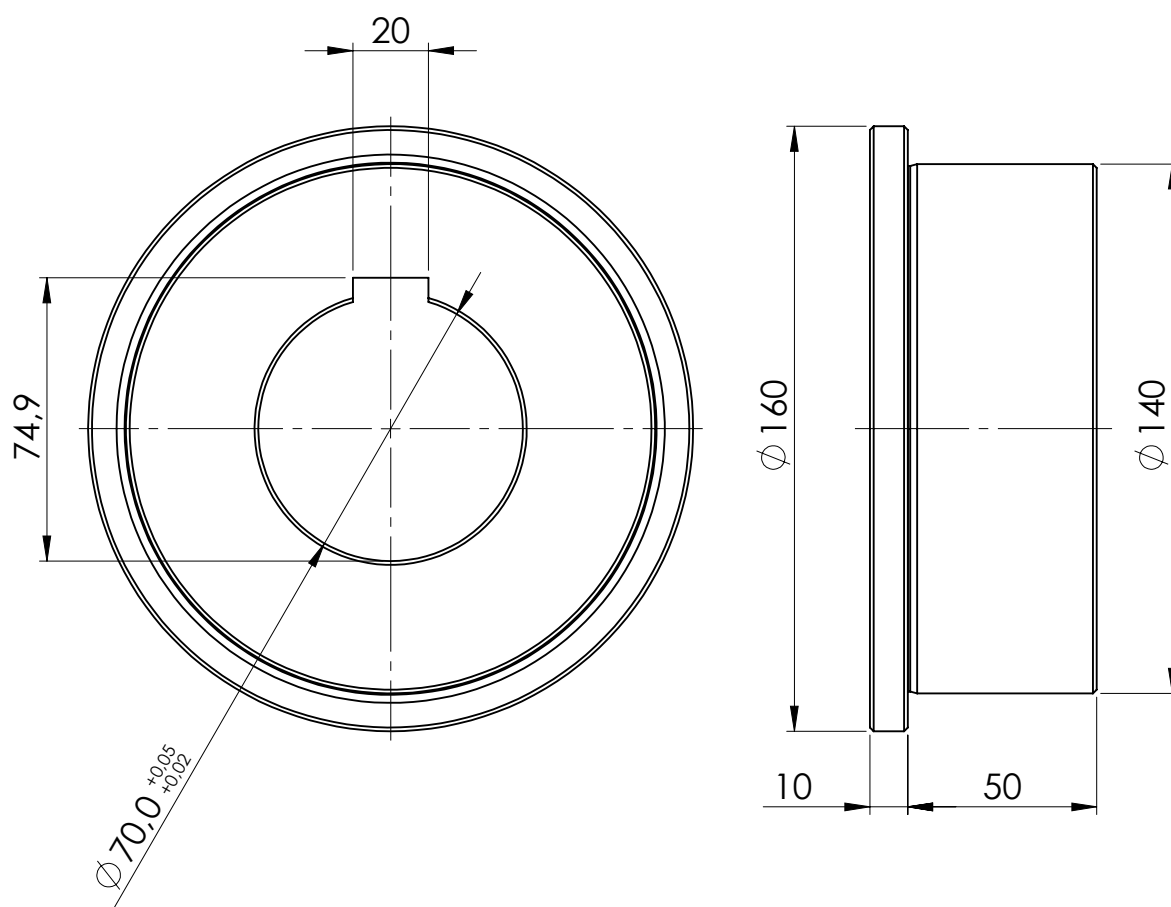
 ISO E	1	Ch. 3/16"	2	SAE 1010	Peso: 18,5 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Apoyo de cadena plegado (carro)				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:5		FECHA: 10/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					
					Pieza 17

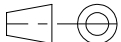


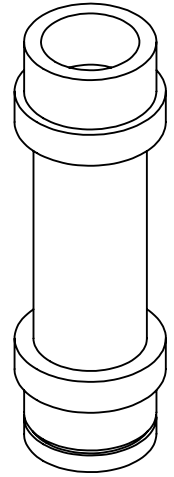
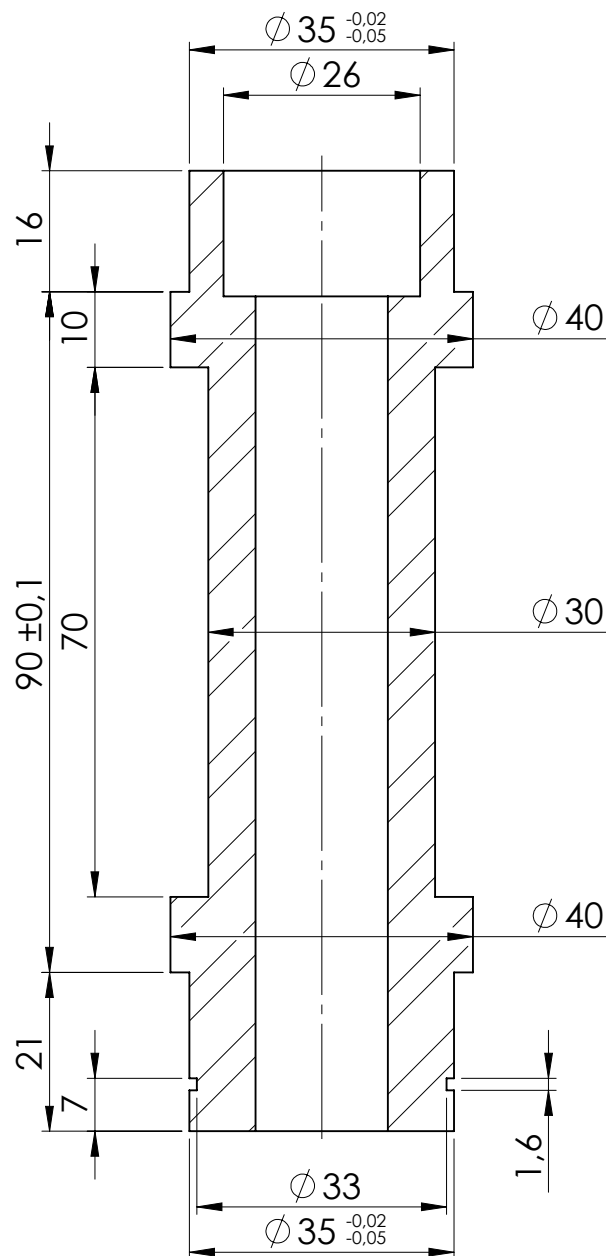
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2



