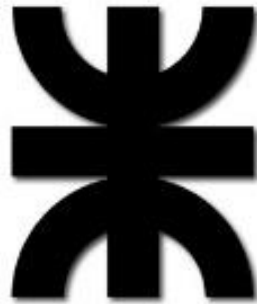


Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional de Villa María



INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS DE GRADO

Trituradora de carrocerías de automóviles fuera de uso

AUTOR: Pomba Juan Manuel

DIRECTOR: Ing. Di Cola Américo

CODIRECTOR: Ing. Costamagna Marcelo

AÑO: 2022

RESUMEN

Este proyecto fue diseñado con el objetivo de atacar unas de las necesidades cada vez más presentes en la actualidad que es el reciclaje. En este caso puntualmente a las carrocerías fuera de uso.

La utilidad del proyecto consta de una manera efectiva para reciclar que es desmenuzando la carrocería de un automóvil ya desarmado, separando posteriormente las partes metálicas para la reutilización en las aceras y las partes no metálicas en donde corresponda.

El proyecto es una máquina con dos rodillos trituradores robustos en el cuál se van a desmenuzar las carrocerías de los automóviles, siendo trasladados y separados los componentes metálicos mediante cintas transportadoras. La máquina va constar también de un sistema de tracción a oruga para movimientos a corta distancia.

La metodología para el desarrollo fue primero recopilar toda la información necesaria para plasmarla a las ideas viendo si son factibles. Luego utilizar el cálculo ingenieril para asegurarse su funcionamiento de cada una de sus partes.

Como conclusión se puede decir que es un prototipo complejo, pero factible. Se dice que es un prototipo porque el proceso de diseño en máquinas complejas lleva tiempo de puesta en marcha, ensayos y posibles cambios pertinentes para lograr un equipo 100% eficiente.

PALABRAS CLAVES

- Trituradora.
- Reciclaje.
- Carrocerías.
- Automóviles.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	4
1.1. Gestión de reciclaje de vehículos en el mundo y en Argentina.	4
1.2. Objetivo del proyecto.	6
1.3. Reseña del proyecto.	6
1.4. Fabricantes en el mercado.	7
1.5. Definición de los conjuntos del proyecto.	9
2. MARCO LEGAL.	10
2.1. Ley sobre el manejo de metales no ferrosos (N° 13564)	11
2.2. Ley para el desarmado de motores y sus autopartes (N° 25761)	12
2.3. Ley de tránsito (N° 24449).	14
3. CÁLCULO DE LOS RODILLOS TRITURADORES.	16
3.1. Introducción.	17
3.2. Dimensionamiento.	18
3.2.1. Cálculo de carga a torsión.	18
3.2.2. Cálculo de carga sometida a flexión.	20
3.2.3. Verificación a fatiga.	21
3.3. Potencia consumida por el par	26
3.4. Cálculo de los otros componentes que van con los rodillos trituradores.	27
3.4.1. Verificación de los rodamientos.	27
3.4.2. Acople.	33
3.4.3. Tornillos.	35
3.4.4. Punta de diente rodillos trituradores	41
3.4.5. Perno anti giro del motor hidráulico.	43
4. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.	46
4.1. Parte 1: Donde van los rodillos.	47
4.1.1. Cálculo de esfuerzos en la chapa 0.	47
4.1.2. Cálculo de pesos de las chapas que forman el conjunto.	51
4.1.3. Cálculos de la viga 1.	53
4.1.4. Cálculos de la viga 2.	55
4.2. Parte 2: Columnas.	57
4.2.1. Columnas delanteras.	58

4.2.2. Columnas traseras.	59
4.3. Parte 3: Estructura que soporta la batea.	59
4.3.1. Chapas a,b y c.	60
4.3.2. Cálculos de la viga 3.	62
4.3.3. Cálculos de la viga 4.	64
4.3.4. Cálculos de columnas.	65
4.4. Parte 4: Chasis	66
4.4.1. Cálculos de los largueros principales.	67
4.4.2. Cálculos de las vigas transversales.	73
5. DISEÑO Y CALCULO DE LA BATEA HIDRAULICA	75
5.1. Elección y verificación del cilindro hidráulico.	80
5.1.1. Cálculo de verificación de los vástagos.	82
6. TRANSMISION Y TREN DE RODAJE	84
6.1. Largueros transversales.	85
6.1.1. Larguero B.	86
6.2. Tren de rodaje tipo oruga.	88
6.3. Transmisión.	89
6.4. Mando final.	91
6.4.1. Diseño del mando final.	91
7. DISEÑO Y CALCULO DE LA CINTA TRANSPORTADORA.	93
7.1. Tramo 1: Cinta horizontal.	95
7.2. Tramo 2: Cintra inclinada.	99
7.3. Tramo 3: Cinta magnetizada.	100
7.4. Calculo estático de la cinta inclinada.	101
8. SISTEMA HIDRAULICO.	104
8.1. Circuito cerrado.	107
8.1.1. Circuito para posición de trabajo.	107
8.1.2. Posición de transporte.	110
8.2. Circuito abierto.	112
8.3. Depósito hidráulico.	113
8.4. Funcionamiento de la bomba del circuito cerrado.	114
8.4.1. Funcionamiento en la posición de transporte.	115
8.4.2. Funcionamiento en la posición de trabajo.	116

8.5. Automatismo de los rodillos trituradores.	116
8.5.1. Funcionamiento del automatismo.	117
8.5.2. Esquema del automatismo.	117
SISTEMA DE CODIFICACIÓN.	120
LISTADO DE PIEZAS	121
BIBLIOGRAFÍA	129
PLANIMETRÍA	131
SISTEMA DE CODIFICACIÓN	132

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Gestión de reciclaje de vehículos en el mundo y en Argentina.

Uno de los problemas cada vez más crecientes en la sociedad humana, es la contaminación del medio ambiente debida a la influencia de dicha sociedad. Las superproducciones de bienes de cualquier tipo para la población forman un problema para el planeta, ya que esto puede devenir en la escasez de recursos, abundancia de basura inservible (generada por la obsolescencia de dichos bienes) y por los procesos de producción que pueden generar residuos contaminantes. Entonces, como una solución a estos inconvenientes surge el reciclaje, que consiste en la reutilización de los residuos como recursos para la fabricación de nuevos bienes. El presente va constar sobre el reciclaje de un bien masivo, que son los automóviles de uso particular.

Los automóviles constituyen una de las fuentes más grandes del mundo en material para reciclaje. Se estima que se reciclan más de 25 toneladas por año provenientes de los vehículos en desuso, siendo reutilizado aproximadamente el 87% del peso total de un carro.

¿Qué se recicla de un coche? ¿De dónde sale ese 87% del peso del vehículo recuperado? Por un lado, lo que lo envuelve, es decir la chapa (aceros y metales como el aluminio, el cobre o el zinc), permiten un 75% de reciclaje para fundiciones, aunque no tienen aprovechamiento energético. Los líquidos como el anticongelante o el líquido de frenos, así como el aceite, tampoco se pueden aprovechar para producir energía, forman un 1%. Los neumáticos y otras piezas fabricadas con cauchos, forman un 4%. En cuanto a los plásticos están entre un 3,3 y un 5%, pudiendo ser aprovechados para producir energía. Un bajo porcentaje de reciclado presenta también el vidrio (un escaso 3,5%), además de que tampoco puede generar energía. Tapicerías, papeles o cartón son aprovechados energéticamente en poco más de un 1%, siendo arrojado el resto a vertederos. Lo mismo sucede con materiales y piezas como las zapatas de freno o los filtros de aceite.

Como resultado final de diversos estudios se obtiene que, de un vehículo se aprovecha entre un 10 a un 12% para producir energía y un 88 a 90% se recicla en otros materiales. El porcentaje de reciclabilidad de los plásticos varía entre los diferentes modelos de vehículos. Cuanto más moderna sea la fecha de fabricación del vehículo, más y mejor se pueden aprovechar sus piezas.

Para reciclar un vehículo es necesario llevarlo a un centro autorizado, donde tratarán cada material como es debido sin que el reciclado en sí produzca agentes contaminantes. Hay que tener en cuenta que no todas las fábricas de reciclaje disponen de la misma tecnología. Muchos de los vehículos que se dan de baja, al año no han sido descontaminados ni reciclados adecuadamente antes de su despiece o fragmentación.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

En Europa, el proceso de reciclaje de un vehículo una vez dado de baja y llevado a un centro autorizado consta de los siguientes pasos:

- Primero: Etapa de descontaminación, en la que se retiran baterías, líquidos y demás elementos que sean contaminantes para el medio ambiente.
- Segundo: Etapa de desguace. En esta instancia se retiran plásticos, textiles y cableado, se valora lo que se puede usar como venta de repuesto y el resto se recicla según el material que sea.
- Tercero: Cuando sólo quedan metales, es decir la carrocería del vehículo, la misma se comprime reduciendo su volumen para ser almacenada o trasladada a la planta de fragmentación.
- Cuarto: Planta de fragmentación, donde un molino de martillos tritura los vehículos ya prensados en fragmentos de entre 20 y 40 centímetros. Los fragmentos pasan por corrientes magnéticas que separan las partes metálicas (un 75% aproximadamente) del resto de materiales.
- Quinto: La chatarra se envía a la industria siderúrgica, donde se recicla. El objetivo marcado por las directivas de la Comunidad Europea es reciclar el 95% de un automóvil.

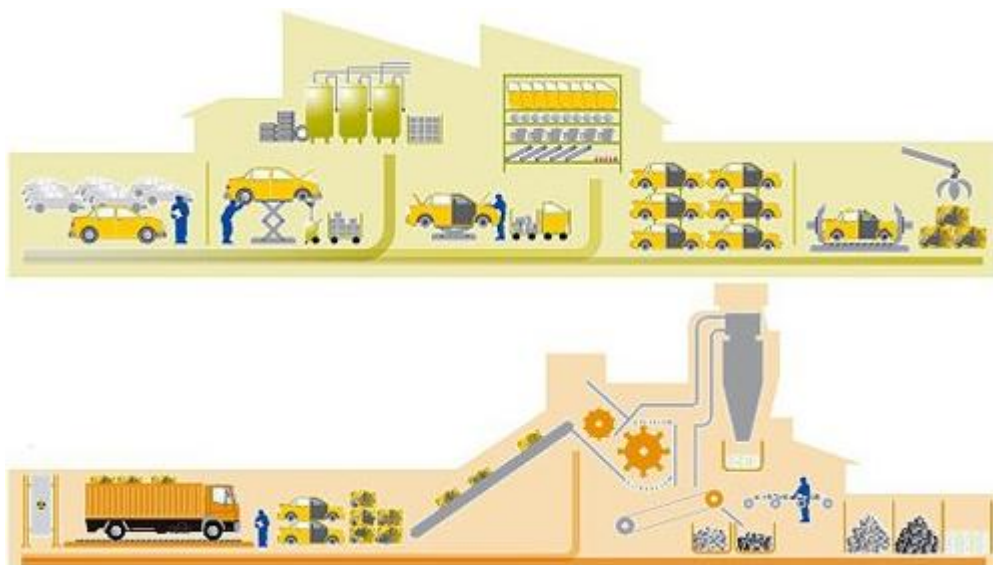


Figura 1.1: Proceso de reciclado de un automóvil.

En Argentina, se venden aproximadamente 650.000 vehículos por año, de los cuales no se sabe con estimación la cantidad de usados que son dados de baja, es decir, que ya no se utilizan más. De modo que se busca la forma de reciclar estos automóviles en desuso. El reciclaje consiste en que una vez que el vehículo ha sido dado de baja, los mismos se venden a desarmaderos en el cuál empieza el proceso de descontaminación, desguace y posterior reciclaje.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El proceso de descontaminación consiste en eliminar tanto los componentes líquidos como los sólidos, que son indeseables y pueden provocar un impacto ambiental negativo. Ellos se pueden clasificar en:

- **Sólidos:** Batería, catalizador, filtros, componentes de mercurio, etc.
- **Líquidos:** Combustibles, refrigerantes, líquidos de frenos, aceites, etc.

En el desguace (o desarme) se le extraen piezas que puedan venderse como repuestos o reciclajes, como por ejemplo: motor, neumáticos, capot, puertas, etc. Las piezas de seguridad (airbags) se destruyen.

El proceso final consiste en compactar lo que quede del vehículo para luego ser vendido como chatarra para fundición.

1.2. Objetivo del proyecto.

Una diferencia muy marcada entre el reciclado de automóviles en Argentina comparado con el de Europa reside en el tratamiento de las partes metálicas. Europa tiene un paso de reciclado más, que consiste en la fragmentación de las carrocerías ya prensadas. Las mismas se realizan en máquinas trituradoras especiales.

El objetivo de este proyecto consiste en agregar dicho tratamiento al sistema de reciclaje argentino, llamado triturado o fragmentado. El mismo se va a lograr diseñando una máquina cuya única función sea triturar la carrocería de dichos automóviles fuera de uso y separar las partes metálicas para su reutilización en la industria.

Este proceso es necesario para una mejor separación de componentes que esto significa un mejor reciclaje. Además de obtener una materia de prima de muy buena calidad para las fundiciones. Con el proceso de fragmentación se obtiene chatarra de acero con un 98% de pureza aproximadamente.

1.3. Reseña del proyecto.

El triturado es un proceso utilizado para desmenuzar la chatarra del auto, separando posteriormente las partes metálicas de las no metálicas a través de un sistema de cintas transportadoras imanadas. Las partes metálicas se reciclan vendiéndolas como chatarra para los hornos de inducción en industrias y las partes no metálicas se reciclan parcialmente, por ejemplo: cobre, aluminio, plomo, algunos plásticos que no pudieron ser removidos, etc.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Este proceso tiene la ventaja (como se ha dicho en el inciso anterior) de producir una mejor separación de los distintos componentes a reciclar, de vender un material de mejor calidad para las siderurgias y también genera menos contaminación en los hornos de fundición.

En este proyecto se diseñará como se dijo anteriormente, una máquina trituradora de carrocería de automóviles. El funcionamiento básico de la misma consiste en dos grandes ejes cilíndricos dentados, que pueden tener movimientos en sentido horario u opuesto para evitar atascamiento del material a triturar. Luego con un sistema de cintas transportadoras se transporta y se separa la chatarra triturada.

En la siguiente figura ilustraremos en forma visual la máquina trituradora de automóviles y sus partes más básicas:

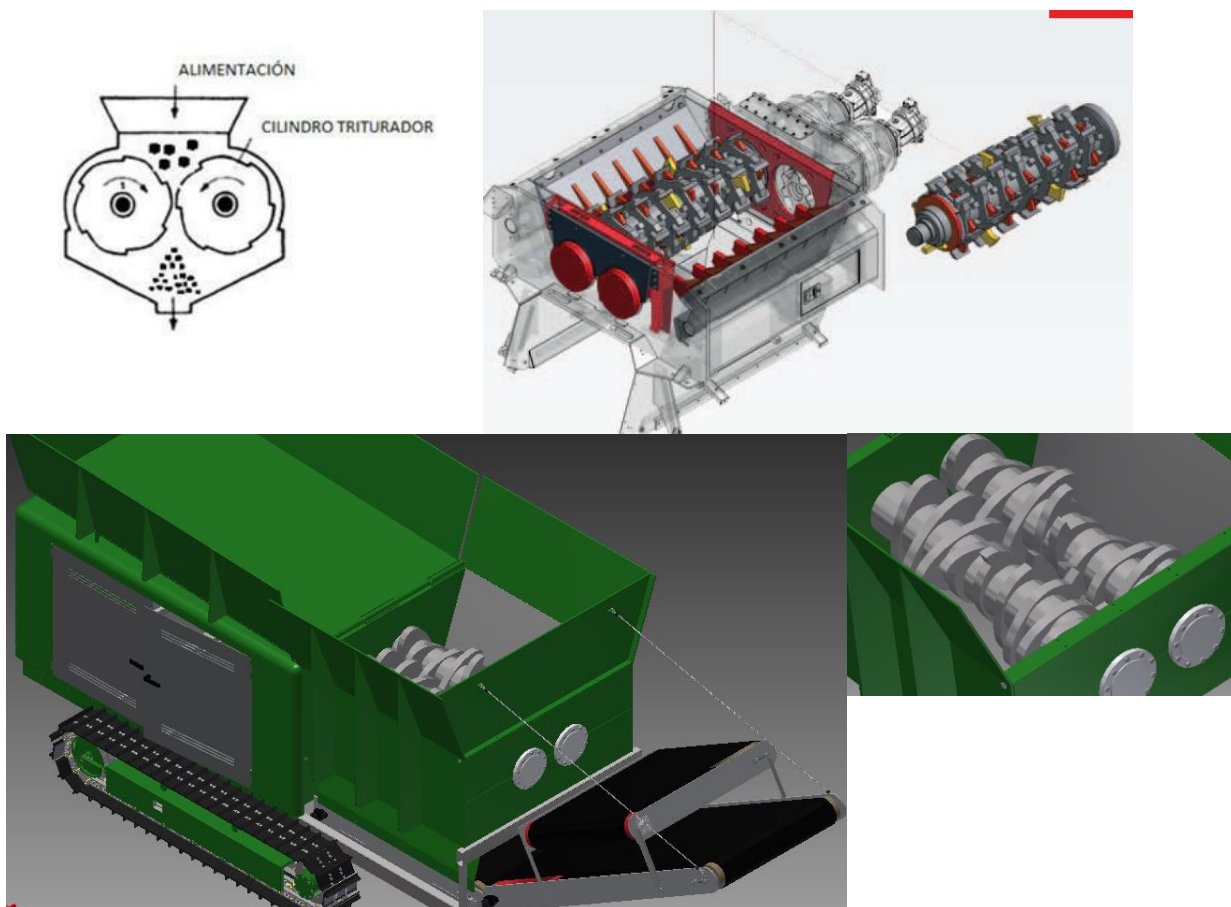


Figura 1.2: Máquina trituradora de carrocería de automóviles y esquema de rodillos trituradores.

1.4. Fabricantes en el mercado.

En el mercado mundial, ya existen máquinas trituradoras de diversas marcas que fragmentan las carrocerías de los automóviles. La mayoría son de origen alemán, también las hay de origen italiano, estadounidense, chino, etc. Estas máquinas son en su gran mayoría idénticas o muy parecidas, pueden ser estáticas o con movilidad propia a través de un sistema de tracción de orugas. Algunos ejemplos de estas máquinas en el mercado podemos tener:

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso



Figura 1.3: Trituradora marca Arjes (Alemania).



Figura 1.4: Trituradora marca Hammel (Alemania).