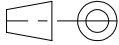
	ISO E	1	Red. Ø3"	2	34CrNiMo6	Peso: 56,6 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Eje conducido					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:5		FECHA: 10/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						

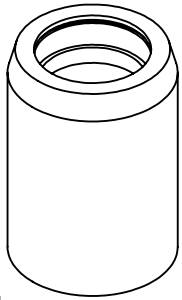


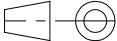
	ISO E	1	-	4	SAE 1010	Peso: 5,7 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Rueda carro					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2		FECHA: 10/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				Pieza 21	
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						

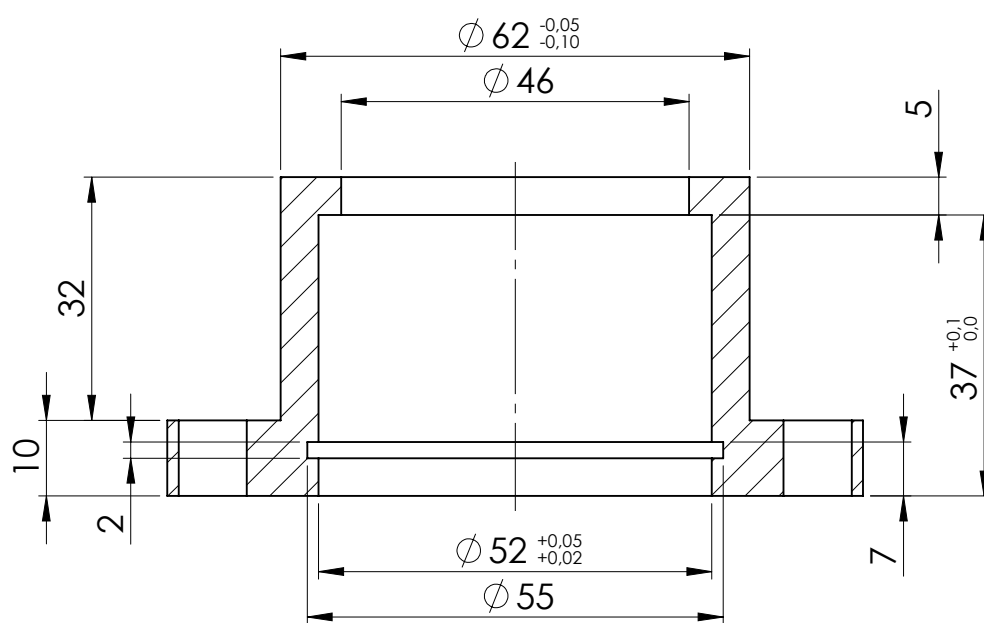
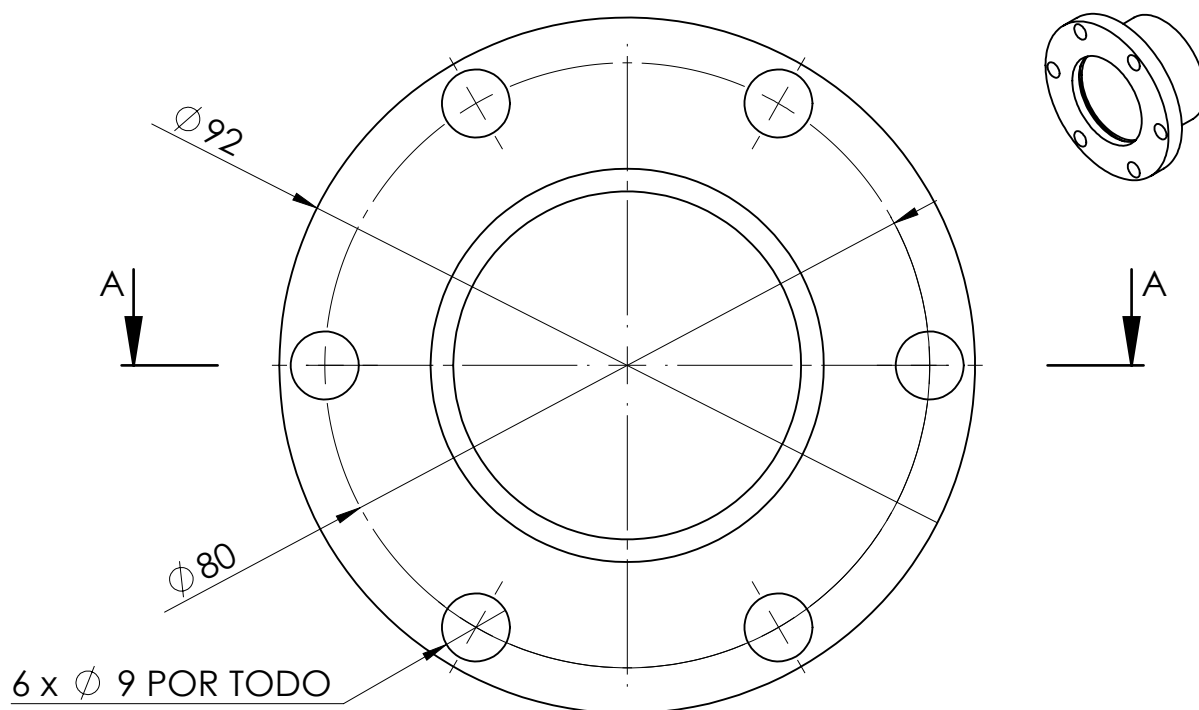


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

	ISO E	1	-	70	SAE 1010	Peso: 0,59 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Maza					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1			FECHA: 10/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						
Pieza 26						

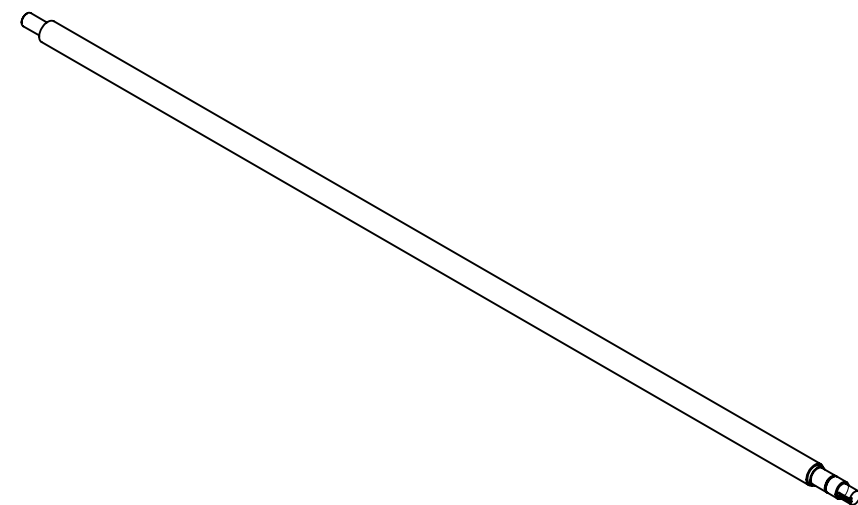
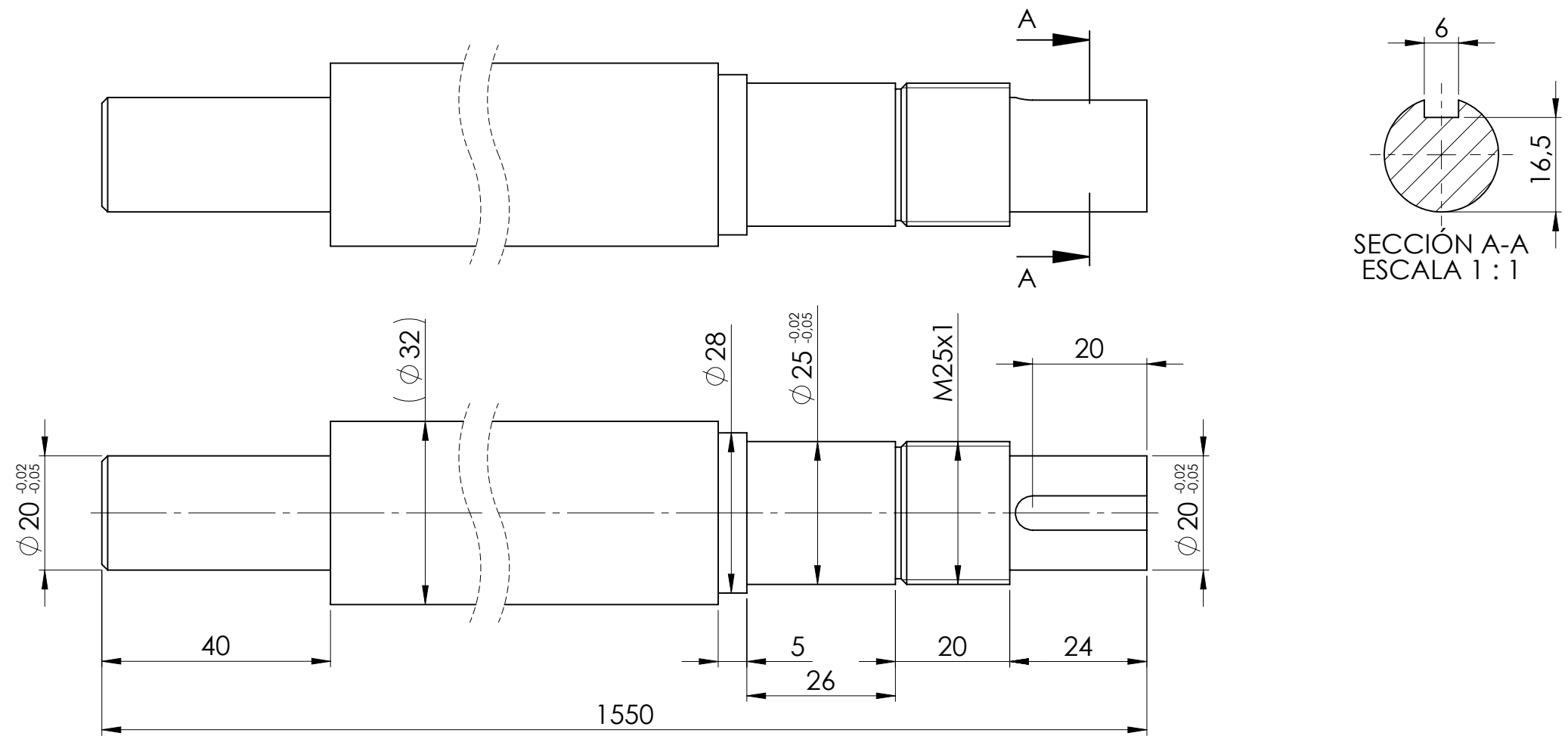


	ISO E	1	-	70	SAE 1010	Peso: 2,9 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Rodillo					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:	DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1			FECHA: 31/05/2026	APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				Pieza 27	
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						