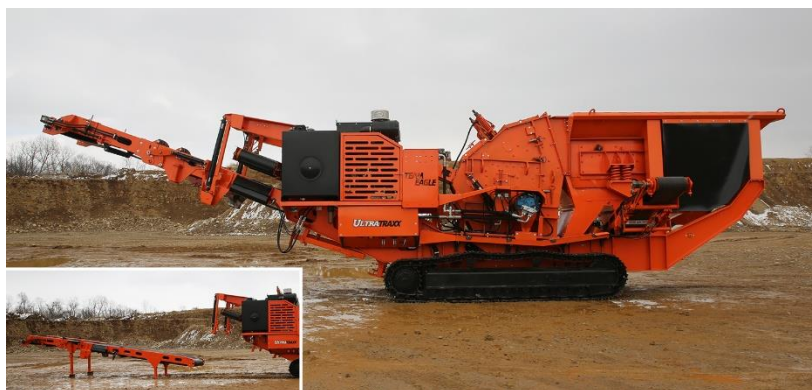


Figura 1.5: Trituradora marca Eagle (Estados Unidos)



Figura: 1.6: Trituradora marca Franzoi (Italia).

1.5. Definición de los conjuntos del proyecto.

En este inciso se van a identificar y definir los conjuntos del proyecto, es decir se van dividir los componentes de la máquina en subconjuntos específicos. Esto se hace para facilitar y ordenar el diseño de la misma.

Los conjuntos más importantes que componen el proyecto son:

- Rodillos trituradores: Zona en el cual van a ocurrir todos los procesos de trituración de la materia prima (carrocerías de automóviles).
- Estructura: Consiste en todo el cuerpo de la maquina incluyendo el chasis, le da robustez a la misma. La estructura es la que soporta todos los componentes.
- Batea hidráulica: Es la zona previa a la trituración, en la misma se colocan las carrocerías que se van a triturar posteriormente. La misma se eleva y vuelve a su posición original a través de cilindros hidráulicos.
- Transmisión y tren de rodaje: Componentes encargados de la movilidad de la máquina.
- Cintas transportadoras con separador magnético: Son las encargadas en transportar el material ya triturado, separando las partes metálicas de las no metálicas a través de una cinta magnetizada en su tramo final.
- Sistema hidráulico: Circuito y todos los componentes de transmisión de potencia a través de la hidráulica.

CAPÍTULO 2: **MARCO LEGAL**

2. MARCO LEGAL

En este capítulo se nombrarán las leyes más significativas a tener en cuenta para el rubro de reciclaje de vehículos fuera de uso (automóviles más específicamente).

2.1. Ley sobre el manejo de metales no ferrosos (N° 13564)

- **ARTICULO 1:** Las personas físicas o jurídicas, titulares o responsables de comercios y locales, y quienes realicen actividades de carácter comercial o industrial en forma permanente o eventual con metales no ferrosos, tales como desarmaderos, chatarrerías y depósitos, cualquiera fuere su denominación, deberán llevar un libro foliado y rubricado por el titular de la Comisaría de la jurisdicción, en el que deberán asentarse conforme a las actividades desempeñadas, los datos precisados en el artículo 8° de la presente ley. Quedan expresamente exceptuadas las compañías mineras explotadoras de yacimientos de minerales no ferrosos y productoras primarias de estos minerales.

El Poder Ejecutivo, a través del Ministerio de Gobierno, oficiará en forma inmediata a los municipios de la Provincia, a fin de que en el término perentorio e improrrogable de diez (10) días hábiles, se dé cumplimiento a lo establecido en el presente artículo, comunicando en el mismo plazo al Ministerio de Seguridad las medidas adoptadas al efecto, así como el resultado de las mismas.

- **ARTICULO 2:** Se entiende por “metales no ferrosos” a todos los metales que no son hierro y a sus aleaciones, donde éste es componente principal; conforme la siguiente enumeración no taxativa: cobre, estaño, plomo, níquel, cobalto; cromo; molibdeno; titanio; tantalio; niobio; tungsteno; cerio; aleaciones de aluminio– cobre; aluminio–manganeso; aluminio-silicio; aluminio-magnesio-silicio; aluminio-zinc; bronce al estaño; bronce al plomo; bronce al aluminio; bronce al silicio; bronce al berilio; latón blando, duro y semiduro; antimonio, entre otros.
- **ARTICULO 5:** Los titulares o responsables de las actividades citadas en el artículo 1°, deberán remitir al titular de la Comisaría de la jurisdicción, al momento de proceder a la rúbrica del libro previsto por dicho artículo, copia certificada de la habilitación concedida por la autoridad municipal competente. Cumplida dicha diligencia y el procedimiento de foliatura y rúbrica del libro, el titular de la dependencia policial cursará la totalidad de las actuaciones y la documentación respectiva a la Jefatura Departamental de Seguridad, quien a su vez dentro del término improrrogable de veinticuatro (24) horas las elevará al Ministerio de Seguridad de la Provincia de Buenos Aires.
- **ARTICULO 8:** Los establecimientos dedicados a la comercialización e industrialización de metales no ferrosos, cobre y aluminio en todos sus estados: puros, elaborados, incorporados

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

en aleaciones, en piezas identificables o sus desechos, sean estos establecimientos de venta, reducción y fundición, fabricación de bienes que incorporen estos materiales, depósitos, chatarrerías y todo otro que realice actividad similar cualquiera fuere su denominación, deberán hacer constar en el libro mencionado en el artículo 1° los siguientes datos:

a) Nombres, apellido, documento de identidad y domicilio real y en su caso, comercial del vendedor y/o comprador de los bienes referenciados en el primer párrafo del presente artículo y la correspondiente habilitación comercial con las certificaciones de inscripción de la Administración Federal de Ingresos Públicos y Dirección Provincial de Rentas.

b) Modalidades de compraventa realizada, especificando descripción y datos registrales – cuando resulte procedente- del bien comercializado, detallando asimismo fecha, número y monto del recibo oficial expedido con motivo de la operación comercial efectuada. En todos los casos deberá existir una exacta correspondencia entre el material descripto –en cuanto a peso, características y estado- en el libro rubricado, la documentación probatoria de su adquisición y legal tenencia, de su enajenación y las existencias en depósito.

c) Constancias de transporte, con datos sobre la empresa transportadora y/o fletera, copias de la facturación por ese servicio y obligatoriedad de que dicha empresa tenga registración comercial. En caso de tratarse de desechos ferrosos la empresa transportadora deberá tener la correspondiente aprobación especial para ese tipo de transporte.

2.2. Ley para el desarmado de motores y sus autopartes (N° 25761)

- **ARTÍCULO 1:** Las disposiciones de esta ley rigen para todas las personas físicas o jurídicas que procedan al desarmado de un automotor de su propiedad o de un tercero, y para aquellas cuya actividad principal, secundaria o accesorio, sea la comercialización de repuestos usados para automotores.
- **ARTÍCULO 2:** Todo propietario de un automotor que proceda a su desarmado con el objeto de utilizar sus autopartes, deberá solicitar su baja ante el registro seccional del automotor que corresponda. En el caso de desear recuperar alguna pieza, deberá acompañar un listado preciso y detallado de aquellas que sean pasibles de recuperación, con la identificación numérica de aquellas que la posean o lo que disponga la reglamentación de la presente ley. En el caso de las autopartes de seguridad es de aplicación lo dispuesto por el artículo 28 de la Ley N° 24.449, su decreto reglamentario 779/95 y modificaciones.
- **ARTÍCULO 3:** Los registros seccionales de la Dirección Nacional del Registro de la Propiedad del Automotor y de Créditos Prendarios, dependientes del Ministerio de Justicia,

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Seguridad y Derechos Humanos de la Nación, o el organismo que lo sustituyere en el futuro, deberán emitir un certificado de baja y desarme, donde constará:

- Identificación del automotor (marca, modelo, patente, número de motor, número VIN y color).
- Fecha de baja.
- Identificación del propietario.
- Identificación del desarmadero responsable.
- Listado de autopartes no reutilizables.

- **ARTÍCULO 5:** Las compañías o empresas de seguros en el caso de ser titulares o poseedoras de un rodado que calificaren en categoría de "destrucción total" estarán obligadas a inscribirlo en el Registro Nacional de la Propiedad del Automotor, acompañando un acta de inspección que así lo acredite y solicitando el certificado de baja.
- **ARTÍCULO 6:** Emitido el certificado de baja de acuerdo a lo prescripto por el artículo 3º, queda autorizado el desarme. A las autopartes que no posean número de identificación y que estén incluidas en el listado que elabore la Secretaría de Industria, Comercio y Minería, se les debe incorporar el número identificador con la metodología que ésta disponga. Para elaborar el listado, deberá tenerse en cuenta el valor y la frecuencia de reemplazo.
- **ARTÍCULO 7:** Toda persona física o jurídica cuya actividad principal, secundaria o accesorio, sea la comercialización de repuestos usados o su transporte, deberá cumplir los siguientes recaudos:
 - a) La factura, remito o documento equivalente deberán contener el número identificador de la pieza cuando se trate de un repuesto usado.
 - b) Abstenerse de ofrecer a la venta o mantener en stock repuestos que carecieran de la identificación que establece el artículo 6º.
- **ARTÍCULO 10:** Todas las personas físicas o jurídicas incluidas en el registro creado en el artículo anterior, tendrán la obligación de documentar el ingreso y egreso de vehículos y partes de acuerdo a lo establecido en el artículo 3º. Por cada automotor ingresado para su desarme deberán registrar: marca, modelo, tipo de combustible utilizado, fecha de fabricación, país y establecimiento de fabricación, certificado de baja y desarme y destino de las autopartes extraídas con sus correspondientes números de identificación.

Las piezas no aptas para su reciclaje deberán ser destruidas.

Se deberá conservar esta documentación por un plazo de diez años a partir del ingreso del vehículo y presentarla ante la autoridad de control cuando les fuera requerida.

- **ARTÍCULO 12:** En el supuesto de haberse tramitado proceso penal, en los casos en que correspondiere la devolución al propietario de los repuestos y autopartes de automotores que hubieren sido secuestrados y que no se encontraren registrados según lo establecido por la presente ley, el juez deberá ordenar al propietario de los mismos su registro o regularización en el Registro Nacional de la Propiedad del Automotor, como condición previa a la entrega de dichos objetos.

2.3. Ley de tránsito (N° 24449)

Debido a que la maquinaria tiene un motor de combustión interna, movilidad propia y también es remolcada cuando se necesita transportarla distancias grandes, es necesario tener en cuenta muchos aspectos de la legislación de tránsito vigentes. En este inciso se van a nombrar los artículos de la ley que sean relevantes para el proyecto a diseñar y su posible construcción.

- **ARTICULO 46:** Autopistas y semiautopistas (inciso b). No pueden circular peatones, vehículos propulsados por el conductor, vehículos de tracción a sangre, ciclomotores y maquinaria especial.
- **ARTICULO 48:** Prohibiciones, (inciso x). Prohibido Circular con vehículos que emitan gases, humos, ruidos, radiaciones u otras emanaciones contaminantes del ambiente, que excedan los límites reglamentarios.
- **ARTICULO 53:** Reglas comunes para vehículos de transporte (inciso c): Sin perjuicio de un diseño armónico con los fines de esta ley, excepto aquellos a que se refiere el artículo 56 en su inciso e), los vehículos y su carga no deben superar las siguientes dimensiones máximas:
 - Ancho: Dos metros con sesenta centímetros.
 - Alto: cuatro metros con diez centímetros para las unidades afectadas al transporte de pasajeros y cuatro metros con treinta centímetros para las unidades destinadas al transporte de cargas.
 - Largo: Unidad tractora con semirremolque (articulado) y acoplado: 20 m con 50 cm.
- **ARTICULO 53:** Reglas comunes para vehículos de transporte (inciso d): Los vehículos y su carga no transmitan a la calzada un peso mayor al indicado en los siguientes casos:
 - Con ruedas individuales: 6 toneladas.
 - Con rodado doble: 10,5 toneladas.
 - Por conjunto (tándem) doble de ejes: Con rueda individuales; 10 toneladas y ambos con rodado doble; 18 toneladas.
 - Por conjunto (tándem) triple de ejes con rodado doble: 25,5 toneladas.

- **ARTICULO 56:** Transporte de carga. Los propietarios de vehículos de carga dedicados al servicio de transporte, sean particulares o empresas, conductores o no, deben:
 - Estar inscriptos en el registro de transportes de carga correspondiente.
 - Transportar la carga excepcional e indivisible en vehículos especiales y con la portación del permiso otorgado por el ente vial competente previsto en el artículo 57.
 - Transportar el ganado mayor, los líquidos y la carga a granel en vehículos que cuenten con la compartimentación reglamentaria.
 - Colocar los contenedores normalizados en vehículos adaptados con los dispositivos de sujeción que cumplan las condiciones de seguridad reglamentarias y la debida señalización perimetral con elementos retroreflectivos.

- **ARTICULO 57:** Exceso de carga.
 - Es responsabilidad del transportista la distribución o descarga fuera de la vía pública, y bajo su exclusiva responsabilidad, de la carga que exceda las dimensiones o peso máximo permitidos.
 - Cuando una carga excepcional no pueda ser transportada en otra forma o por otro medio, la autoridad jurisdiccional competente, con intervención de la responsable de la estructura vial, si juzga aceptable el tránsito del modo solicitado, otorgará un permiso especial para exceder los pesos y dimensiones máximos permitidos, lo cual no exime de responsabilidad por los daños que se causen ni del pago compensatorio por disminución de la vida útil de la vía.
 - El transportista responde por el daño que ocasione a la vía pública como consecuencia de la extralimitación en el peso o dimensiones de su vehículo. También el cargador y todo el que intervenga en la contratación o prestación del servicio, responden solidariamente por multas y daños. El receptor de cargas debe facilitar a la autoridad competente los medios y constancias que disponga, caso contrario incurre en infracción.

CAPÍTULO 3:
CÁLCULO DE LOS
RODILLOS
TRITURADORES

3. CÁLCULO DE LOS RODILLOS TRITURADORES

3.1. Introducción.

Este es uno de los cálculos más delicados y complicados para este proyecto, aquí es donde los materiales deben ser lo más robustos posibles, ya que va a ser donde se van a triturar los elementos de carrocería.

A continuación, se aprecia una imagen de ejemplo de los rodillos:



Figura 3.1: Imagen de rodillos trituradores.

Los rodillos tienen discos distribuidos a lo largo, cada disco contiene 1 punta de material endurecido. Dicha punta corta el material a triturar.

Las puntas no van a entrar todas juntas al mismo tiempo, sino que están acomodadas en forma helicoidal para que vayan avanzando progresivamente a lo largo de la dirección del eje del rodillo.

3.2. Dimensionamiento.

Para el dimensionamiento de los rodillos se ha propuesto un tamaño determinado de cierto material (tanto del eje como los dientes), para luego estudiar bajo qué solicitaciones va estar sometido cuando trabaje y hacer un cálculo de verificación. Dicho cálculo de verificación es para comprobar que no sufra deformaciones permanentes (o rotura en el peor de los casos).

Los rodillos van a estar sometidos a:

1. **Torsión:** Debido a la resistencia que ofrece la materia prima a ser cortada por los dientes de los rodillos, la resistencia al corte de la misma va a generar esfuerzo de torsión en los ejes (rodillos).
2. **Flexión:** La fuerza de corte que aplican los dientes del rodillo al material con el fin de romperlo, además de generar la torsión ya mencionada en el párrafo anterior, va a generar un esfuerzo de flexión en el eje (rodillo). Se van a despreciar el peso de la carrocería y el propio del rodillo (porque son muy pequeños comparados a la fuerza de corte).

3. Fatiga: Debido a que los ejes están girando continuamente, van aparecer esfuerzos variables. Entonces se debe verificar todo el cálculo anterior como un esfuerzo combinado y solicitado a fatiga.

Los rodillos propuestos son de 2500mm de largo c/u, cuyo diámetro exterior (\varnothing_e), es de 400mm y el diámetro interior (\varnothing_i), es de 200mm. Los mismos tendrán 10 dientes cada uno de 200mm de largo (en dirección radial) y 50mm de espesor (en dirección axial). La separación entre los centros de los ejes es de 620mm.

Cada diente de trituración contiene unas puntas con placas soldadas generando menor luz entre dientes contiguos, la finalidad de estas placas es de romper el material generando mayor efecto de cizalla sobre el material a cortar.

El espesor de total generado con las placas es de 100 mm. La altura de las mismas es de 80 mm.

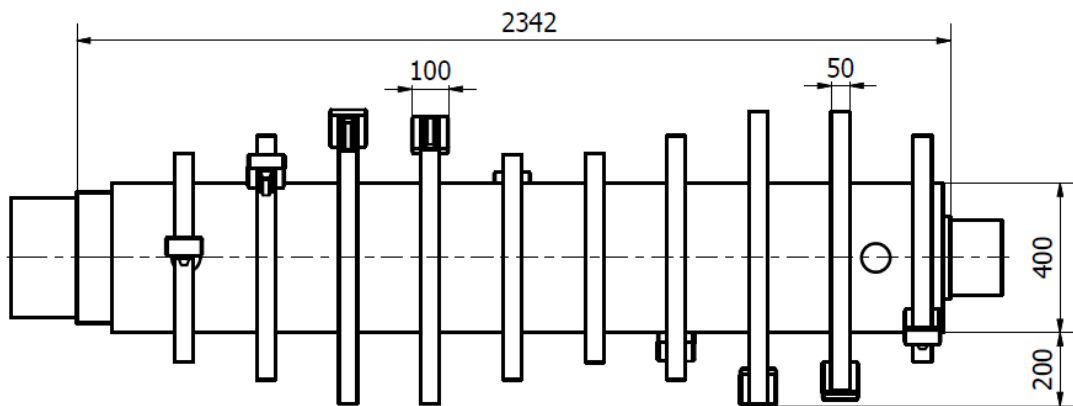


Figura 3.2: Plano lateral de un rodillo triturador con algunas cotas, no es válido como plano.

3.2.1. Cálculo de carga a torsión.

La situación más desfavorable va a ser cuando dos dientes contiguos traten de romper el material al mismo tiempo (cantidad máxima de dientes que pueden trabajar en simultáneo), por ende, se va a generar un par de torsión máximo. La situación más solicitada va ser cuando se tenga que cortar un larguero de chasis, ya que el mismo es del material más resistente del vehículo y mayores espesores.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

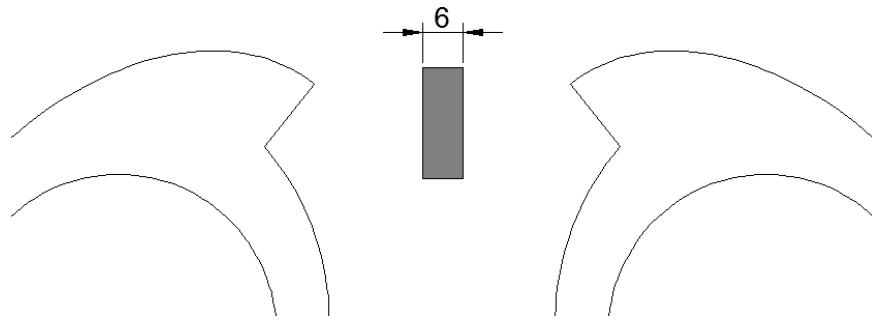


Figura 3.3: Ilustración en vista de plano de los rodillos a punto de cortar material.