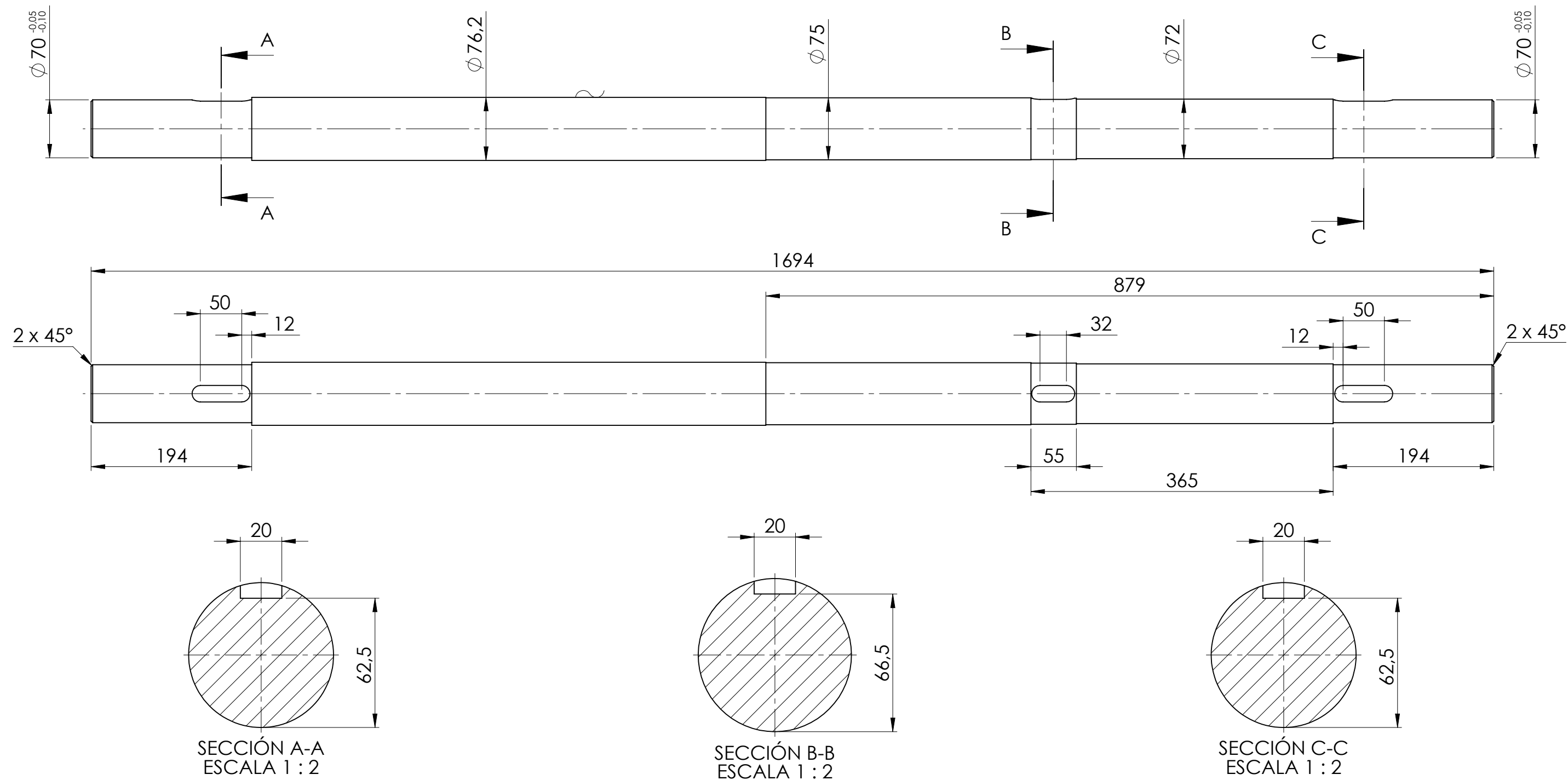


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

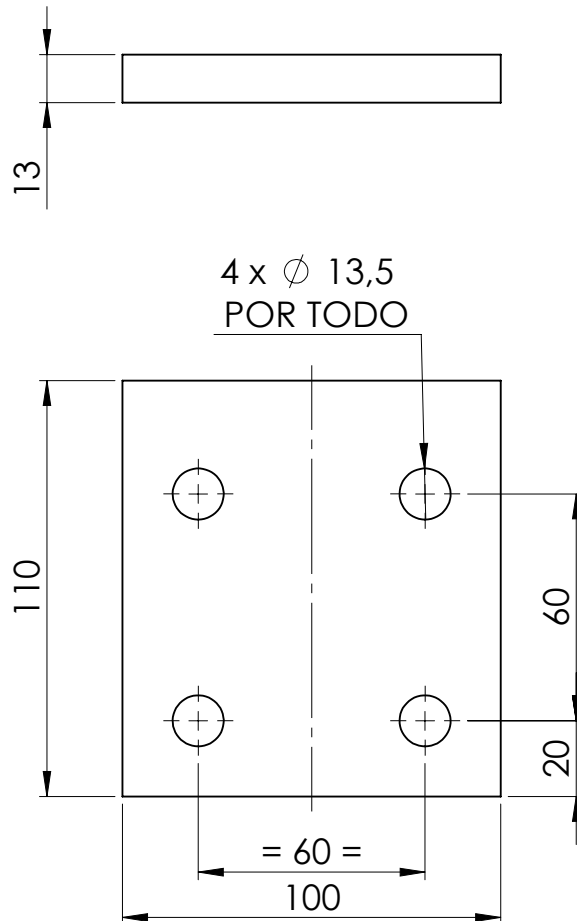
	ISO E	1	-	4	SAE 1010	Peso: 0,56 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Cajera para rodamientos					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1		FECHA: 10/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 29	

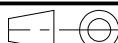


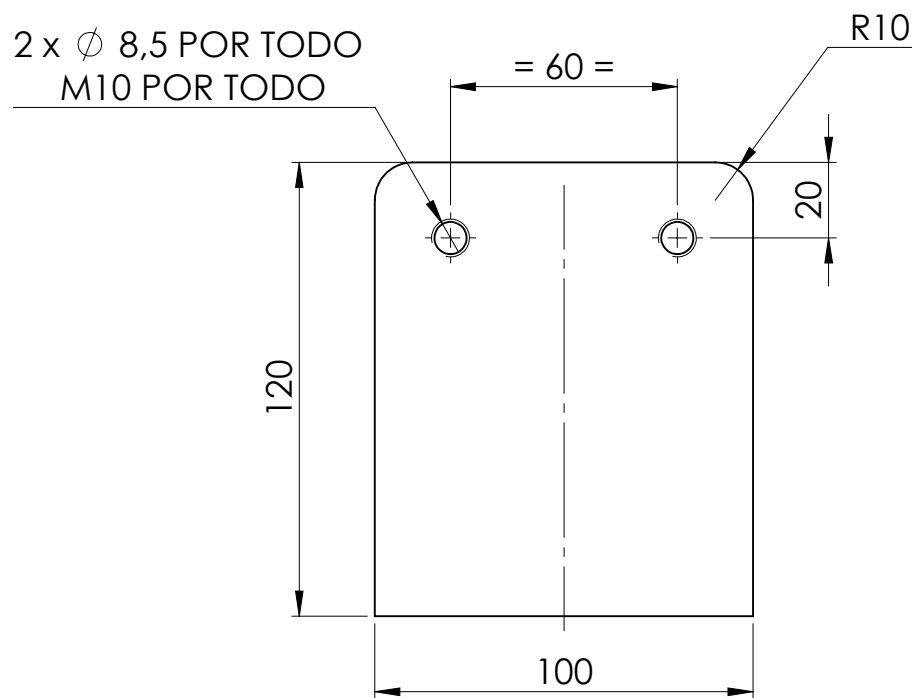
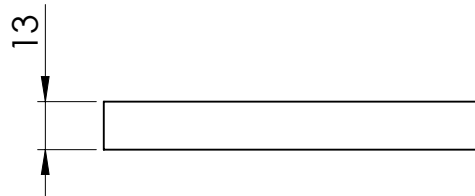
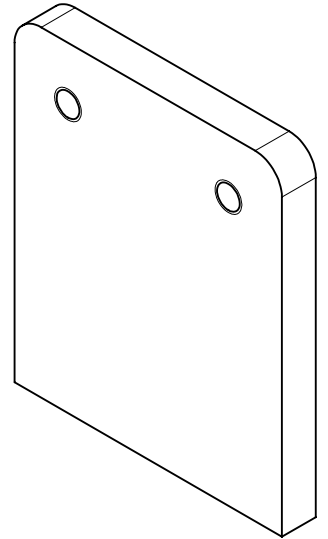
 ISO E	1	-	4	SAE 1010	Peso: 9,4 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Tornillo Hiwin 32-10B1				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1		FECHA: 11/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Pieza 31	
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					