El área a cizallar entre dos dientes contiguos va a corresponder al espesor del larguero del chasis (6mm) y a la altura de los dientes que apoyan sobre dicho chasis (80mm). Siendo:

$$\text{Área} = 0,6\text{cm} \times 8\text{cm} = 4.8\text{cm}^2.$$

Debido a que los dientes no llegan a cortar la sección transversal del chasis en su totalidad, las puntas de los mismos también van a cortar al material en su sección longitudinal. La misma corresponde al espesor del chasis (6 mm) y a la anchura del diente que aplica sobre el material (100mm). Al ser dos dientes los que ingresan:

$$\text{Área} = 0,6\text{cm} \times 10\text{cm} \times 2 = 12\text{cm}^2.$$

Siendo el área total a cortar la suma de las mismas, es decir 16.8cm^2 .

En la siguiente figura se muestra el área de corte (cizalla):

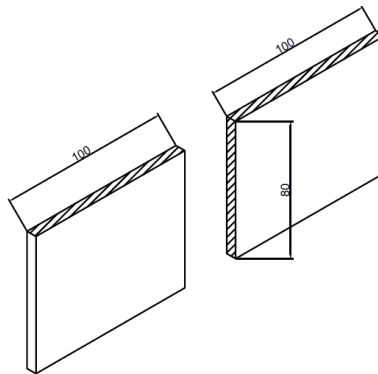


Figura 3.4: Representación del área de corte.

Una vez definida el área de corte, se va utilizar la resistencia del corte del material a triturar para poder determinar la fuerza necesaria de corte. El material utilizado es una aleación de acero al boro SAE 15B30 (0.35% de C, 1.4% de Mn y 0.003ppm de B). La resistencia del mismo es:

$$\sigma_{\text{chasis}} (\text{rotura}) = 7000\text{kg}/\text{cm}^2.$$

El valor anterior corresponde a la tensión de rotura del acero de alta resistencia de un chasis de un automóvil, pero la resistencia al corte no es la misma. Según la teoría de máxima tensión tangencial de Von Mises, para materiales dúctiles como lo es un acero (chasis de un automóvil en

este caso), la máxima tensión de corte es $0,6\sigma_R$. Entonces la máxima tensión de corte que resiste el material es:

$$\tau_R = 0,6 \times \sigma_R = 7000 \text{kg/cm}^2 \times 0,6 = 4200 \text{kg/cm}^2$$

Con estos valores, ya se está en condiciones de determinar la fuerza de corte F_c , la misma es de:

$$F_c = \sigma_s \times \text{Área} = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 16,8 \text{cm}^2 = 70560 \text{kg}$$

Para el par de torsión se usa la distancia del centro del rodillo hasta el centro del diente aproximadamente (la F_c está distribuida a lo largo del diente radialmente), siendo una distancia aproximada de 32 cm.

$$T = F_c \times d = 70560 \text{kg} \times 32 \text{cm} = 2.257.920 \text{kg.cm}$$

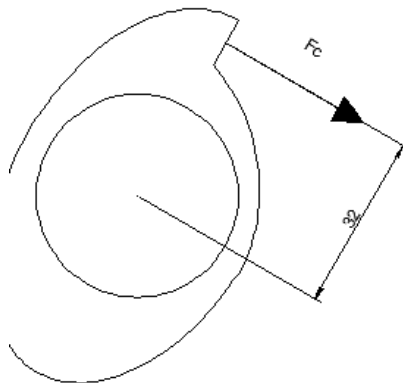


Figura 3.5: Vista de fuerza de corte que aplica el rodillo.

El valor obtenido anteriormente va a ser par de torsión que va a aplicar cada rodillo triturador y que el mismo va tener que resistir sin romperse.

3.2.2. Cálculo de carga sometida a flexión.

La fuerza de corte no solo genera un momento torsor, sino que también la misma trasladada hacia el eje central del rodillo, genera una fuerza que tiende a flexionar el rodillo (ver imagen 3.6).

La situación más desfavorable se va a presentar cuando 2 dientes estén actuando simultáneamente sobre un larguero de chasis de una camioneta, siendo aquellos dientes los que están ubicados en centro del eje, formando así, un momento flector máximo.

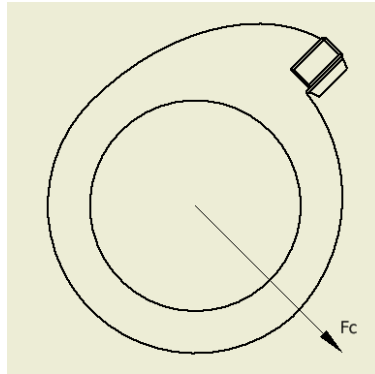


Figura 3.6: Efecto de la fuerza de corte sobre el rodillo, traslación de fuerza.

La fuerza de corte es la que aplica el rodillo sobre el material, pero como es sabido, la reacción del material va generar un momento torsor y otro flector en el eje (rodillo). Dicha reacción es igual a la fuerza de corte, pero en sentido contrario (en la figura no nos interesa el sentido de la fuerza, porque el efecto para el cálculo va a ser el mismo, sólo van a cambiar los signos).

Como la situación más desfavorable es cuando están trabajando los dientes ubicados en la mitad del rodillo, la fuerza de corte actúa como una flexión simple de una viga simplemente apoyada.

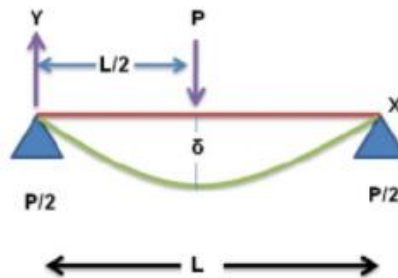


Figura 3.7: Situación más desfavorable, viga simplemente apoyada con fuerza de corte en los dientes centrales.

Donde la viga es el rodillo triturador con una longitud (L) de 250cm y la carga (P) es la fuerza de corte (F_c) trasladada al eje central del rodillo, cuyo valor ya conocido es de 70560 kg.

$$\text{El momento flector máximo será: } Mf = \frac{F \times L}{4} = \frac{70560 \text{ kg} \times 250 \text{ cm}}{4} = 4.410.000 \text{ kg. cm}$$

Con estos datos de momento flector y torsión, ya se está en condiciones de hacer cálculo de verificación a fatiga.

3.2.3. Verificación a Fatiga.

Cuando se dimensiona una estructura y las cargas que actúan sobre la misma son dinámicas, los cálculos son un tanto más complejos que los convencionales, ya que el material va a romperse

antes de llegar a su límite elástico debido a la variabilidad de dichas cargas, entonces se dice que el material falla por fatiga.

Lo primero que se va a tener en cuenta para el cálculo de fatiga es el material a utilizar, el mismo va a ser de: Acero SAE 4140 Templado y Revenido.

El acero SAE 4140 es una aleación de cromo (1%) y molibdeno (0,2%). Porcentaje de carbono: 0,4%. De catálogos se conoce lo siguiente:

$$\sigma_R = 9500 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Resistencia a rotura).}$$

$$\sigma_f = 6500 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Resistencia a fluencia).}$$

De la bibliografía consultada (Diseño de elementos de máquinas – Faires), se conoce la fórmula de fatiga para un estado de esfuerzos combinados, la misma es:

$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{Se}{Sn}\right)^2 + \left(\frac{Ses}{Sns}\right)^2$$

Donde:

- N: Coeficiente de seguridad.
- Sn: Resistencia a la fatiga en esfuerzos normales.
- Se: Esfuerzo equivalente normal.
- Sns: Resistencia a la fatiga en corte.
- Ses: Esfuerzo equivalente de corte.

Donde se tiene que determinar el valor de N, el mismo es un factor de seguridad y tiene que ser mayor a uno para que verifique la vida útil del material a diseñar sin romperse. Mientras más grande sea el valor de N, más seguridad o confianza se va a tener respecto a la durabilidad.

A continuación, se van a realizar los cálculos necesarios para poder determinar el valor del coeficiente de seguridad (N). Viendo los incisos precedentes se sabe que los esfuerzos normales son debidos a la flexión y los esfuerzos de corte debido a la torsión, entonces:

- Para flexión:

Del inciso 3.2.2 se vio que los rodillos estaban sometidos a flexión, entonces se va empezar primero con determinar la resistencia a fatiga para esfuerzos normales (Sn), teniendo:

$$S'n = 0,5 \times \sigma_{rotura} = 0,5 \times 9500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 4750 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

S'ñ es llamado límite de fatiga (ver Faires – capítulo 4), el mismo es un valor representativo al esfuerzo máximo que puede ser repetido e invertido un numero indefinidos de veces sobre una probeta normalizada. Para las resistencias de las piezas reales se utiliza el término de la resistencia a la fatiga (Sn) y el mismo se define como:

$$S_n = k_1 \times k_2 \times k_3 \times S' n$$

$k_1 = 0,4$ (libro Faires, figura AF5), $k_2 = 0,85$ (se toma si el $\varnothing > 1/2in$), $k_3 = 1$ (porque es flexión). En la siguiente Imagen se muestra la figura AF5 de donde se extrajo k_1 .

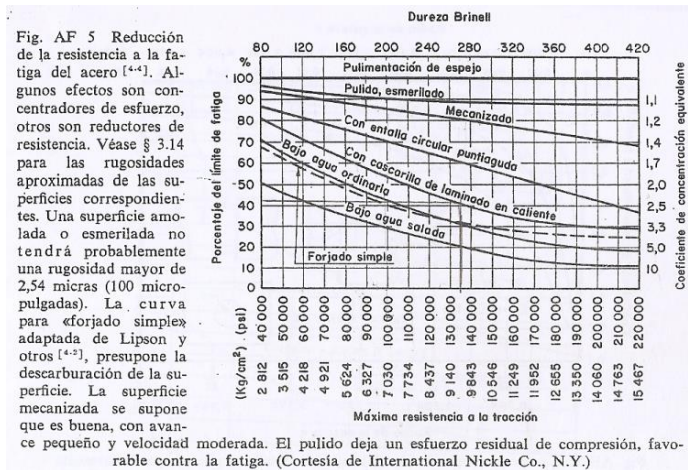


Figura 3.8: Fig. AF5, se entra con Su del material y se intersepta con superficie laminada.

Teniendo ya los datos se procede con determinar la resistencia a la fatiga (Sn).

$$S_n = 0,4 \times 0,85 \times 4750 \frac{kg}{cm^2} = 1615 \frac{kg}{cm^2}$$

La fórmula para el esfuerzo equivalente normal (Se) es:

$$S_e = \frac{S_n}{S_y} \times S_m + k_f \times S_a$$

Donde:

- Sn: Resistencia a la fatiga (ya conocido).
- Sy: Resistencia a fluencia del material (σ_f , también conocido).
- Sm: Esfuerzo de flexión medio.
- Sa: Esfuerzo de flexión alterno.
- kf: Coeficiente de reducción de la resistencia a la fatiga (por concentrador de esfuerzos).

Al ser una viga giratoria, el esfuerzo va a ir desde un máximo hasta cero, es decir, que cuando no este cortando material el esfuerzo va a ser cero y el mismo no va cambiar de signo porque el rodillo solo corta material en un sentido de giro, en el otro solamente gira libremente.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Entonces se va comportar como una flexión repetida, sin invertir de signo (acordarse de que se desprecian el peso del material a triturar y el peso propio del rodillo). En la siguiente figura se muestra cómo se comporta la flexión en el tiempo:

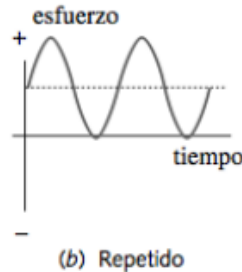


Figura 3.9: Esfuerzo repetido en el tiempo.

Como se puede ver en la imagen, la fuerza alterna es igual a la fuerza media, entonces:

$$F_a = F_m = \frac{F_{max} - F_{min}}{2} = \frac{F_{max}}{2}$$

Aplicando el mismo razonamiento para el caso a trabajar con flexión, recordando la ley de Navier para flexión, quedaría:

$$M_{fa} = M_{fm} = \frac{M_{fmax} - M_{fmin}}{2} = \frac{M_{fmax}}{2}$$

$$S (\text{esfuerzo}) = \frac{M_f}{w}$$

Siendo w el módulo resistente para una sección circular hueca:

$$w = \frac{\pi \times (D_{mayor}^4 - D_{menor}^4)}{32 \times D_{mayor}} = \frac{\pi \times (40^4 - 20^4)}{32 \times 40} = 5890.5 \text{cm}^3$$

Quedando así (ver flexión del inciso 3.2.2):

$$S_m = S_a = \frac{M_f}{2 \times w} = \frac{4.410.000 \text{kg} \cdot \text{cm}}{2 \times 5890.5 \text{cm}^3} = 374 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para el coeficiente de reducción de la resistencia a la fatiga (k_f), del libro mencionado de Faïres (capítulo 4), se obtienen las siguientes ecuaciones:

$K_f = 1 + q \cdot (K_t - 1)$; Donde $q = 1$, se toma $q = 1$ por el tipo de tratamiento que tiene el material, que es templado y revenido en este caso (ver página 147 de Faïres). Quedando así:

$K_f = K_t = 2$ (se consideró este valor porque es tenido en cuenta como un concentrador de esfuerzo severo).

Ya conociendo todos los datos necesarios, se puede proceder con el cálculo del esfuerzo normal equivalente, siendo el mismo:

$$S_e = \frac{S_n}{S_y} \times S_m + k_f \times S_a = \frac{1615}{6500} \times 374 + 2 \times 374 = 841 \frac{kg}{cm^2}$$

- Para Torsión:

Para torsión se usan como es sabido, las teorías de esfuerzos tangenciales, es decir, que las resistencias no van a ser iguales que para los esfuerzos normales.

De los criterios de rotura para tensiones tangenciales, según von mises para un acero dúctil la resistencia a corte del mismo es un 60% de su resistencia a tracción. Entonces en el corte, tanto la resistencia a la fatiga como la resistencia a fluencia tenemos:

$$S_{ns} = 0,6 \times S_n = 0,6 \times 1615 \frac{kg}{cm^2} = 969 \frac{kg}{cm^2}$$

$$S_{ys} = 0,6 \times s_y = 0,6 \times 6500 \frac{kg}{cm^2} = 3900 \frac{kg}{cm^2}$$

Y la fórmula para el esfuerzo equivalente a corte (S_{es}), es análoga a la de esfuerzo equivalente normal, siendo:

$$S_{es} = \frac{S_{ns}}{S_{ys}} \times S_{ms} + k_{fs} \times S_{as}$$

La viga (rodillo triturador) no es solo giratoria, sino que también invierte su sentido de giro para evitar posibles atascamientos, pero, la fuerza de corte siempre va ser aplicada cuando gira en un solo sentido que es en el que actúan los filos de los dientes, es decir, la fuerza de torsión va a variar desde cero hasta un máximo. Situación análoga a la vista en la flexión, entonces para el torque:

$$T_a = T_m = \frac{T_{max} - T_{min}}{2} = \frac{T_{max}}{2}$$

$$S_s \text{ (esfuerzo corte)} = \frac{T}{w_0}$$

Siendo w_0 el modulo resistente polar para una sección circular:

$$w_0 = \frac{\pi \times (D_{mayor}^4 - D_{menor}^4)}{16 \times D_{mayor}} = \frac{\pi \times (40^4 - 20^4)}{16 \times 40} = 11781 cm^3$$

Quedando (ver torsión del inciso 3.2.1):

$$S_{ms} = S_{as} = \frac{T}{2 \times w_0} = \frac{2.257.920 kg.cm}{11.781 cm^3} = 192 \frac{kg}{cm^2}$$

$K_{fs} = 2,5$ (se elige este valor supuesto porque el concentrador de esfuerzo para un cambio de sección es mayor cuando la sección esta solicitada a torsión que a flexión).

$$S_{es} = \frac{S_{ns}}{S_{ys}} \times S_{ms} + k_{fs} \times S_{as} = \frac{969}{3900} \times 192 + 2,5 \times 192 = 528 \frac{kg}{cm^2}$$

- Verificación del esfuerzo combinado:

Ya obtenidos los esfuerzos equivalentes y las resistencias a la fatiga, finalmente se procede con comprobar el ejercicio de verificación de resistencia determinando el valor de N.

$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{S_e}{S_n}\right)^2 + \left(\frac{S_{es}}{S_{ns}}\right)^2$$

$$\frac{1}{N^2} = \left(\frac{841}{1615}\right)^2 + \left(\frac{528}{969}\right)^2$$

$$\frac{1}{N^2} = 0,568$$

$$N = \sqrt{\frac{1}{0,568}} = 1,33$$

El valor de N es mayor a la unidad, esto quiere decir que hay un coeficiente de seguridad positivo. Por lo tanto, se podría decir que los rodillos verifican a fatiga y los mismos no se van a romper. Si bien el coeficiente de seguridad se acerca bastante a la unidad, se deja este valor ya que en el cálculo se utilizaron concentraciones de esfuerzos máximos, incluyendo situaciones más desfavorables.

3.3. Potencia consumida por el par.

En este inciso interesa conocer la potencia que utilizan los rodillos al trabajar, ya que la misma viene a través de un mecanismo de transmisión desde una fuente de potencia. Para su cálculo se utiliza el momento torsor y la velocidad angular (rpm) que utilizan los rodillos.

Al tener en cuenta que son 2 Rodillos, la potencia requerida a transmitir por el motor va a ser el doble que la que se determina a continuación:

$$T = 2257920 \text{ kg.cm} = 22579 \text{ kg.m}$$

$$\text{Frecuencia de giro} = 10 \text{ rpm}$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El valor del torque es el necesario para romper el material (ver inciso 3.2.1) y la frecuencia de giro (velocidad angular) fue supuesta por criterio de diseño. La misma es:

$$Potencia (HP) = \frac{T(kg.m) \times rpm}{716} = \frac{22579 \times 10}{716}$$

$$Potencia = 315 HP$$

La potencia vista es la necesaria por cada rodillo triturador, el motor debe tener la capacidad de transmitir potencia a la totalidad del sistema, es decir a los 2 rodillos trituradores. Entonces la potencia total es:

$$Potencia total = 2 \times Pot$$

$$Potencia Total = 630 HP$$

El motor elegido es un motor industrial diesel marca Scania modelo DC16 077A, con una potencia de 650HP (CV) con una velocidad de máxima entrega a 2100rpm.



Figura 3.10: Motor industrial Scania.

3.4. Cálculo de los otros componentes que van con los rodillos trituradores.

En este inciso se van hacer estudios necesarios sobre los componentes del conjunto que se ubica en la zona donde están situados los rodillos trituradores. Los mismos son:

- Rodamientos.
- Acople de rodillos.
- Tornillos que fijan la tapa en la punta de eje.
- Punta de diente de los rodillos trituradores.
- Perno antigiro del motor hidráulico.

3.4.1. Verificación de los rodamientos.

El extremo del rodillo triturador que no está acoplado al sistema de transmisión se encuentra apoyado sobre la estructura. Para este extremo, al ser giratorio el rodillo, se utilizan rodamientos como apoyos intermediarios entre la estructura y el extremo del rodillo.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

La punta de eje que apoya al rodamiento tiene un cambio de sección de 400mm (40cm) de diámetro a 200mm (20cm), en el cálculo del rodillo no se tuvo en cuenta esto porque esta sección no está bajo ningún esfuerzo de torsión. Sólo a esfuerzo de flexión, pero como está prácticamente sobre el apoyo, por más que tenga un concentrador de esfuerzo el momento flector es muy bajo comparado con las secciones más solicitadas.

Para la elección del rodamiento se ha elegido el más conveniente para las condiciones de trabajo en el que está sometido. Se ha optado por elegir un rodamiento de rodillos a rótula porque resisten a grandes cargas radiales y axiales a un índice de revoluciones por minuto bajo, tal como son las exigencias que demandan los rodillos. Además, que resisten desalineaciones del rodillo.

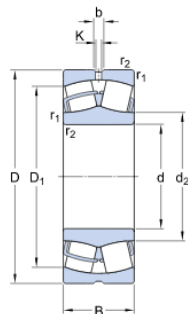


Figura 3.11: Rodamiento de rodillos a rótula.

Utilizando el catálogo de rodamientos de SKF se ha elegido un rodamiento conveniente que luego se ha de comprobar si su capacidad es adecuada para las cargas en el cuál va a estar sometido.

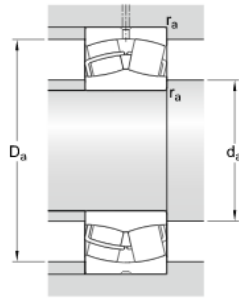
El rodamiento elegido es un SKF 23240 cc/w33

Dimensiones:



d	200	mm
D	360	mm
B	128	mm
d ₂	≈ 235	mm
D ₁	≈ 304	mm
b	16.7	mm
K	9	mm
r _{1,2}	min. 4	mm

Dimensiones de los resaltes:



d_a	min.	217	mm
D_a	max.	343	mm
r_a	max.	3	mm

Capacidades de los rodamientos:

Del catálogo de SKF se tiene como datos:

- Capacidad de carga dinámica = 1947 KN = 198673 kgf.
- Capacidad de carga estática = 2700 KN = 275510 kgf.

Fórmulas para la verificación del rodamiento:

Para que el rodamiento verifique, se utilizan unas fórmulas de carga dinámica y estática equivalentes que están explicadas en el catálogo de SKF y luego, las mismas tienen que ser menores a las capacidades de carga nombradas en las viñetas anteriores.

Las ecuaciones son:

- Carga dinámica equivalente:

$$P = Fr + y_1.Fa \quad (\text{cuando } Fa/Fr \leq e).$$

$$P = 0,67.Fr + y_2.Fa \quad (\text{cuando } Fa/Fr > e).$$

(P = carga dinámica equivalente, Fr = carga radial real, Fa = carga axial real, Y_1 e Y_2 = factores de carga axial para los rodamientos, e = factor de cálculo).

Los valores de e , Y_1 e Y_2 se pueden encontrar en las tablas de productos para cada rodamiento.

- Carga estática equivalente:

$$P_0 = Fr + y_0.Fa$$

(P_0 = carga estática equivalente, y_0 = factor de carga axial).

El valor de carga axial se puede encontrar de la misma manera que los nombrados en el ítem anterior.

- Capacidad de carga estática requerida:

Para la carga estática no basta con saber la carga equivalente, sino que hace falta agregarle un factor de seguridad estático (s_0) que también viene de dato en el catálogo de SKF, quedando la ecuación.

$$C_0 = P_0.S_0 \quad (C_0 = \text{capacidad de carga estática requerida}).$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Ahora que ya se conocen las ecuaciones se va a pasar a determinar la carga radial y axial real correspondiente.

Carga radial real:

Esta carga viene dada por la acción de las cargas en el punto de apoyo.

Las cargas van a ser 3: peso propio del rodillo, peso del material a triturar y la acción de la fuerza de corte cuando se traslada sobre el rodillo.

La fuerza de corte se va considerar que tiene la misma dirección y sentido que las dos cargas mencionadas anteriormente, (se considera, así como situación más desfavorable para el rodamiento).

1. Para el peso del rodillo se va a suponer como si fuere un cilindro macizo de 60 cm de diámetro (situación sobredimensionada de la verídica).

Para esa situación, de tablas se conoce el dato de; “peso aprox = 576 kg/m”.

$$\text{Peso del rodillo} = 576 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 2,5\text{m} = 1440\text{kg}$$

Pero al estar simplemente apoyado, el rodamiento solo va a resistir la mitad del peso, entonces:

$$\text{Fuerza radial 1 debido al peso del rodillo} = \frac{1440\text{kg}}{2} = 720\text{kg}$$

2. Ahora como situación más desfavorable vamos a suponer que un rodillo soporta la el 60% de la materia prima, entonces, de la misma manera que hemos mencionado en el paso anterior, la mitad de ese 60% de la materia prima tendría que estar soportada por el rodamiento, pero en este caso se va hacer de cuenta que el rodamiento soporte el 60% como sobredimensionamiento de seguridad. Quedando:

$$60\% \text{ del peso de la materia prima} = 900\text{kg}.$$

3. La carga generada por la fuerza de corte sobre el rodamiento, va a ser igual F_c . No se divide a la mitad porque se va considerar la situación más desfavorable para el rodamiento. La misma es cuando estén trabajando los dientes más cercanos al punto de apoyo, y prácticamente el apoyo absorbe toda la carga generada por F_c .

$$F_c = 80640\text{kg}$$

$$\text{Carga radial total} = 80640 + 900 + 720 = 82260\text{kg}$$

Carga axial real:

Esta carga puede ser generada por posibles flexiones del eje, materia prima entre los dientes que tienda a traccionar el eje, desbalanceo, etc.

Como esta carga es muy difícil conocer un valor exacto, se va tomar como situación más desfavorable un 50% de la carga radial. Entonces:

$$\text{Carga axial} = 0,5 \times 82260\text{kg} = 41130\text{kg}$$

Verificación del rodamiento:

Para la verificación del mismo primeramente se fijará los coeficientes que están especificados en el catálogo de SKF para el rodamiento elegido. Los mismos son:

$$e = 0,35.$$

$$Y_1 = 1,9.$$

$$Y_2 = 2,9.$$

$$Y_0 = 1,8.$$

$$S_0 = 1,5.$$

- Carga Dinámica equivalente:

$$F_a/F_r = 41130/82260 = 0,7 > e.$$

$$P = 0,67 \times F_r + Y_2 \times F_a$$

$$P = 0,67 \times 82260 + 2,9 \times 41130 = 174391 \text{ kg}$$

$$174391 \text{ kg} < 198673 \text{ kg}$$

VERIFICA

- Capacidad de carga estática:

$$P_0 = F_r + Y_0 \times F_a$$

$$P_0 = 82260 + 1,8 \times 41130 = 156294 \text{ kg}$$

$$C_0 = S_0 \times P_0 = 1,5 \times 156294 = 234441 \text{ kg}$$

$$234441 \text{ kg} < 275510\text{kg}$$

VERIFICA

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

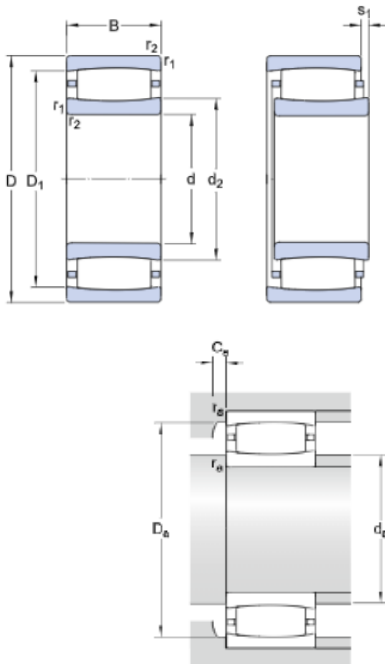
Para el extremo que va acoplado al motor de transmisión, también va llevar rodamientos para evitar que toda la carga de los rodillos sea soportada por el eje de acople que tenga dicho motor. Entonces se eligió un rodamiento de rodillos toroidales cuyo código es C 3064 M.

Los rodamientos de rodillos toroidales CARB tienen una hilera de rodillos largos, ligeramente abombados y simétricos, y perfiles de los caminos de rodadura toroidales. Los mismos suelen utilizarse para reemplazar el rodamiento de rodillos a rótula del lado libre en una disposición de rodamientos del lado fijo/libre.



Figura 3.12: Rodamiento de rodillos toroidales.

Dimensiones (C 3064 M):



d	320 mm	Diámetro del agujero
D	480 mm	Diámetro exterior
B	121 mm	Ancho
d2	≈375 mm	Diámetro del resalte del aro interior
D1	≈441 mm	Diámetro del resalte/rebaje del aro exterior

DIMENSIONES DE LOS RESALTES

da	min.335 mm	Diámetro del resalte del eje
da	max.398 mm	Diámetro del resalte del eje
Da	min.426 mm	Diámetro del resalte del soporte
Da	max.465 mm	Diámetro del resalte del soporte
Ca	min.1.8 mm	Resalte del soporte y el espacio axial en la cara lateral más grande/a ambos lados del aro exterior

Los cálculos de cargas en estos rodamientos son más sencillos, ya que solo resisten cargas radiales. La capacidad de cargas de estos rodamientos es:

Capacidad de carga dinámica (C) = 2280 kN = 232415 kgf.

Capacidad de carga estática (C₀) = 4000 kN = 407747 kgf.

La carga dinámica y estática sobre este rodamiento se reduce simplemente a la fuerza radial en la que está sometido. Como se pudo ver más arriba, la carga radial sobre cada rodamiento es de 82260 kgf muy por debajo de la capacidad de carga estática y dinámica, entonces se puede decir que verifican el cálculo.

3.4.2. Acople

El rodillo triturador contiene en el otro extremo una ranura interior en forma de envolvente (parecida a un engranaje), la misma está hecha para que acople con el sistema de transmisión de potencia y movimiento. El acople es sin deslizamiento mientras esté trabajando.

En las siguientes figuras se pueden apreciar los ejes ranurados y los dientes de acople del sistema de transmisión:

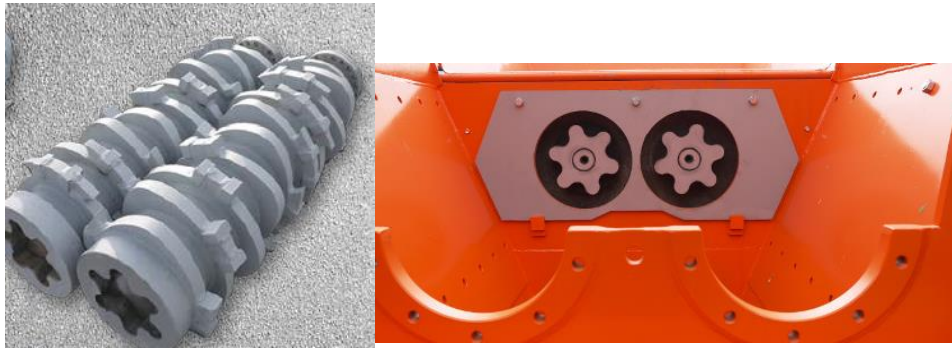


Figura 3.13: Ranura de los rodillos y estrella de acople.

Como dato se tiene el par de torsión máximo que trabajan los rodillos (ver inciso 3.2.1), con ello se pasará al diseño y verificación de los ejes ranurados.

$$T = 2.257.920 \text{ kg.cm}$$

Del libro diseño de elementos de máquinas de Faires (pág. 374 y 375), se obtiene la fórmula de la resistencia a la torsión de las ranuras del rodillo:

$$T = \frac{Sys \times \pi \times Dr^3}{16}$$

Sys = Resistencia a fluencia en esfuerzo cortante (con su coeficiente de seguridad).

Dr = diámetro de raíz (diámetro de la circunferencia menor del ranurado).

Primeramente, se procederá con la determinación del Sys para el eje (rodillo):

$$Sys = \frac{0,6 \times Sy}{N}$$

Sy (resistencia a fluencia en tracción, ver inciso 3.2.3) = 6500 kg/cm²

N (factor de seguridad) = 2

$$S_{ys} = \frac{0,6 \times 6500}{2} = 1950 \text{ kg/cm}^2$$

De aquí se va utilizar la primera ecuación para determinar un diámetro de raíz mínimo del eje ranurado para acople. Despejando el diámetro raíz y resolviendo se obtiene:

$$Dr = \sqrt[3]{\frac{T \times 16}{S_{ys} \times \pi}} = \sqrt[3]{\frac{2257920 \times 16}{1950 \times \pi}} = 18 \text{ cm}$$

Una vez obtenido un diámetro de raíz que satisfaga las condiciones de resistencia, se va a proceder con un trabajo de diseño y verificar que cumpla las condiciones de resistencia. Se va a suponer:

Ng (núm. de dientes) = 6

L (longitud de contacto, axial al rodillo) = 15 cm

Con estos datos supuestos, se puede utilizar una relación (Faires pág. 375) que nos permita conocer el diámetro Primitivo (D).

$$L = \frac{Dr^3}{D^2}; D = \sqrt{\frac{Dr^3}{L}} = \sqrt{\frac{19^3}{15}} \cong 19.7 \text{ cm}$$

Se sabe de los cálculos precedentes que el material va resistir la torsión, solo resta verificar que no ocurra aplastamiento de los dientes (libro Elementos de Maquinas, Dobrovolski, pág. 193). Se debe determinar:

$$\sigma_{aplas} = \frac{T}{L \times rm \times Ng \times S} \leq \sigma_{adm.aplas}$$

Aparecen nuevos valores que son:

- σ_{aplast} = Esfuerzo de aplastamiento.
- rm (radio medio) = D/2
- S (superficie útil teorica del diente en 1cm de longitud).

$$S = 0,8 \times \frac{D}{Ng}$$

- $\sigma_{adm.aplas}$ (esfuerzo de aplastamiento admisible) = 1200 kg/cm² (Dato obtenido del libro mencionado recientemente).

$$rm = \frac{19.7 \text{ cm}}{2} = 9.85 \text{ cm}$$

$$S = 0,8 \times \frac{19,7}{6} = 2,63 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{aplas} = \frac{2257920 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{15 \text{ cm} \times 9,85 \text{ cm} \times 6 \times 2,85 \text{ cm}^2} \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{aplas} = 894 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

VERIFICA

3.4.3. Tornillos.

Los extremos de cada rodillo (parte que no está acoplada al sistema de transmisión), calzan sobre los rodamientos y los mismos sobre la estructura de la máquina.

Dichos extremos con su rodamiento contienen a su vez, una tapa atornillada a la estructura de la máquina. La misma tiene la función de evitar posibles desplazamientos axiales de la punta del rodillo con su respectivo rodamiento y además protege la zona del rodamiento contra la entrada de impurezas.

Se va a proceder con la elección de los tornillos en tamaño y cantidad (suposición de diseño), realizando posteriormente su respectivo cálculo de verificación.

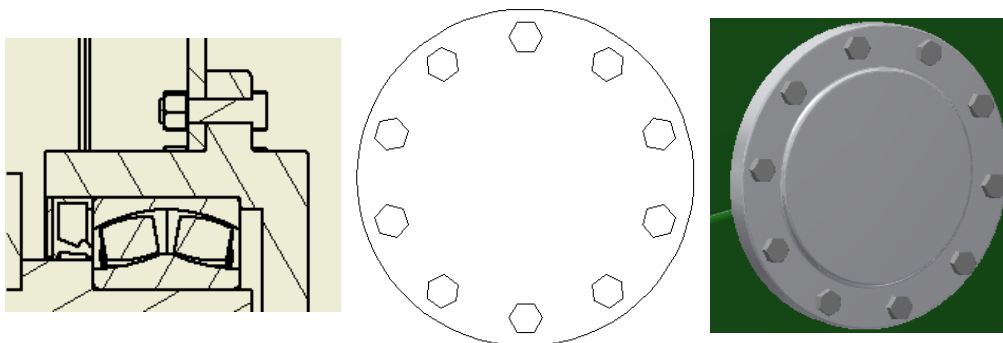


Figura 3.14: Corte de la unión de estructura con junta, vista frontal tapa de acero con tornillos y vista 3D.

Materiales de las juntas:

- Tapa: Acero SAE 1010, L = 4cm, E = 2100000kg/cm²
- Estructura: Acero alta resistencia MLC 420, L = 1,6cm, E = 2100000kg/cm²

Fuerza externa (Fe), puede provenir por posible desalineación del rodillo (el rodillo se dobla debido a la gran resistencia a romperse que tiene el material a triturar), pudiendo tener una carga variable de 0 a 3000kg (fuerza máxima estimada).

Se van a elegir a criterio 10 tornillos de M20 x 2.5, cuyo diámetro exterior es de 20mm (2cm).

Entonces Fe Max (por tornillo) = Fe/10 = 300kg

Tracción inicial desconocida

Cuando se ajusta un tornillo, el mismo sufre una fuerza de tracción llamada tracción inicial, la misma suele muchas veces ser desconocida, cuando esto pasa se conoce una fórmula de la fuerza exterior máxima según la resistencia del material y su área de esfuerzo, la misma se encuentra en el ya mencionado libro de Faires (página 205) y es:

$$Fe = \frac{Sy}{15,24} \times As^{3/2}$$

Sy = Esfuerzo de fluencia del material.

As = Área de esfuerzo del bulón.