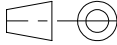


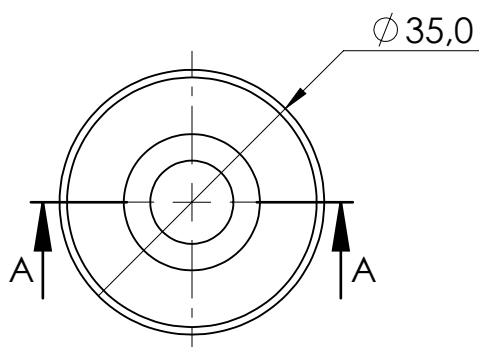
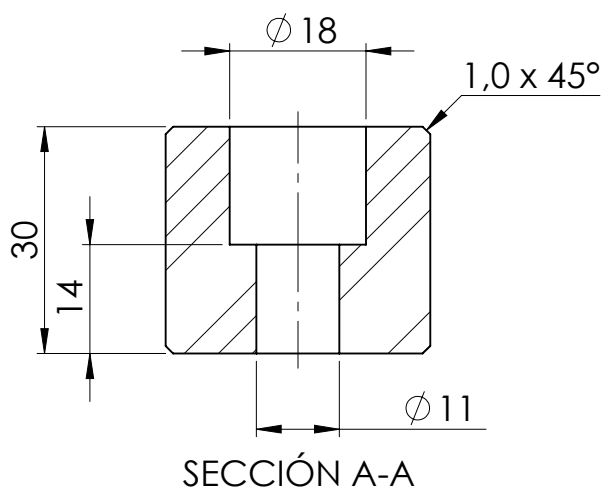
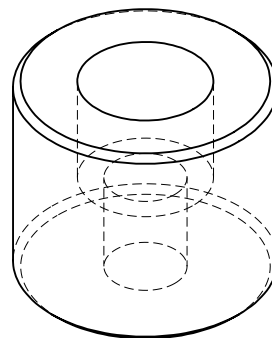
 ISO E	1	-	2	34CrNiMo6	Peso: 56,2 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Eje conductor				
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:5		FECHA: 11/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina			Pieza 34	
200-500 mm ±0.5					
>500 mm ±1					

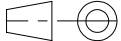


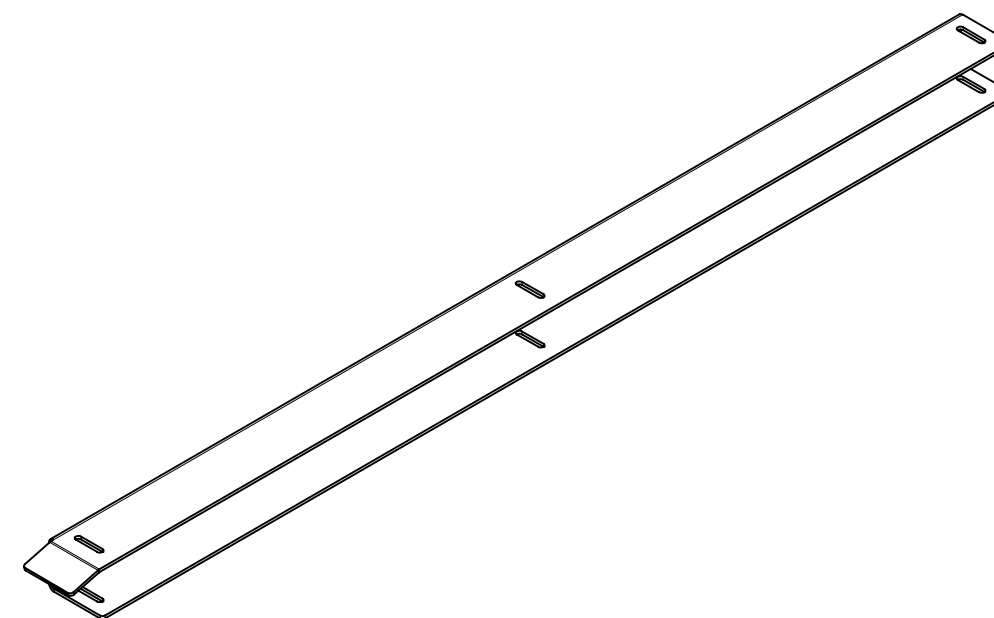
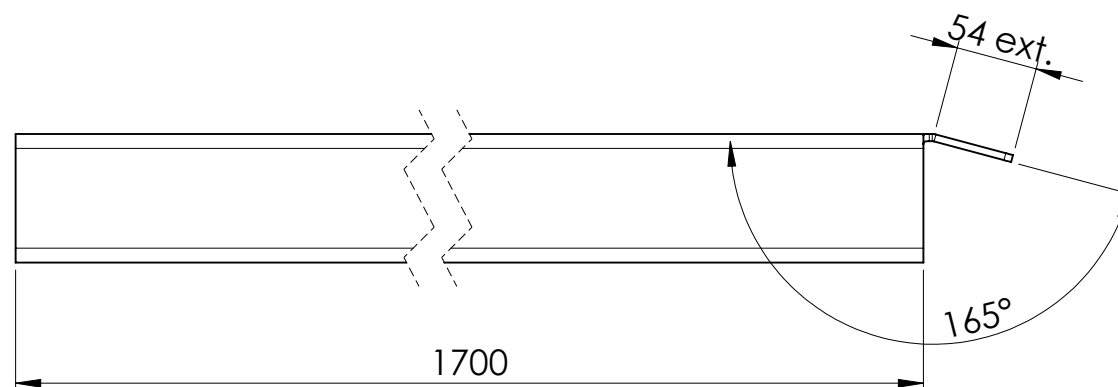
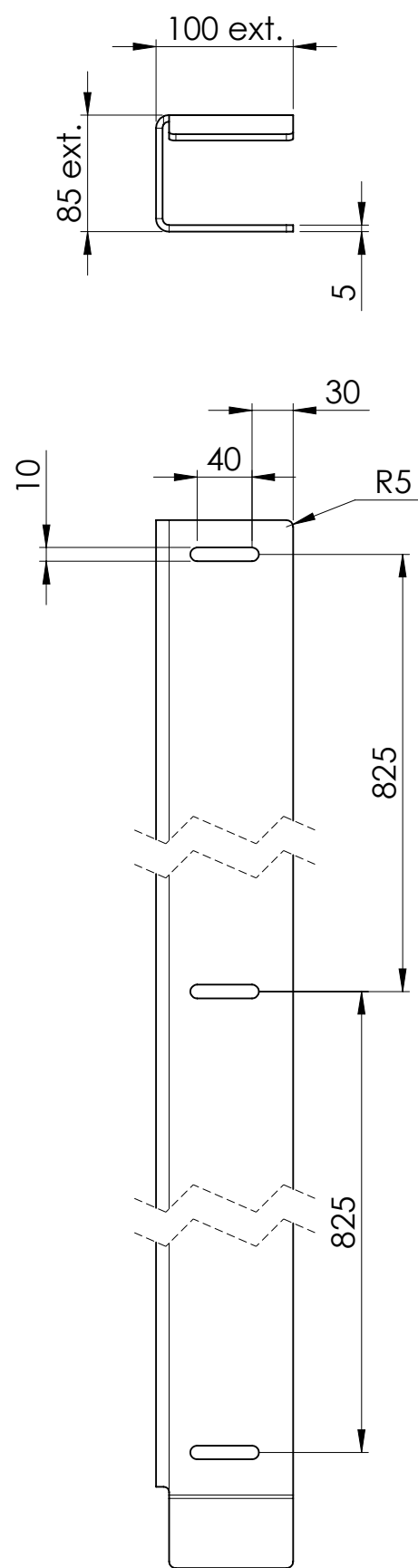
	ISO E	1	Ch. 1/2"	25	SAE 1010	Peso: 1 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa base tope de mesa					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1			FECHA: 13/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 36	