Como se supuso el diámetro del bulón, el área de esfuerzo puede encontrarse en tablas o pueden calcularse. La misma se calcula usando como diámetro, la media entre el diámetro medio y el diámetro menor del filete de un tornillo como se muestra en la siguiente figura:

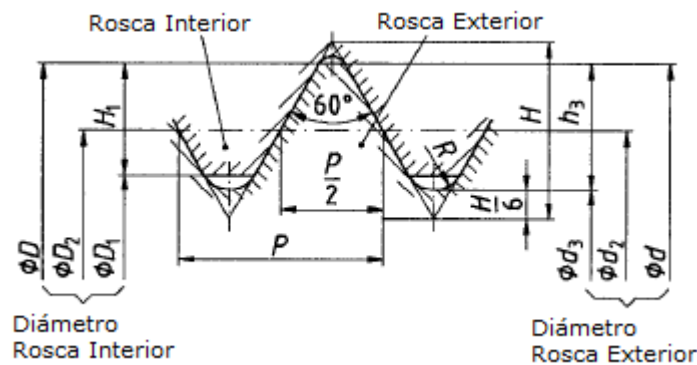


Figura 3.15: Representación de rosca de un tornillo.

Entonces el área de esfuerzo para un tornillo es: $As = \frac{\pi \times \left(\frac{d_3 + d_2}{2}\right)^2}{4}$

Como el valor del área de esfuerzo se puede encontrar de tablas no es necesario calcular la misma utilizando la formula. El área de esfuerzo para un tornillo M20 x 2.5, es: $As = 2.45 \text{ cm}^2$.

De la ecuación de resistencia ya mencionada se puede obtener una fluencia limite, así se puede elegir una clase adecuada para los bulones.

$$Sy = \frac{Fe \times 15,24}{As^{3/2}} = \frac{300 \times 15,24}{2.45^{3/2}} = 1192 \text{ kg/cm}^2$$

Se eligen bulones de clase 4.6 con una resistencia a fluencia $Sy = 2080 \text{ kg/cm}^2$.

Si bien el bulón es resistente, se le van hacer cálculos de verificación a fatiga ya que la fuerza exterior puede ser variable.

Verificación a Fatiga.

Para la determinar si los tornillos verifican a fatiga, primeramente, se van a tener en cuenta una serie de factores a determinar:

- Kb (rigidez del tornillo)

La rigidez es una medida cualitativa a las deformaciones elásticas (ley de Hooke) y la fórmula de rigidez elástica que se conoce de la siguiente manera:

$$Kb = \frac{A_b \times E_b}{L}$$

A_b = Área del tornillo (área de sección transversal, no de esfuerzo)

E_b = Módulo de elasticidad (Depende del material).

L = Longitud del tornillo dentro de las juntas (elementos de unión).

$$A_b = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times (2cm)^2}{4} = 3.14cm^2; \quad L = 5.6cm; \quad E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$$

$$Kb = \frac{3.14 \times 2100000}{5.6} = 1177500 \text{ kg/cm}$$

- Kc = Rigidez total de las juntas

Las piezas a unir, comúnmente denominadas juntas, pueden ser del mismo material o no. Las mismas se suman como rigideces de muelles en serie, es decir la inversa de la constante es la suma de las inversas, como se muestra la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{Kc} = \frac{1}{Ke} + \frac{1}{Kt}$$

Dónde: Kt (rigidez de la tapa de acero)

$$Kt = \frac{A_e \times E}{L}$$

$L = 4cm$.

A_e = área equivalente, el concepto del mismo proviene de que la deformación de la junta es menor en cualquier parte de su área a que en las proximidades donde aprieta la cabeza del tornillo (ver Faires página 217), la ecuación es:

$$A_e = \frac{\pi \times De^2}{4} - \frac{\pi \times D^2}{4}$$

De = diámetro equivalente, que se define de la siguiente manera:

$$De = A + \frac{h}{2}$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

h: agarre del tornillo = 5.6cm.

A = diámetro de la cabeza del tornillo (Tabla AT14, pág. 756. Faires)

TABLA AT 14 ROSCAS DE TORNILLO					UNIFICADA Y AMERICANA. BASTA Y FINA					
TAMAÑO	DIÁMETRO MAYOR BÁSICO		BASTA (UNC)			FINA (UNF) Y 12 UN				
	pulg	cm	Hilos/ Pulgada	Diámetro menor rosca exterior		Hilos/ Pulgada	Diámetro menor rosca exterior		Área de esfuerzo A_s	ANCHURA A ENTRE CARAS, REGULAR, EN BRUTO (Selección de ASA B 18.2-1952)
				pulg	cm		pulg	cm		
0	0,0600	0,1524								
1	0,0730	0,1854								
2	0,0860	0,2184	64	0,0538	0,1366					
3	0,0990	0,2514	56	0,0641	0,1628					
4	0,1120	0,2845	48	0,0734	0,1864					
5	0,1250	0,3175	40	0,0813	0,2065					
6	0,1380	0,3505	40	0,0943	0,2395					
8	0,1640	0,4166	32	0,0997	0,2532					
10	0,1900	0,4826	24	0,1257	0,3192					
12	0,2160	0,5486	24	0,1389	0,3527					
1/4	0,2500	0,6350	20	0,1649	0,4188					
3/8	0,3125	0,7938	18	0,1887	0,4792					
1/2	0,3750	0,9525	16	0,2443	0,6204					
5/8	0,4375	1,1113	14	0,2983	0,7576					
3/4	0,5000	1,2700	13	0,3499	0,8886					
7/8	0,5625	1,4288	12	0,4056	1,0302					
1	0,6250	1,5875	11	0,4603	1,1691					
1 1/8	0,7500	1,9050	10	0,5135	1,3042					
1 1/4	0,8750	2,2225	9	0,6273	1,5933					
1 1/2	1,0000	2,5400	8	0,7387	1,8762					
1 3/8	1,1250	2,8575	7	0,8466	2,1503					
1 1/2	1,2500	3,1750	7	0,9497	2,4121					
1 5/8	1,3750	3,4925	6	1,0747	2,7297					
1 3/4	1,5000	3,8100	6	1,1705	2,9732					
1 7/8	1,6250	4,1275	5	1,2955	3,2909					
2	1,7500	4,4450	5	1,5046	3,8216					
2 1/8	2,0000	5,0800	4 1/2	1,7274	4,3877					
2 1/4	2,2500	5,7150	4 1/2	1,9774	5,0227					
2 3/8	2,5000	6,3500	4	2,1933	5,5703					
2 1/2	2,7500	6,9850	4	2,4433	6,2053					
3	3,0000	7,6200	4	2,6933	6,8403					
3 1/8	3,2500	8,2550	4	2,9433	7,4753					
3 1/4	3,5000	8,8900	4	3,1933	8,1103					
3 3/8	3,7500	9,5250	4	3,4433	8,7453					
4	4,0000	10,1600	4	3,6933	9,3803					

Figura 3.16: Tabla AT14

De la tabla, vemos que para un bulón de tamaño 20 (3/4"), corresponde un diámetro de la cabeza de tornillo A = 2.84cm. Entonces el diámetro y el área equivalente son:

$$De = 2.84 + \frac{5,6}{2} = 5.64cm$$

$$Ae = \frac{\pi \times 5.61^2}{4} - \frac{\pi \times 2^2}{4} = 23.7cm^2$$

Y la rigidez:

$$Kt = \frac{23.7 \times 2100000}{4} = 12.442.500 \text{ kg/cm}$$

Ke (rigidez de la estructura)

La estructura se sabe que va ser de acero y la longitud (L) de 1,6cm, entonces:

$$Ke = \frac{Ae \times E}{L}$$

$$K_e = \frac{23.7 \times 2100000}{1.6} = 31106250 \text{ kg/cm}$$

Ahora si estamos en condiciones de calcular la rigidez total de las juntas:

$$\frac{1}{K_c} = \frac{1}{12442500} + \frac{1}{31106250} = 1,125 \times 10^{-7}$$

$$K_c = 8.887.500 \text{ kg/cm}^2$$

- Fuerza inicial (Fi):

La fuerza inicial de apriete del tornillo debe ser tenida en cuenta para la verificación a la fatiga, cuando la misma es desconocida se puede estimar con bastante seguridad con la siguiente fórmula propuesta en el libro de Faïres:

$$F_i = Q \times F_e \times \left(\frac{K_c}{K_b + K_c} \right)$$

Q (factor que incrementa Fi) = 1,5 (se tomó este valor, Q varía entre 1,2 y 2; Faïres pág. 214).

$$F_i = 1,5 \times 300 \times \left(\frac{8887500}{1177500 + 8887500} \right) = 397 \text{ kg}$$

- Cálculo de la variación de la fuerza a causa de la Fe (ΔFb):

Cuando a la junta se le aplica la carga externa (Fe), a la fuerza interna sobre el tornillo se le adiciona una fuerza llamada ΔFb, del libro de Faïres la misma puede describirse como:

$$\Delta F_b = F_e \times \left(\frac{K_b}{K_b + K_c} \right) = 300 \times \left(\frac{1177500}{8887500 + 1177500} \right) = 35 \text{ kg}$$

- Verificación a Fatiga

Todos los datos determinados anteriormente fueron necesarios como datos para poder determinar la verificación de la fatiga.

De forma análoga que la vista a principios de este capítulo, en la verificación a la fatiga para las uniones con tornillos también se deben determinar una fuerza media y otra alterna, las mismas se encuentran desarrolladas en el libro de Faïres (ver página 216) y se determinan de la siguiente manera:

$$F_m = F_i + \frac{\Delta F_b}{2} = 397 \text{ kg} + \frac{35}{2} = 414.5 \text{ kg}$$

$$Fa = \frac{\Delta Fb}{2} = \frac{35}{2} = 17.5kg$$

Para determinar los esfuerzos de tracción en el tornillo se utiliza el área de esfuerzo:

$$Sm = \frac{Fm}{As} = \frac{414.5}{2.45} = 169 kg/cm^2$$

$$Sa = \frac{Fa}{As} = \frac{17.5}{2.45} = 7.14 kg/cm^2$$

El bulón como se ha mencionado anteriormente es clase 4.6. ($S_u = 4079 kg/cm^2$; $S_y = 2080 kg/cm^2$). Entonces para los coeficientes de resistencia a la fatiga:

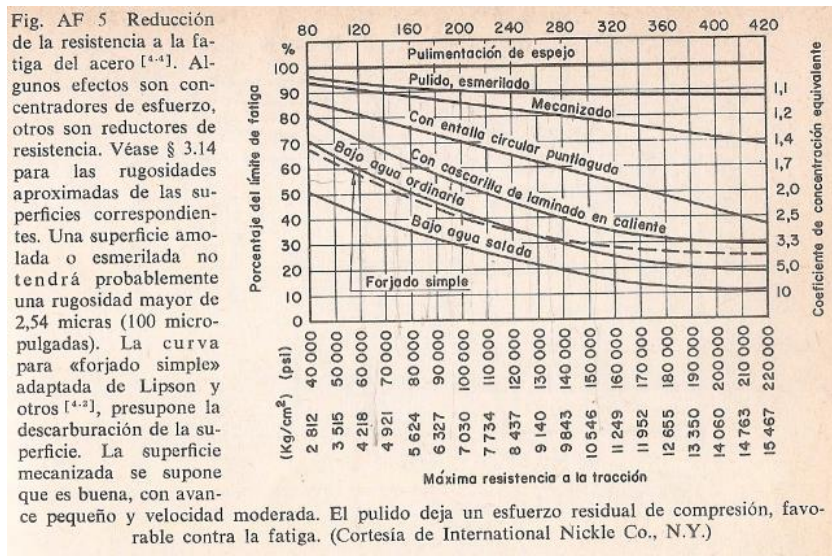


Imagen 3.17: Figura AF5

$$S'n = 0,5 \times Su = 0,5 \times 4079 = 2039 kg/cm^2$$

$$Sn = S'n \times k1 \times k2 \times k3$$

$k1 = 0,6$ (Figura AF5)

$k2 = 0,85$ (se toma 0,85 cuando el diámetro es mayor o igual a media pulgada).

$k3 = 0,8$ (cuando es a tracción se toma igual a 0,8)

$$Sn = 2039 \times 0,6 \times 0,85 \times 0,8 = 979 kg/cm^2$$

Finalmente, la fórmula para determinar el coeficiente de seguridad en la verificación de fatiga es:

$$\frac{1}{N} = \frac{Sm}{Sy} + Kf \times \frac{Sa}{Sn}$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Donde para el valor K_f ya viene tabulado y se escoge de la tabla AT 12 (libro Faires):

TABLA AT 12 VALORES DE K_f PARA ROSCAS DE TORNILLO ^[4,7]				
Para tracción o flexión. Sin K_t .				
CLASE DE ROSCA	RECOCIDA		ENDURECIDA	
	Laminada	Tallada	Laminada	Tallada
Sellers, Americana Nacional, cuadrada	2,2	2,8	3,0	3,8
Whitworth (Raíces redondeadas)	1,4	1,8	2,6	3,3
Dardeclet	1,8	2,3	2,6	3,3

Figura 3.18: tabla AT12, se elige rosca americana laminada.

$K_f = 2,2$. Quedando así:

$$\frac{1}{N} = \frac{169}{2080} + 2,2 \times \frac{7}{979} = 0.097$$

$$N = \frac{1}{0,097} = 10$$

Verifica

Con este coeficiente de seguridad de 10 nos dice que está sobredimensionado. Para hacer más eficiente esto, se puede disminuir el tamaño del bulón o bien, disminuir la cantidad de los mismos. En esta ocasión se desconocen con exactitud las fuerzas a la que están sometidos, entonces siempre es bueno que estén preferentemente un poco sobredimensionados dependiendo del riesgo que conlleve una posible falla de los bulones.

3.4.4. Punta de diente rodillos trituradores

En el inciso 3.2 se vio que los dientes para la trituración de chatarra contienen unas placas soldadas. Las mismas son las encargadas de llevar la acción de corte y están para entregar mayor robustez y efecto de cizalla sobre el material a triturar.

Las placas son del mismo material que los ejes y dientes de trituración, el tamaño de la mismas ya unidas al diente son de 100mm de ancho por 90mm de alto y espesor 50mm. Cuando dichas placas se gasten por el uso, se pueden ir rellenando con electrodos Conarcrom 600.

En este inciso se van a realizar cálculos de verificación de resistencia de las placas cuando estas traten de cortar material.

Se va considerar que la placa va cortar un chasis de automóvil de 8 mm de espesor. Entonces el área a cizallar va ser el espesor del chasis por la altura de la placa, como se puede apreciar en la siguiente imagen

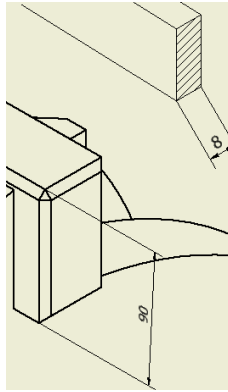


Figura 3.19: Área de corte correspondiente al material a cizallar.

El área de corte correspondiente es: $0.8 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} = 7.2 \text{ cm}^2$.

Del inciso 3.2.1 se conoce que la tensión de rotura a corte del material a triturar es: $\tau_R = 4200 \text{ kg/cm}^2$. Entonces con estos datos se procede para determinar la fuerza en cuál va estar sometida la placa en el extremo. La misma es:

$$F = \tau_R \times A = 7,2 \text{ cm}^2 \times 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 30240 \text{ kg}.$$

La fuerza va tratar de flexionar la placa que se encuentra en posición de empotramiento con el diente de trituración, como se puede apreciar en la siguiente imagen:

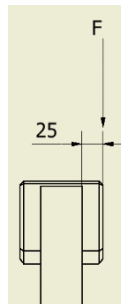


Figura 3.20: Representación de la fuerza aplicada sobre la placa de corte.

Como se ve en la figura, el momento flector máximo va ser: $M_f = 2.5 \text{ cm} \times 30240 \text{ kg} = 75600 \text{ kg.cm}$.

El módulo resistente (w) de la sección transversal en el empotramiento es:

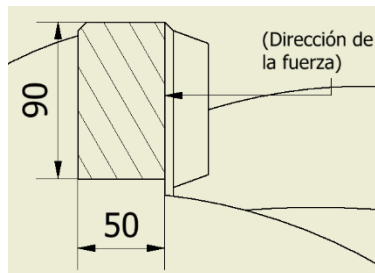


Figura 3.21: Sección de la placa en el empotramiento.

Entonces el modulo resistente es:

$$w = \frac{9cm \times (5cm)^2}{6} = 37.5cm^3$$

Y la tensión máxima es:

$$\sigma = \frac{Mf}{w} = \frac{75600kg.cm}{37.5cm^3} = 2016 \frac{kg}{cm^2}$$

Como la placa es del mismo material que los rodillos y dientes (acero 4140), la tensión a fluencia es $\sigma_f = 6500 \text{ kg/cm}^2$.

$$N = \frac{6500}{2016} = 3$$

Esto quiere decir que verifica con un factor de seguridad igual a 3.

3.4.5. Perno anti giro del motor hidráulico.

Los motores hidráulicos de los rodillos trituradores van a ser soportados a través de un sistema de brida y un perno anti giro como se muestra en la siguiente figura.

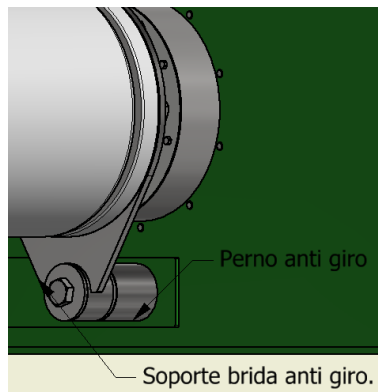


Figura 3.22: Vista de la brida con perno anti giro.

Como se ve en la figura, el par que pueda generarse en la brida anti giro va a aplicar una fuerza sobre el perno, que de acuerdo en la forma q está ubicado el mismo la fuerza va a tender a aplicar flexión sobre dicho perno. Entonces se va a proceder con el cálculo de verificación de esfuerzo sobre el perno.

Para hacer el cálculo de verificación primero se va a determinar la fuerza sobre el perno anti giro, la misma va a ser la reacción R_a que mantenga estática a la brida que va a estar tratando de transmitir el momento generado por el motor hidráulico. Como se puede ver en la siguiente figura:

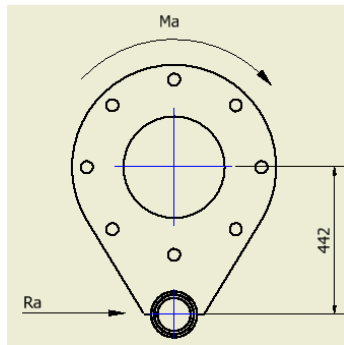


Figura 3.23: Diagrama de cargas sobre la brida anti giro.

El momento torsor M_a (ver inciso 3.2.1), es de 2.257.920 kg.cm. La distancia entre el centro de rotación y el centro de aplicación de la fuerza de reacción R_a es de 442mm. Entonces, despejando se tiene:

$$M_a = R_a \times d; R_a = \frac{M_a}{d}$$

$$R_a = \frac{2.257.920 \text{ kg.cm}}{44.2 \text{ cm}} = 51084 \text{ kg}$$

Esta es la fuerza que va aplicar sobre el perno anti giro. Ahora el diagrama sobre dicho perno va ser:

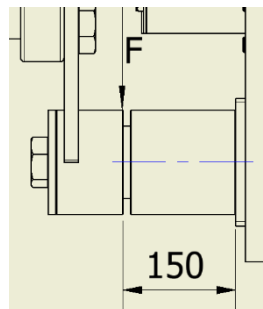


Figura 3.24: Diagrama de carga sobre el perno anti giro.

Como se ve en la figura, la reacción R_a aplica una carga en el perno anti giro que estando sometido a una reacción peligrosa en un sistema en voladizo.

El momento flector M_f generado por la fuerza y la distancia al punto de empotramiento es:

$$M_f = F \times d$$

$$M_f = 51084 \text{ kg} \times 15 \text{ cm} = 766260 \text{ kg.cm}$$

Entonces la tensión generada en dicho punto es:

$$\sigma = \frac{M_f}{W}$$

Donde W es el módulo resistente de la sección del perno anti giro en dicho punto.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El perno es un macizo de acero SAE 4140 (mismo material que los rodillos trituradores) de un diámetro de 5 1/2" (139.7 mm). Entonces el modulo resistente es:

$$W = \frac{\pi \times D^3}{32} = \frac{\pi \times (13.97\text{cm})^3}{32} = 268\text{cm}^3$$

Entonces la tensión es:

$$\sigma = \frac{766260\text{kg.cm}}{268\text{cm}^3} = 2860 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

Del acero 4140 sabemos que la tensión de fluencia (σ_f) es de 6500 kg/cm² y la tensión máxima permisible (σ_t) con un coeficiente de seguridad N=2 es de, 3250 kg/cm².

Entonces $\sigma_t (3250) > \sigma (2860)$, esto quiere decir que con un macizo de 5 1/2", el perno anti giro resiste las cargas que pueda estar sometido.

CAPÍTULO 4
DISEÑO Y
CÁLCULO DE LA
ESTRUCTURA

4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

En el presente capítulo primero se va a diseñar las dimensiones de la máquina, luego se va a proceder con la separación de conjuntos, para ser sometidos a cálculos de resistencias respectivas. Se van a dimensionar las vigas más solicitadas con un tamaño y material convenientes para su uso.

Los conjuntos separados para sus respectivos cálculos van a ser 4 (cuatro):

- Parte 1: Soporte de rodillos
- Parte 2: Columnas.
- Parte 3: Estructura que soporta la batea hidráulica.
- Parte 4: Chasis de la máquina.

La máquina va a ser de 3,14m de ancho (la parte más ancha), 6,6m de largo y 3,65m de alto.

4.1. Parte 1: Soporte de rodillos

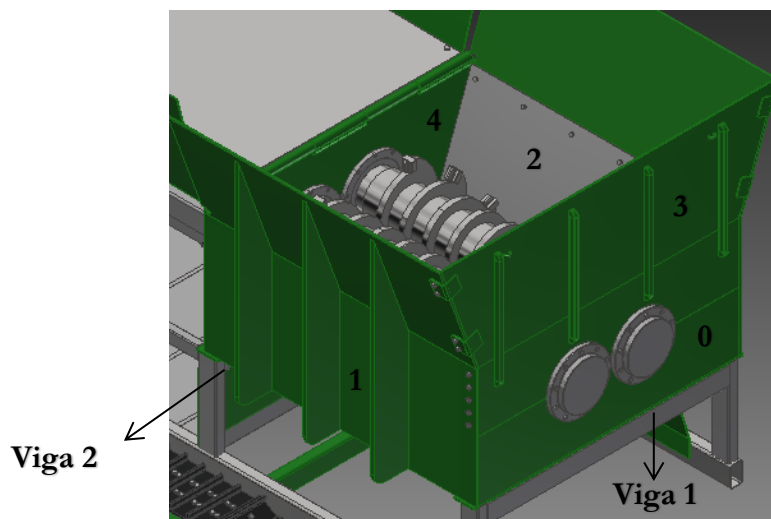


Figura 4.1: Conjunto donde van a ir ubicados los rodillos.

Este conjunto va estar soportado principalmente por 2 vigas transversales ubicados en sus extremos. Lo que se va calcular además de las vigas, son aquellas chapas que estén sometidas a cargas aparte de la de su propio peso. Las chapas que no tengan cargas externas no van a ser verificadas porque no son necesarias.

4.1.1. Cálculo de esfuerzos en la chapa 0

Es la chapa donde apoyan uno de los extremos de los rodillos (señalada en la imagen 4.1), se van hacer de un espesor tal que verifique el esfuerzo de compresión.

Cargas sobre la chapa 0:

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

- Peso de rodillo = 1440kg (se toma el de uno solo porque la mitad de cada rodillo va estar soportado en el otro extremo).
- Peso del material a destruir = 1500kg (se supone el 100% como situación extrema).
- Peso de las chapas que van a ir situadas por encima = 696kg (chapa 3 + parte superior de la misma chapa 0)

$$F_1 = F_2; \quad F_1 + F_2 + F_3 = F_t = 3636 \text{ kg}$$

Además de las cargas a compresión debida a los propios pesos de los elementos, la chapa va a estar sometida a una carga lateral variable que la causada por posibles desalineaciones de los rodillos. La misma es mencionada en el capítulo anterior (inciso 3.4.3).

FL = La carga debido a cada rodillo. Al haber 2 rodillos la fuerza máxima puede llegar a ser el doble. Entonces, la fuerza va a variar de 0 a 2 x 720kg. Es decir:

$$FL = 0 \text{ a } 1440 \text{ kg.}$$

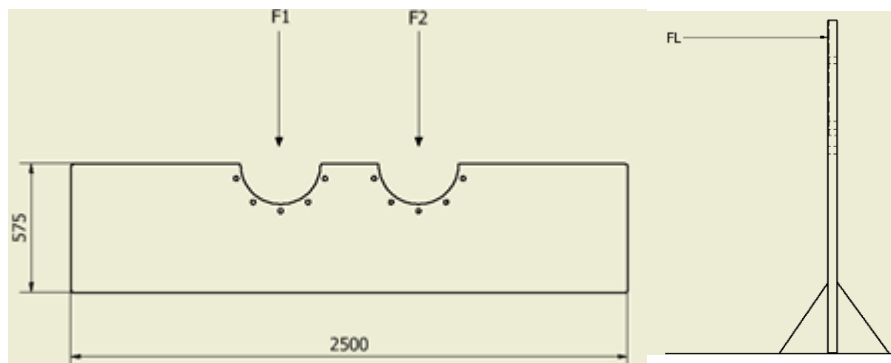


Figura 4.2: Diagrama de cargas en la chapa 0. Espesor de chapa 16mm.

Material para la estructura: Acero MLC 420; $\sigma_f = 4181 \frac{kg}{cm^2}$; $\sigma_r = 6500 \frac{kg}{cm^2}$; $N = 2$; $\sigma_t = 1200 \frac{kg}{cm^2}$.

Como se puede ver en la figura anterior, la chapa va a estar sometida a esfuerzos normales compuestos debido a la flexión causada por FL y a las fuerzas de compresión causada por Ft, la misma también se deberá verificar a fatiga y a pandeo.

La fórmula de flexión compuesta es:

$$\sigma = \frac{F_t}{A} \pm \frac{FL \times d}{W_x}$$

- d: Distancia de brazo de momento de la fuerza al punto de empotramiento. Como se puede ver en la figura 4.2, la distancia es igual a la altura de la chapa. Es decir, d = 57,5 cm.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

- W_x : Módulo resistente de la sección transversal respecto a la flexión generada. El mismo se define como $\frac{b \times h^2}{6}$ en el cual “b” es el largo de la chapa y “h” su espesor. Entonces:

$$W_x = \frac{250\text{cm} \times (1,6\text{cm})^2}{6} = 107\text{cm}^3$$

Teniendo los datos se va a calcular la tensión máxima en los puntos más solicitados de la flexión compuesta.

$$\sigma_{max} = \frac{3636\text{kg}}{250\text{cm} \times 1.6\text{cm}} + \frac{1440\text{kg} \times 57,5\text{cm}}{107\text{cm}^3} = 9,09 + 774$$
$$\sigma_{max} = 783 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Debido a que la carga lateral es variable, los esfuerzos normales van a variar de 9.09 kg/cm² a 783 kg/cm². De la misma manera que en el capítulo 3, se proceden a calcular los esfuerzos medio y alterno para el cálculo de verificación a fatiga.

$$\sigma_{med} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{783 + 9,09}{2}$$
$$\sigma_{med} = 396 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$
$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = \frac{783 - 9,09}{2}$$
$$\sigma_a = 387 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Una vez tenido los esfuerzos medio y alterno, solo queda calcular la resistencia a fatiga para proceder con el cálculo de verificación, la misma es:

$$S_n = \sigma_r \times 0,5 \times k_1 \times k_2 \times k_3$$

- k_1 : Ver figura 3.8, tomando en el eje de las abscisas la tensión de rotura y en el eje de las coordenadas como laminado en caliente se obtiene un k_1 de 0.55.
- k_2 : 0.85. Porque se considera mayor al área de un eje de media pulgada.
- k_3 : 0.8. Porque está sometido a esfuerzos normales por carga axial además de flexión.

$$S_n = 0.5 \times 6500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0.55 \times 0.85 \times 0.8$$
$$S_n = 1215.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Finalmente se obtienen el coeficiente de seguridad de la fórmula de fatiga, el mismo es:

$$\frac{1}{N} = \frac{\sigma_{med}}{\sigma_f} + k \times \frac{\sigma_a}{Sn}$$

El concentrador de esfuerzos (k) es igual a uno porque la sección transversal es uniforme en los puntos donde están los esfuerzos más considerables. Entonces:

$$\frac{1}{N} = \frac{396}{4181} + 1 \times \frac{387}{1215.5} = 0.41$$

$$N = 2.4$$

Esta se ve, la chapa verifica a fatiga con coeficiente de seguridad de 2,4. A continuación se va a verificar a pandeo.

Para pandeo se va aplicar la fórmula de Euler para calcular una carga crítica en el cual la carga real debe ser menor a la misma. La fórmula de Euler se conoce como:

$$F_c = \frac{\pi^2 \times E \times I}{N \times Le^2}$$

- E: Módulo de elasticidad del material. 2.100.000 kg/cm² en el acero.
- I: Momento de inercia mínimo (va da lugar para que lado va pandear).
- N: Factor de seguridad, se toma 3,5 generalmente.
- Le: Longitud efectiva. Para una viga de extremo empotrado se toma Le = 2L (L = longitud real).

Como datos se tiene la longitud real que es la distancia desde el apoyo de las cargas hasta el punto de empotramiento. L = 57.5 cm (ver figura 4.2).

El momento de inercia se determina con las dimensiones de sección transversal. El mismo es:

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{250cm \times (1,6cm)^3}{12} = 85,3cm^4$$

Finalmente, la carga crítica de pandeo es:

$$F_c = \frac{\pi^2 \times 2.100.000 \frac{kg}{cm^2} \times 85,3cm^4}{3,5 \times (2 \times 57,5cm)^2} = 36376kg$$

La carga crítica está muy por encima de la carga de compresión a la que la chapa está sometida, por ende, esta chapa también verifica a pandeo.

4.1.2. Cálculo de pesos de las chapas que forman el conjunto

Para estimar los pesos de las chapas respectivas, se va a utilizar la fórmula de la densidad del material, despejando el peso de la misma. La densidad del acero se puede encontrar fácilmente en internet y es:

$$\text{densidad del acero } (\delta) = 0,00787 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}; \text{ peso} = \delta \times \text{vol}$$

Ahora resta determinar el volumen aproximado de las chapas:

- Chapa 1 (señalada en la imagen 4.1):

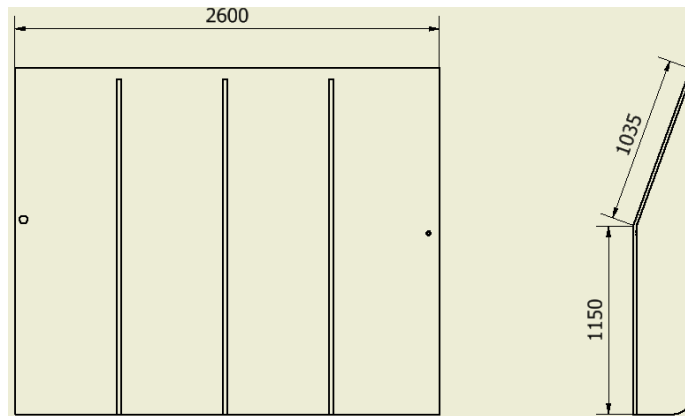


Figura 4.3: dimensiones de la chapa 1, espesor de 20mm.

$$\text{vol} = 260\text{cm} \times 2\text{cm} \times 128,5\text{cm} = 66820\text{cm}^3$$

$$\text{peso} = 66820\text{cm}^3 \times 0,00787 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 526\text{kg}$$

Los nervios que contiene la chapa 1 tienen un peso total de 90kg, entonces el peso total de la chapa 1 es de 616kg.

- Chapa 2 (señalada en la imagen 4.1, la misma no se logra ver en su totalidad):

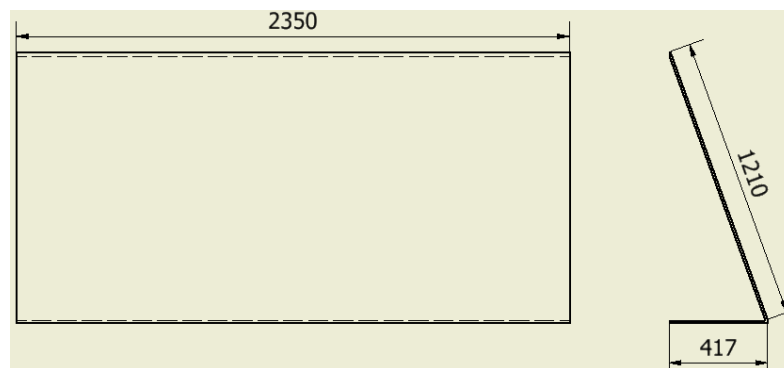


Figura 4.4: dimensiones de la chapa 2, espesor de 10mm.

$$\text{vol} = 162,7\text{cm} \times 1\text{cm} \times 235\text{cm} = 38234,5\text{cm}^3$$

$$\text{peso} = 38234,5 \times 0,00787 = 301\text{kg}$$

- Chapa 3 (señalada en la imagen 4.1):

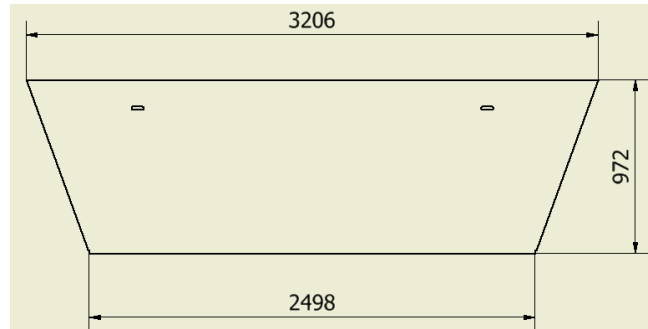


Figura 4.5: dimensiones de la chapa 3, espesor de 16mm

Para determinar el peso de la figura, primero se determina el volumen del trapecio.

$$\text{área} = \frac{B + b}{2} \times h = \frac{320,5\text{cm} + 249,8\text{cm}}{2} \times 95,2\text{cm} = 27146\text{cm}^2$$

$$\text{vol} = \text{area} \times \text{espesor} = 27146\text{cm}^2 \times 1,6\text{cm} = 43434\text{cm}^3$$

$$\text{peso} = 43434 \times 0,00787 = 342\text{kg}$$

- Chapa 4 (señalada en la imagen 4.1):

Como se puede ver en la figura, esta chapa no es maciza, sino que tiene dos perforaciones en su interior, entonces se le resta el volumen existiría si no se hubiesen hecho dichas perforaciones.

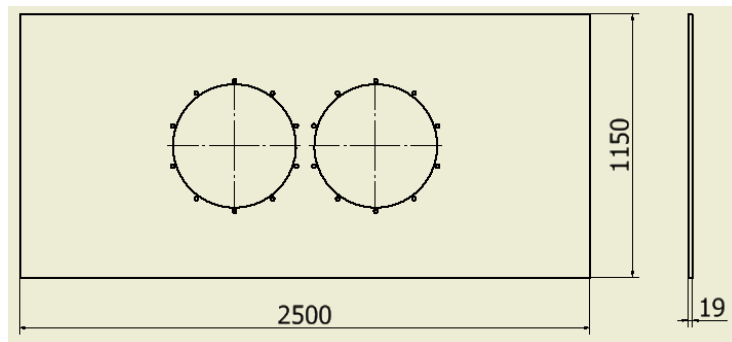


Figura 4.6: dimensiones de la chapa 4.

$$\text{area} = 250\text{cm} \times 115\text{cm} - 2 \times \frac{\pi \times (40\text{cm})^2}{4} = 25236,7\text{cm}^2;$$

$$\text{vol} = 25236,7\text{cm}^2 \times 1,9\text{cm} = 47950\text{cm}^3$$

$$\text{peso} = 47950 \times 0,00787 = 377\text{kg}$$

- Chapa 0 (señalada en la imagen 4.1):

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

La misma como se puede ver en la imagen está separada en dos partes, una inferior y otra superior, esto se hizo para poder hacer el ensamble de los rodillos. Ambas partes pesan lo mismo porque son iguales.

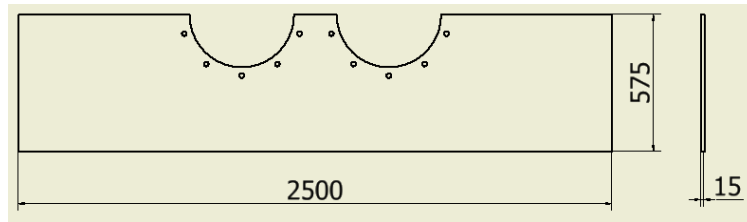


Figura 4.7: Chapa 0, parte inferior.

$$area = 250 \times 57,5 - \frac{\pi \times 20^2}{4} = 14061cm^2$$

$$vol = 14061cm^2 \times 1,6cm = 22498cm^3$$

$$peso = 22498 \times 0,00787 = 177kg$$

El peso total de la chapa 0 considerando la parte superior que es simétrica a la inferior (la figurada en la imagen 4.7) es:

$$peso\ total = 177kg \times 2 = 354kg$$

4.1.3. Cálculos de la viga 1. (Señalado en la imagen 4.1).

En este inciso se va hacer el dimensionamiento de la viga 1. La misma está apoyada sobre dos columnas verticales que terminan en el chasis de la máquina. Dichas columnas en el cálculo van a ser los apoyos de la viga 1.