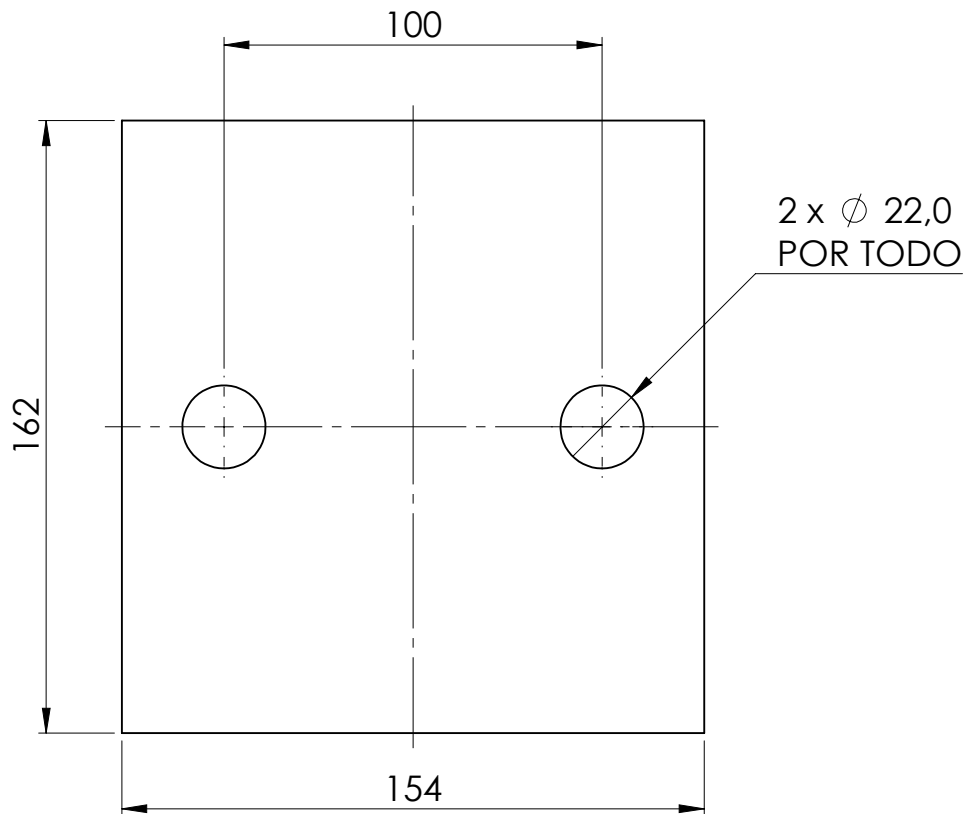
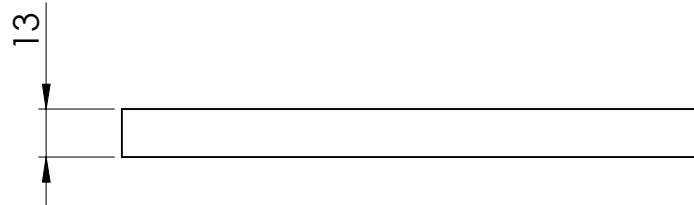
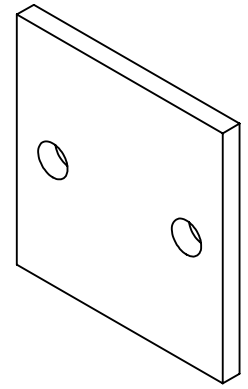
	ISO E	1	-	25	SAE 1010	Peso: 1,1 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Soldadura adicional mesa					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1			FECHA: 13/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						
					Pieza 37	