Las cargas a resistir por la viga 1 son:

- Chapa 0 más su carga respectiva.
- Chapa 1 y 2 (mitad de los pesos ya que un extremo apoya en la viga 1 y el otro en la viga 2).
- Chapa 3.

Las cargas de las chapas 1 y 2, están concentradas prácticamente sobre los apoyos de la viga. La carga de la chapa 0 y chapa 3 están uniformemente distribuidas. La viga va tener un largo de 2700 mm (270 cm o 2,7 m). Entonces:

- P_1 = Constituida por las cargas sobre los apoyos, la misma están constituida por la mitad de los pesos de la chapa 1 y 2 (ver pesos en inciso 4.1.2).

$$P_1 = \frac{526kg + 301kg}{2} = 413,5kg$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

- P_2 = Constituidas por los pesos de la chapa 0 y 3, más la carga que conlleva la chapa 0 (ver inciso 4.1.2 y 4.1.1):

$$P_2 = 354kg + 342kg + 2940kg = 3636kg$$

P_2 está uniformemente distribuida en la viga (en un largo de 2500mm), entonces dividiendo P_2 por su largo tenemos: $q = 14,54 \text{ kg/cm}$.

El diagrama de cargas se muestra en la siguiente figura:

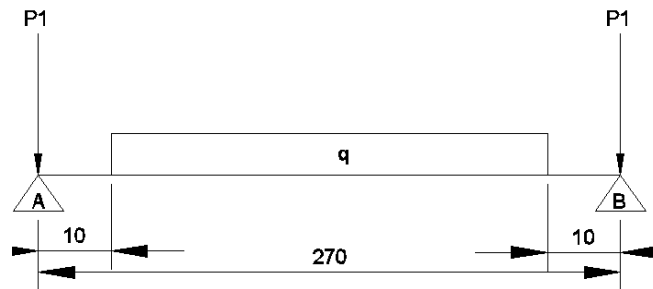


Figura 4.8: diagrama estático de la viga 1, las unidades están expresadas en centímetros.

Las cargas al ser simétricas las reacciones van a ser iguales, entonces:

$$R_A = R_B = \frac{2P_1 + P_2}{2} = \frac{2 \times 413,5 + 3636}{2} = 2231,5kg$$

Los diagramas de fuerza cortante y momento flector (V: esfuerzo de corte y M: momento flector) se van a mostrar en la siguiente figura:

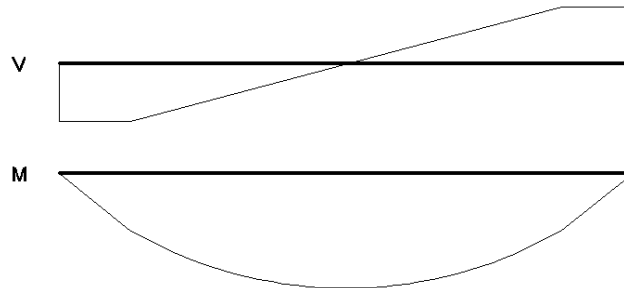


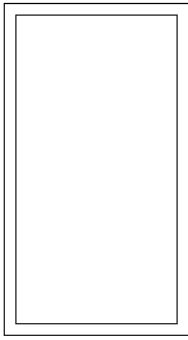
Figura 4.9: diagramas de esfuerzo de corte y momento flector, viga 1.

Se han omitido los cálculos para la elaboración de los diagramas. Como se puede ver en la figura el momento flector máximo está en el punto medio ($x=135\text{cm}$), donde la fuerza de corte es 0, entonces el momento flector máximo es:

$$Mf_{x=135} = (P_1 - R_A) \cdot x + q \cdot \frac{(x - 10)^2}{2} = 131836 \text{ kg.cm}$$

La viga a elegir es de un perfil rectangular hueco:

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso



Base = 120 mm

Altura = 200 mm

Espesor = 8 mm

S_x (modulo resistente) = 260 cm³

Área sección = 43,792 cm²

De la teoría de Navier para la flexión simple, se sabe que el esfuerzo normal máximo para la sección más solicitada a causa del momento flector es $\sigma = \frac{Mf}{S_x}$; siendo S_x el modulo resistente de la sección (Ver Resistencia de Materiales tomo I, timoshenko). Entonces el esfuerzo producido por el momento flector máximo es:

$$\sigma = \frac{Mf}{S_x} = \frac{131836 \text{ kg.cm}}{260 \text{ cm}^3} = 507 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El material a utilizar va ser un acero MLC de alta resistencia. MLC 420 ($\sigma_f = 4181 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$), $N = 2$ y un $\sigma t = \frac{\sigma f}{N} = 2090,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$\sigma t > \sigma$, verifica

4.1.4. Cálculos de la viga 2 (señalado en la imagen 4.1).

La viga 2 tiene casi las mismas cargas que la viga 1, a excepción de que la misma no resiste el peso de la chapa 3 ni chapa 0 pero resiste el peso de la chapa 4 y de la batea hidráulica.

La batea hidráulica no está soportada en su totalidad por la viga 2 (ver capítulo 5), pero cuando la misma se eleva, pivotea sobre la viga anteriormente nombrada, entonces ahí soportaría mayor porcentaje del peso (supondremos un 80% más desfavorable, los datos de la batea fueron calculados en un capítulo posterior).

El larguero 2 tiene la misma longitud que la viga 1 (2700 mm).

Las cargas se distribuyen de manera análoga a la viga 1, es decir el peso de la chapa 1 y 2 como cargas puntuales y el peso de la chapa 4 más la batea hidráulica como cargas uniformemente distribuidas. Las mismas son:

- P_1 = Constituida por las cargas sobre los apoyos, la misma están constituida por la mitad de los pesos de la chapa 1 y 2 (ver pesos en inciso 4.1.2).

$$P_1 = \frac{526kg + 301kg}{2} = 413,5kg$$

- P_2 = Constituidas por los pesos de la chapa 4 y el 80% de la batea hidráulica, la chapa 4 conlleva la misma carga que la chapa 0 ya que sería el punto de apoyo del otro extremo de los rodillos trituradores (ver inciso 4.1.2 y 4.1.1):

peso de la batea hidraulica (ver capitulo 5) = $0,8 \times 4749kg = 3799kg$

$$P_2 = 377kg + 3799kg + 2940kg = 7116kg$$

P_2 está uniformemente distribuida en la viga (en un largo de 2500mm), entonces dividiendo P_2 por su largo tenemos: $q = 28,46kg/cm$.

El diagrama de cargas se muestra de la siguiente forma:

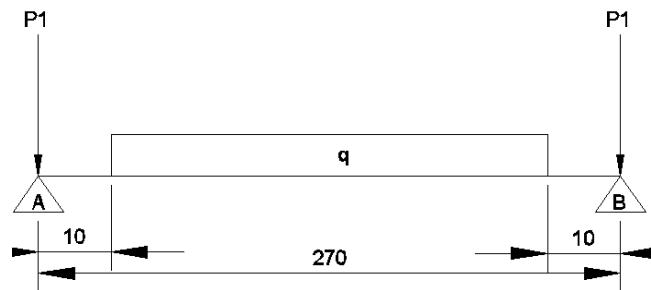


Figura 4.10: diagrama estático de la viga 2, las unidades están expresadas en centímetros.

Las cargas al ser simétricas las reacciones van a ser iguales, entonces:

$$R_A = R_B = \frac{2P_1 + P_2}{2} = \frac{2 \times 413,5 + 7116}{2} = 3971,5kg$$

Diagramas esfuerzos de corte y momento flector (V: esfuerzo de corte y M: momento flector) se muestran en la siguiente figura.

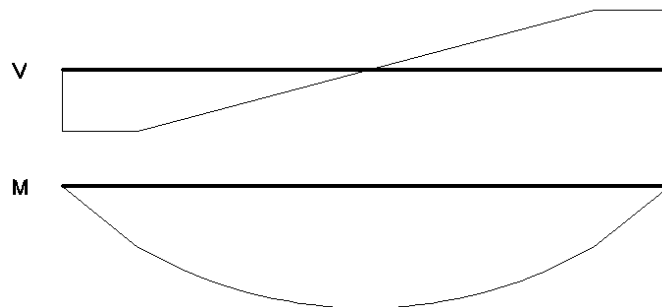
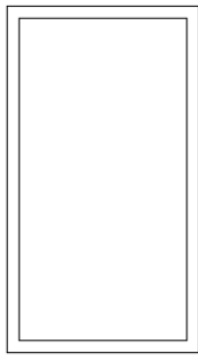


Figura 4.11: Diagrama esfuerzos de corte y momento flector, viga 2.

Como se puede ver en la figura el momento flector máximo está en el punto medio ($x=135cm$), donde la fuerza de corte es 0, entonces el momento flector máximo es:

$$Mf_{x=135} = (P_1 - R_A) \cdot x + q \cdot \frac{(x - 10)^2}{2} = 369158kg \cdot cm$$

El larguero es de perfil rectangular hueco:



Base = 120mm

Altura = 200mm

Espesor = 8mm

$S_x = 260 \text{cm}^3$

Área = $43,792 \text{cm}^2$

Entonces el esfuerzo producido por el momento flector máximo es (teoría de Navier, ya explicada en el inciso precedente):

$$\sigma = \frac{Mf}{S_x} = \frac{369158 \text{kg.cm}}{260 \text{cm}^3} = 1420 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El material a utilizar va ser un acero MLC de alta resistencia (micro aleación de Niobio y Titanio, con bajo contenido de azufre). MLC 420 ($\sigma_f = 4181 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$), $N = 2$ y un $\sigma_t = \frac{\sigma_f}{N} = 2090,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$\sigma_t > \sigma$, verifica

4.2. Parte 2: Columnas

Las columnas son las que funcionan como apoyos para las vigas calculadas en los incisos precedentes, las mismas terminan sobre el chasis de la máquina.

Estas columnas van a estar sometidas a compresión, entonces se les va hacer un cálculo de verificación a compresión y pandeo.

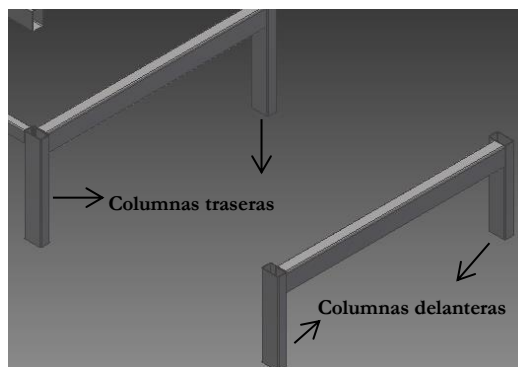
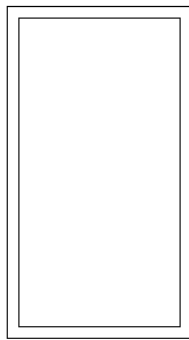


Figura 4.12: columnas verticales

Las columnas delanteras y traseras van a tener un largo de 650 mm. Las mismas son de perfil rectangular hueco. De las siguientes dimensiones:



Base = 100 mm

Altura = 180 mm

Espesor = 8 mm

$I_{min} = 690 \text{ cm}^4$; $S_x = 197 \text{ cm}^3$

Área = 42.24 cm^2

Debido al tipo de esfuerzos que están sometidas, todas las columnas van a ser de un perfil más chico a las vigas que contenga la máquina. Eso se debe porque las vigas están sometidas a flexión que hacen esfuerzos mayores sobre su sección transversal.

4.2.1. Columnas delanteras.

Las reacciones de la viga 1 son las cargas respectivas a las columnas delanteras, la carga P es de 2231,5 kg (ver inciso 4.1.3).

El material de la columna es de acero MLC 420, $\sigma_t = 2090,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ con un coeficiente de seguridad $N = 2$.

El esfuerzo de compresión se puede representar como la carga P sobre el área de sección del perfil, el mismo es:

$$\sigma = \frac{P}{\text{Área}} = \frac{2231,5}{42,4} = 53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma < \sigma_t \text{ Verifica}$$

El pandeo es un fenómeno natural que sucede cuando a un material esbelto se lo somete a compresión y el mismo se flexiona lateralmente. Para verificar que esto no suceda se calcula la carga crítica a pandeo, la misma se define como la fuerza a compresión necesaria para que la columna flexione lateralmente.

La fórmula para la carga crítica se puede encontrar en el libro ya mencionado de Faïres, se llama fórmula de Euler y se define de la siguiente manera:

$$C_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I_{min}}{L_e^2}$$

- E: Módulo de elasticidad del material (propiedad de cada material).

- I_{\min} : Momento de inercia mínimo de la sección.
- L_e : Longitud efectiva (depende de cómo estén articulados los extremos de la columna).

Esta viga no va hacer falta comprobarla a pandeo el largo es demasiado corto en relación a su sección para ser considerada como viga esbelta.

4.2.2. Columnas traseras.

Las reacciones de la viga 2 son las cargas respectivas a las columnas delanteras, la carga P es de 3971,5 kg (ver inciso 4.1.4).

El material de la columna es de acero MLC 420, $\sigma_t = 2090,5 \frac{kg}{cm^2}$ con un coeficiente de seguridad $N = 2$.

El esfuerzo de compresión se puede representar como la carga P sobre el área de sección del perfil, el mismo es:

$$\sigma = \frac{P}{\text{Área}} = \frac{3971,5}{42.4} = 94 \frac{kg}{cm^2}$$

$\sigma < \sigma_t$ Verifica

Para el pandeo se usa el mismo criterio que el utilizado en la viga anterior, si bien la carga sobre la viga es mayor, el largo tampoco es considerable para ser verificada a pandeo.

4.3. Parte 3: Estructura que soporta la batea

Esta estructura es el esqueleto que soporta la batea hidráulica y las chapas exteriores de la máquina, dentro de esta zona se encuentran el motor entre otras cosas y el resto de las partes que permiten el correcto funcionamiento de la misma.

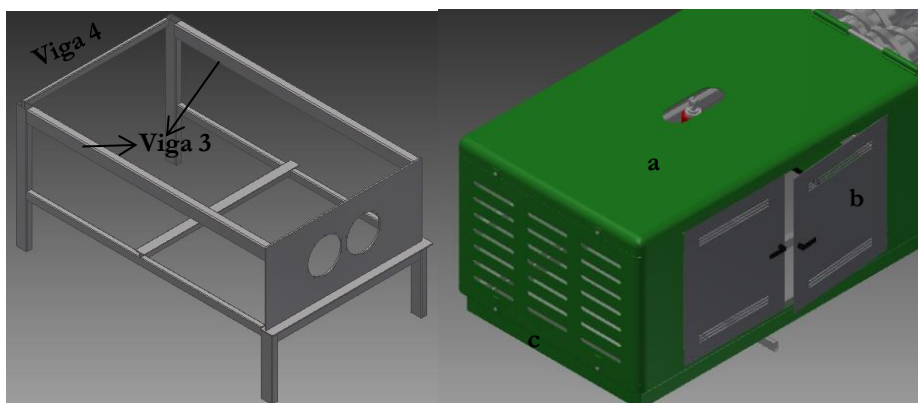


Figura 4.13: esquema 3D de las vigas y las chapas de la estructura que soporta la batea

En este inciso se van a diseñar el tamaño y material de los componentes de la estructura y luego se verifican las resistencias de los mismos.

Las cargas que va a soportar esta estructura van a ser:

- Peso aproximado de la chapa “a, b y c”.
- Peso de la batea hidráulica.

La batea hidráulica en su parte inferior lleva 2 pies pequeños que apoyan el peso de la misma sobre las vigas 3, por lo tanto, la chapa “a” no va estar solicitada a ninguna carga evitando que se flexione.

Peso total batea = 4749kg (Valor extraído del capítulo 5)

4.3.1. Chapas a, b y c.

En este inciso se van a ver los tamaños y pesos aproximados de las chapas a, b y c.

- Chapa “a” (señalada en la imagen 4.13):

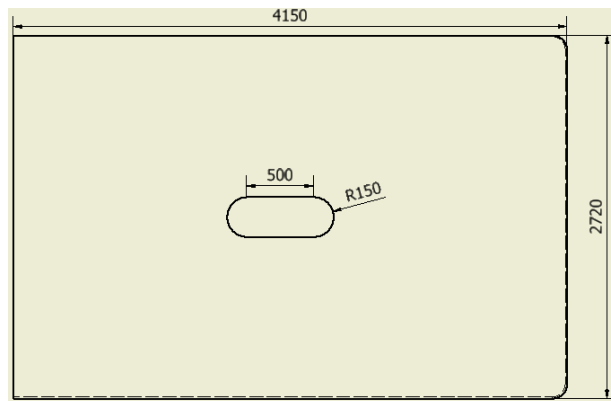


Figura 4.14: Chapa “a”, vista superior, el espesor es de 10mm.

El material de la chapa es un acero MLC 420, cuya densidad (δ) es 0,00787kg/cm³.

El área de la ranura es:

$$Area = 50cm \times D + \pi \times R^2 = 50cm \times 30cm + \pi \times (15cm)^2 = 2207cm^2$$

Entonces el área total es:

$$Area\ total = area\ chapa\ entera - area\ ranura$$

$$Area\ total = 415cm \times 272cm - 2207cm^2 = 110673cm^2$$

Finalmente, el peso es:

$$peso = area \times espesor \times densidad$$

$$peso = 110673cm^2 \times 1cm \times 0,00787 \frac{kg}{cm^3} = 871kg$$

- Chapa “b” (señalada en la imagen 4.13):

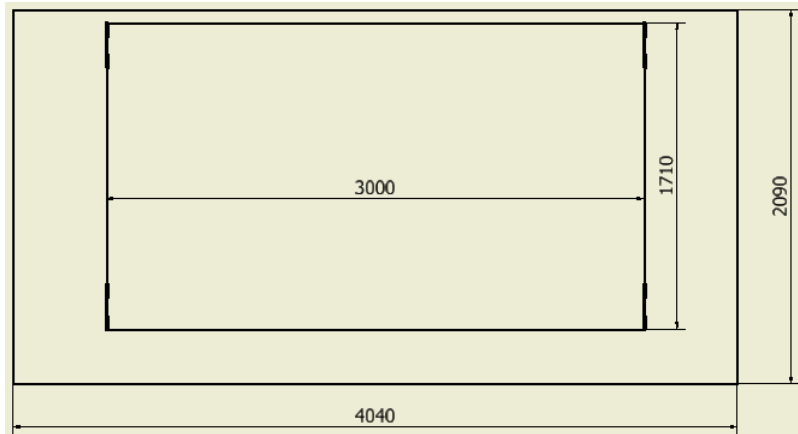


Figura 4.15: chapa “b”, el espesor es de 6mm.