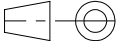


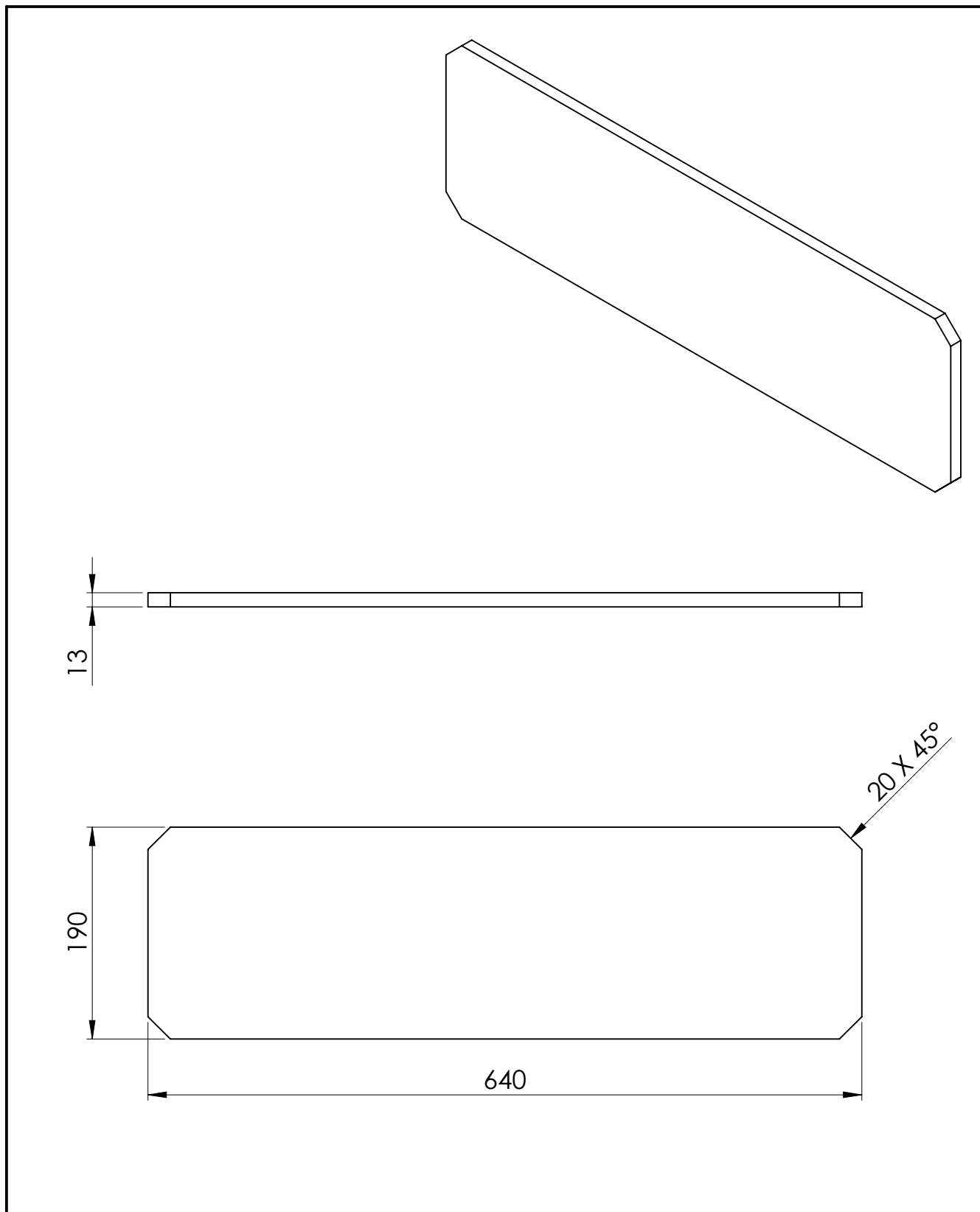
	ISO E	1	-	50	SAE 1010	Peso: 0,02 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Tope de grilon					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:1			FECHA: 13/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 39	

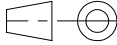


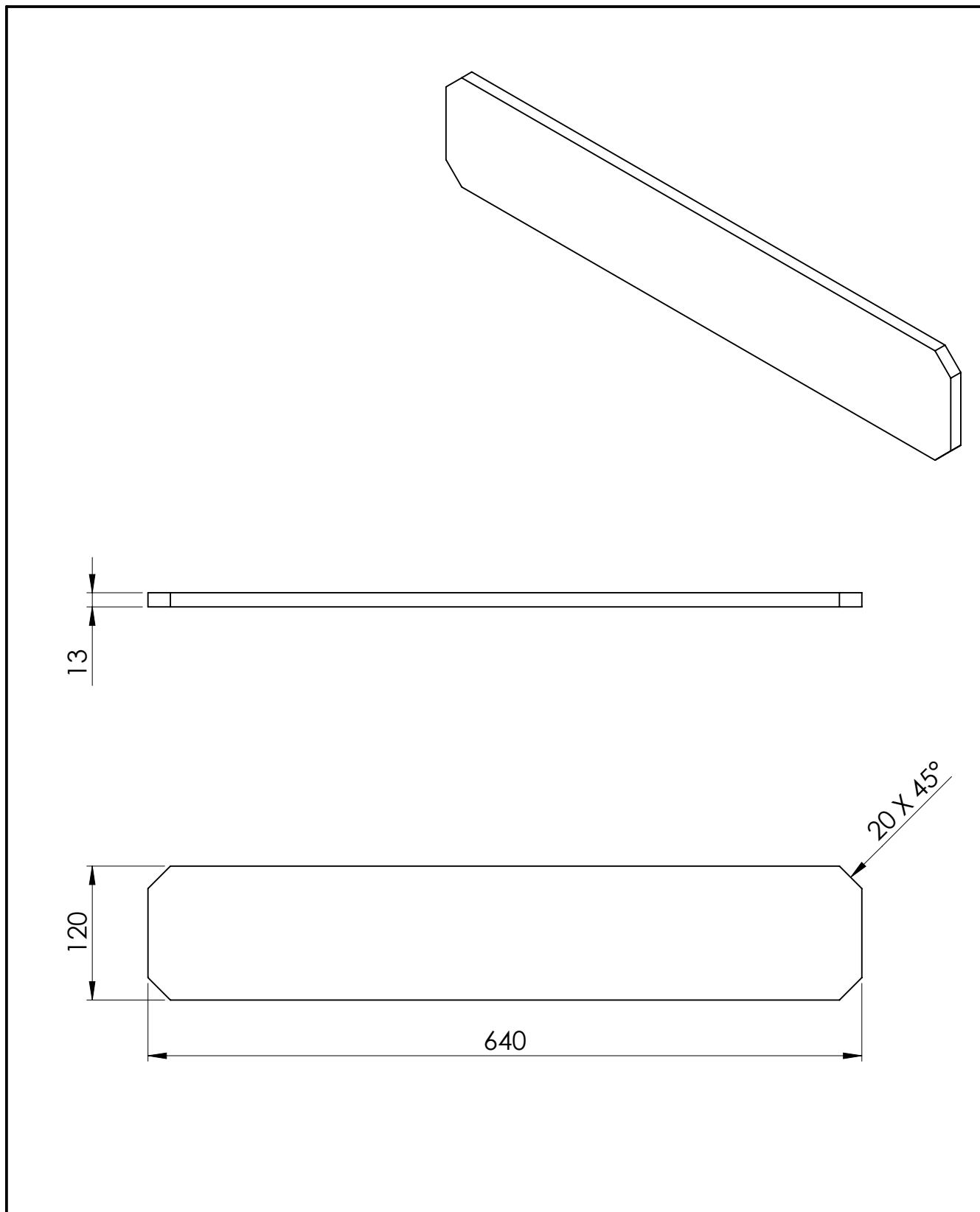
	ISO E	1	Ch. 3/16"	5	SAE 1010	Peso: 17,2 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Apoyo de cadena plegado (mesa)					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:5			FECHA: 10/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						
						Pieza 40

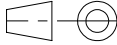


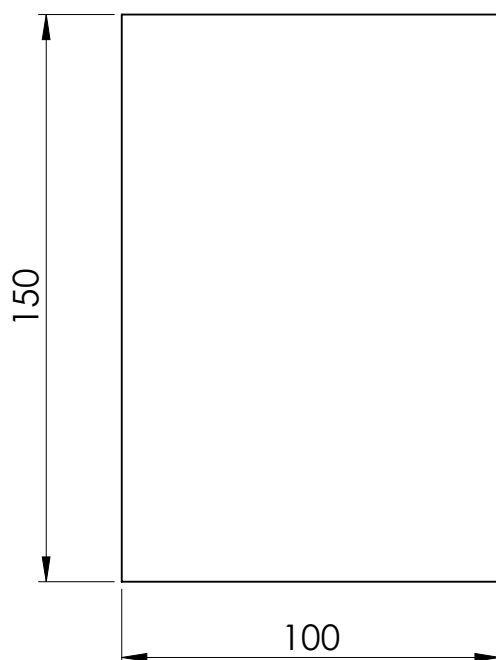
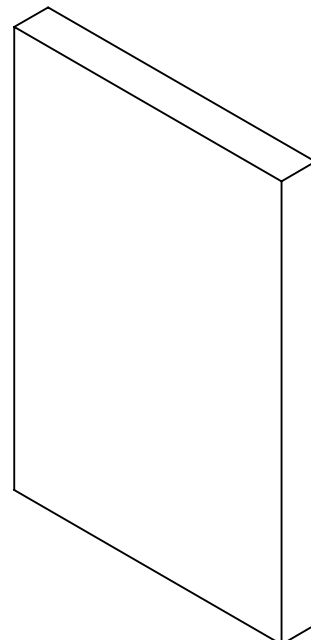
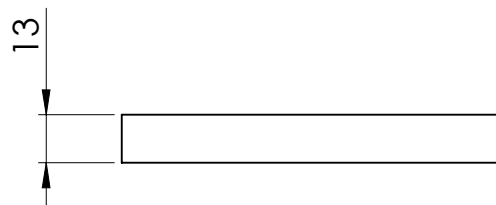
	ISO E	1	-	8	SAE 1010	Peso: 2,4 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa unión de carros					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 09/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						
					Pieza 41	

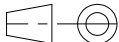


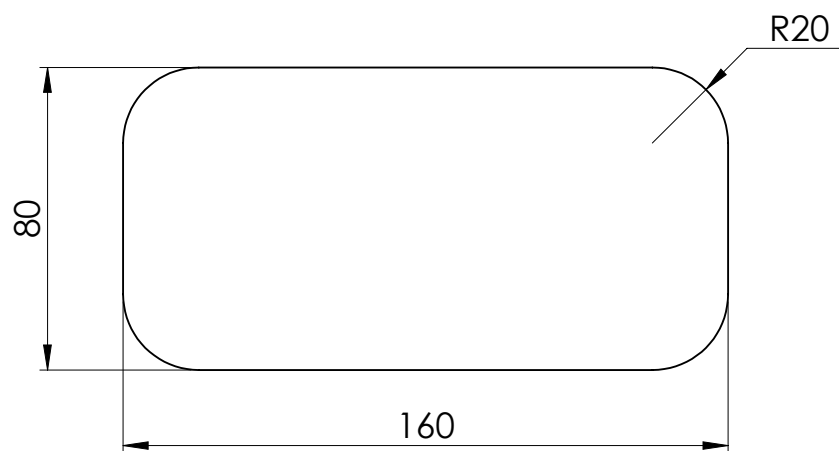
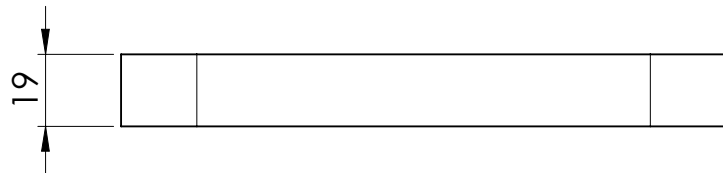
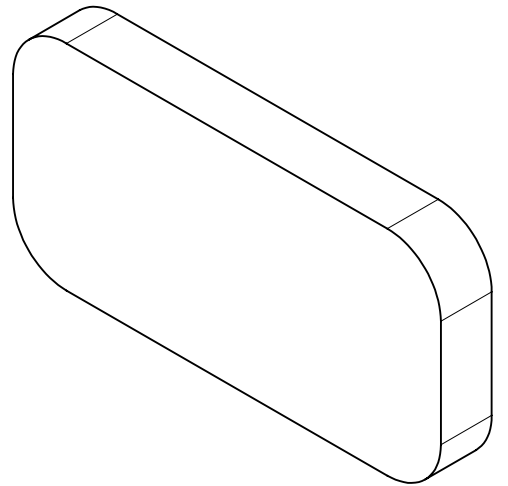
	ISO E	1	-	8	SAE 1010	Peso: 12 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa para ruedas exteriores					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:		REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo	
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:5		FECHA: 09/06/2026		APR:	
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				Pieza 42	
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						

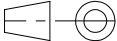


	ISO E	1	Ch. 1/2"	4	SAE 1010	Peso: 7,6 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES	
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa para ruedas interiores					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:5			FECHA: 09/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina				Pieza 42	
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						



	ISO E	1	Ch. 1/2"	4	SAE 1010	Peso: 1,5 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa para resorte a gas					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 09/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1						Pieza 44



	ISO E	1	-	45	SAE 1010	Peso: 1,8 kg
TOLERANCIAS ANGULARES ±30°	POS.	DENOMINACION		CANT.	MATERIAL	OBSERVACIONES
TOLERANCIAS DE MECANIZADO NO ACOTADAS	Proyecto Final de Ingeniería Mecánica Placa de nivelacion de mesa					
0-20 mm ±0.1	REEMP. POR PLANO:			REEMP. AL PLANO:		DIB: Broda, Gonzalo
20-50 mm ±0.2	ESC.: 1:2			FECHA: 13/06/2026		APR:
50-200 mm ±0.3	 UNR - FCEIA Escuela de Ingeniería Mecánica Av. Pellegrini 250 - Rosario - Santa Fe - Argentina					
200-500 mm ±0.5						
>500 mm ±1					Pieza 45	