Como se puede apreciar en la figura, la chapa está cortada para que dé lugar a las puertas. Las puertas son de espesor de 3 mm. Entonces:

$$\text{Peso chapab} = (404 - 300\text{cm}) \times (209 - 171)\text{cm} \times 0,6\text{cm} \times 0,00787 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 19\text{kg}$$

$$\text{Peso Puertas} = 300\text{cm} \times 171\text{cm} \times 0,3\text{cm} \times 0,00787 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 121\text{kg}$$

$$\text{Peso total} = 121 + 19 = 140\text{kg}$$

La chapa “b” al estar ubicada en la parte lateral de la máquina, del otro lado va a encontrarse otra igual, es decir que se repite dos veces. Entonces el peso total es $2 \times 140\text{kg} = 280\text{kg}$.

- Chapa “C” (señalada en la imagen 4.13):

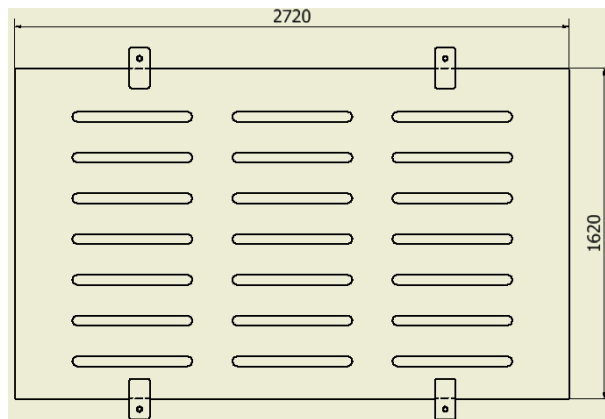


Figura 4.16: chapa c, el espesor es de 6 mm

Para simplificar el cálculo se van a obviar las ranuras cuando se determine el volumen, entonces el peso es:

$$\text{peso} = 272\text{cm} \times 162\text{cm} \times 0,6\text{cm} \times 0,00787 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 208\text{kg}$$

4.3.2. Cálculos de la viga 3 (Representado en la imagen 4.13)

La viga 3 como se puede ver en la imagen 4.13, consiste en dos vigas iguales que van desde la chapa 0 hasta el extremo de la máquina, cada una va soportar pesos iguales debido a la distribución simétrica de las cargas que se encuentra en este sector.

Las cargas que soporta cada viga van a ser la mitad del peso de la batea hidráulica, mitad del peso de la chapa “a” y el peso de la chapa “b”.

Las vigas tienen una longitud de 3970 mm (397 cm, 3.97 m).

Carga total sobre cada viga = $871\text{kg}/2 + 4749\text{kg}/2 + 140\text{kg} = 2950\text{kg}$, (ver incisos 4.3.1 y 4.3).

La carga de la batea va estar concentrada sobre un punto que es donde se ubican los pies de apoyos de la misma (a 100cm del apoyo A, que es el más alejado de la zona donde se ubican los rodillos) y la carga de la chapa “a” y “b” van estar uniformemente distribuidas. El estado de cargas se representa a continuación:

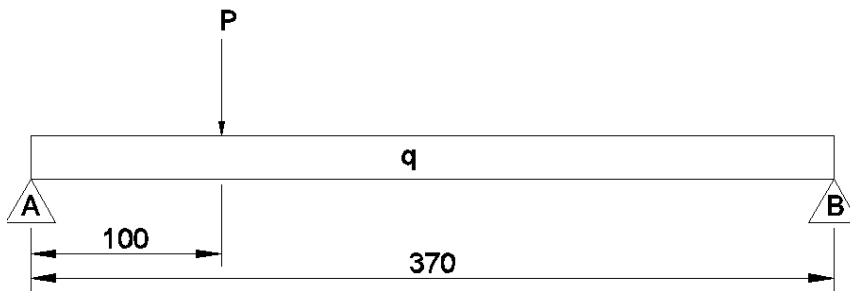


Figura 4.17: diagrama estático, viga 3.

La carga P corresponde a la mitad del peso de la batea hidráulica, $P = 4749\text{kg}/2 = 2374,5\text{kg}$.

La carga q corresponde a la distribución de cargas de la chapa “a” y “b”, se determina dividiendo la carga (que actúa sobre la viga debido a las chapas mencionadas) por el largo de la viga. Entonces: $q = (871\text{kg}/2 + 140\text{kg}) / 370\text{cm} = 1,55 \text{ kg/cm}$.

Para el cálculo de reacciones, primero se realiza sumatoria de momentos en A:

$$\sum M_A = P \times 100\text{cm} + Q \times 135\text{cm} - R_B \times 370\text{cm} = 0$$

$$P \times 100 + Q \times 135 = R_B \times 370$$

$$R_B = \frac{P \times 100 + Q \times 135}{370} = \frac{2374,5\text{kg} \times 100\text{cm} + 575,5\text{kg} \times 135\text{cm}}{370\text{cm}}$$

$$R_B = 852\text{kg} \uparrow$$

Luego se hace sumatoria de fuerzas verticales:

$$\sum F = R_A + P + Q - R_B = 0$$

$$R_A = P + Q - R_B = 2374,5kg + 575,5kg - 852kg$$

$$R_A = 2098kg \uparrow$$

A continuación, se van a mostrar los diagramas esfuerzos de corte y momento flector. (V: corte y M: flector). El desarrollo para la construcción del diagrama se obvia para el presente proyecto.

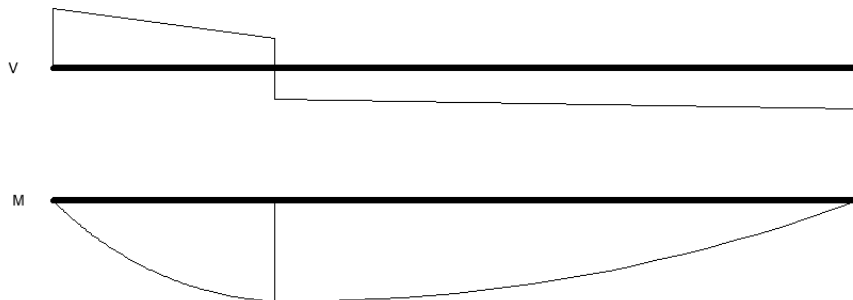
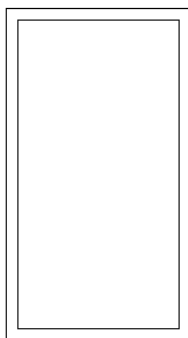


Figura 4.18: diagrama esfuerzos de corte y momento flector, viga 3.

El momento flector máximo se encuentra cuando la fuerza cortante pasa por 0, es decir en $x=100cm$ medido desde el apoyo "A", hacia la derecha. El mismo es

$$M_{f_{x=100}} = R_A \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2} = 202050kg \cdot cm$$

La viga es de perfil rectangular hueco como se muestra:



Base = 120mm

Altura = 200mm

Espesor = 8mm

$S_x = 260cm^3$

Área = 43,792cm²

Aplicando la teoría de Navier para flexión simple (ver inciso 4.1.3), obtenemos el esfuerzo normal máximo de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{M_f}{S_x} = \frac{202050kg \cdot cm}{260cm^3} = 777 \frac{kg}{cm^2}$$

El material a utilizar para la viga va ser un acero MLC de alta resistencia. MLC 420 ($\sigma_f = 4181 \frac{kg}{cm^2}$), $N = 2$ y un $\sigma_t = \frac{\sigma_f}{N} = 2090,5 \frac{kg}{cm^2}$. Entonces:

$$\sigma_t > \sigma, \text{ verifica}$$

4.3.3. Cálculos de la viga 4 (Representado en la imagen 4.13).

La viga 4, va tener una longitud de 2500 mm (250 cm). Esta viga no está sometida a grandes esfuerzos, su función principal es dar rigidez a la estructura.

Las reacciones de los apoyos A de las vigas 3, van a ser cargas en la viga 4, pero las mismas no tienen efecto flector ya que dichas cargas van aplicar sobre los puntos de apoyo de la viga. Es decir, las cargas aplican en la línea de acción de las columnas que sostienen la viga 4 (ver imagen 4.13). Las únicas cargas que van actuar debido a las vigas 3 son fuerzas cortantes (paralela a la superficie) pero no son tenidas en cuentas porque dan esfuerzos muy bajos para los estados de cargas visto en el inciso precedente.

La viga 4 va estar solamente bajo la carga de la chapa “c”, la misma esta uniformemente distribuida y el total es de 208kg (ver inciso 4.3.1). Dividiendo la carga por el largo se obtiene la distribución $q = 208\text{kg}/250\text{cm} = 0,83\text{kg}/\text{cm}$. En la siguiente figura se muestra el diagrama de tensiones:

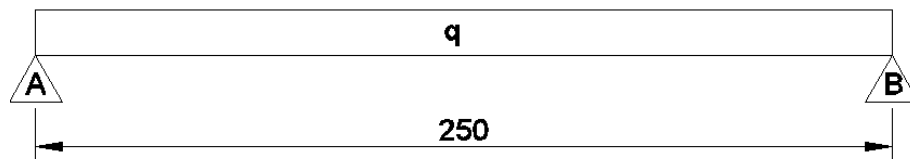


Figura 4.19: diagrama estático de la viga 4

Como se puede apreciar en la imagen, las reacciones van a ser iguales. Las mismas son:

$$R_A = R_B = \frac{q \times L}{2} = \frac{0,83 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times 250\text{cm}}{2} = 104\text{kg}$$

Los diagramas de esfuerzos de corte y momento flector (V: corte y M: flector) son:

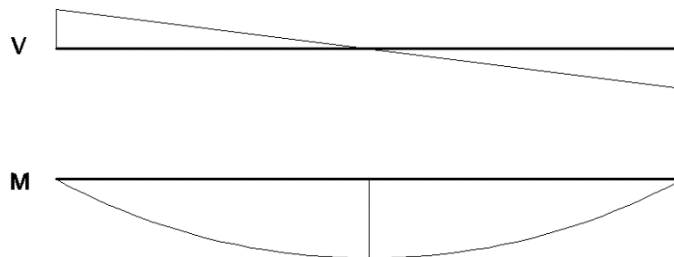


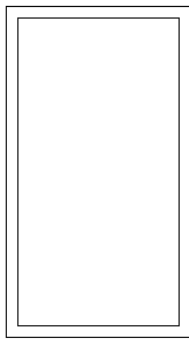
Figura 4.20: diagrama esfuerzos de corte y momento flector, viga 4.

El momento flector máximo se da en la mitad de la viga ($x=125$), el mismo es:

$$M_{f_{max}} = \frac{q \times L^2}{8} = \frac{0,83 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times (250\text{cm})^2}{8} = 6484\text{kg.cm}$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Como las cargas son demasiados bajas, se va colocar un perfil idéntico a las que se usan en las columnas que una las vigas 3, es decir que la viga es un perfil rectangular hueco:



Base = 60 mm

Altura = 100 mm

Espesor = 8 mm

$S_x = 48.2 \text{ cm}^3$

Área = 23.04 cm^2

Aplicando la teoría de Navier para flexión simple (ver inciso 4.1.3), obtenemos el esfuerzo normal máximo de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{M_f}{S_x} = \frac{6484 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{48.2 \text{ cm}^3} = 134.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El material a utilizar es acero MLC 420, $\sigma_t = \frac{\sigma_f}{N} = 2090,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, entonces:

$$\sigma_t > \sigma, \text{ verifica}$$

4.3.4. Cálculos de columnas.

Las columnas se encuentran al final de la máquina, como se puede apreciar en la siguiente imagen:

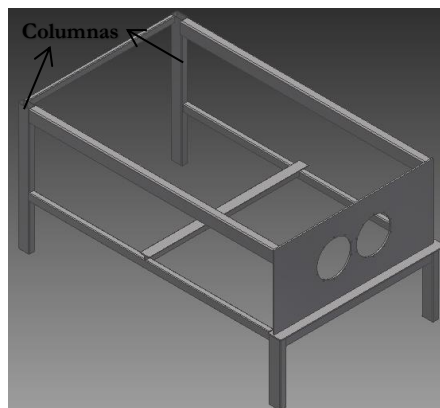


Figura 4.21: Indicación de las columnas para el presente inciso.

Las columnas van a estar sometidas a compresión y como ya se ha mencionado en incisos anteriores del mismo capítulo, las mismas se van a verificar a compresión y a pandeo.

Las cargas que están sometidas son: las reacciones de la viga 4 debida a la chapa “c” y la carga debida a la viga 3. Las mismas son R_A o R_B de la viga 4 (es indistinto ya que son iguales) y la reacción R_A de la viga 3.

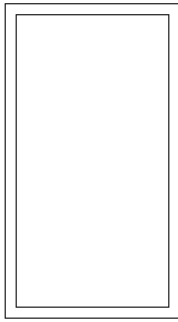
Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

- R_A de la viga 4 = 104kg (ver inciso 4.3.3).
- R_A de la viga 3 = 2098kg (ver inciso 4.3.2).

Entonces la carga total P va ser la suma de las cargas mencionadas recientemente.

$$P = 104kg + 2098kg = 2202kg.$$

La sección de la columna va ser de perfil rectangular hueco.



Base = 100 mm

Altura = 180 mm

Espesor = 8 mm;

$S_x = 197 \text{ cm}^3$

$I_{min} = 690 \text{ cm}^4$

Area = 42.24 cm^2

El esfuerzo de compresión va a ser:

$$\sigma = \frac{P}{\text{Área}} = \frac{2202kg}{42.4 \text{ cm}^2} = 52 \frac{kg}{\text{cm}^2}$$

El material es acero MLC 420, $\sigma_t = \frac{\sigma_f}{N} = 2090,5 \frac{kg}{\text{cm}^2}$, entonces:

$$\sigma \ll \sigma_t \text{ Verifica}$$

Ahora se va continuar con la verificación de pandeo, la longitud de la columna (L) es de 1850mm. Repitiendo la fórmula de Euler (vista en el inciso 4.2.1) tenemos:

$$C_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I_{min}}{L_e^2}$$

$$E = 2100000 \frac{kg}{\text{cm}^2}; L_e = L \times 2(\text{caso mas desfavorable}) = 185cm \times 2 = 370cm$$

$$C_{cr} = \frac{\pi^2 \times 2100000 \times 690}{370^2} = 104464 \text{ kg}$$

$$P < C_{cr} \text{ Verifica}$$

4.4. Parte 4: Chasis

Es la parte principal de la estructura, el mismo soporta toda la estructura, el motor, bombas de aceite, batería, tanque de combustible y todas las partes que lleve la máquina.

El chasis consta de 2 largueros principales de 6,6 metros de longitud, más algunos transversales. Todo estos van a ser seguido por los largueros que distribuyen el peso en la transmisión (estos últimos mencionados van a ser tenidos en cuenta y calculados en el capítulo de transmisión).

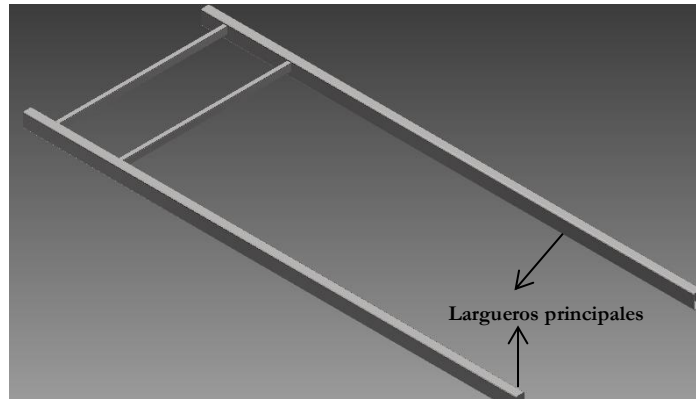


Figura 4.22: representación 3D del chasis.

4.4.1. Cálculos de los largueros principales (longitudinales)

Los largueros principales están señalados en la imagen 4.22, los mismos se van a someter a un estudio completo de cargas ya que son la base de asiento de la máquina. Luego se va a elegir un perfil y verificar el mismo.

A continuación, se van a analizar las cargas sobre cada larguero longitudinal (son iguales en cada uno):

- Q_1 = Sería la mitad del peso del: motor, batería, todos los accesorios que tengan. Uniformemente distribuidos. El valor aproximado supuesto de: 1200kg.
- P_2 = Carga más peso propio de las columnas. Valor de 2200kg (ver inciso 4.3.4).
- P_3 = Peso más la carga que tenga la columna trasera. Valor de 3971,5kg (ver inciso 4.2.2).
- Q_4 = Peso de la chapa que están debajo de la zona de los rodillos más peso de la cinta transportadora. Carga uniformemente distribuida. El valor es de 500 kg, supuesto convenientemente (se supuso que la cinta transportadora pesa alrededor de 250 kg).
- P_5 = Carga de la columna delantera más peso del apoyo de la cinta inclinada RA_y (ver inciso 7.4 y 4.2.1). El valor es $2231,5\text{kg} + 519\text{kg} = 2750,5\text{kg}$.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

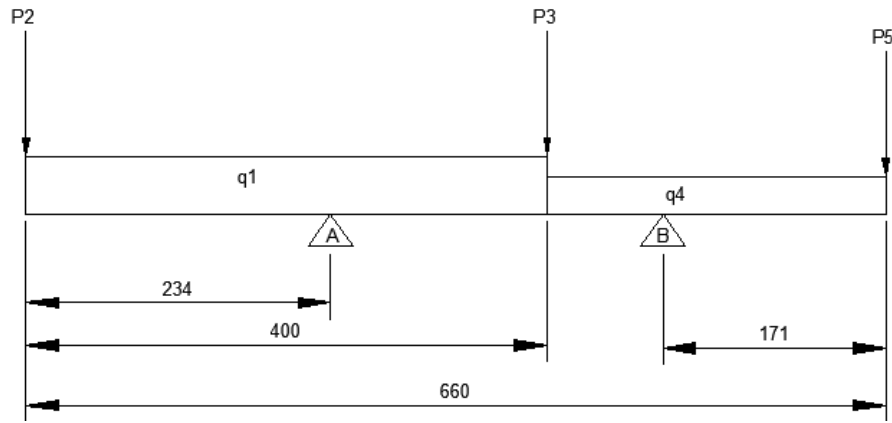


Imagen 4.23: diagrama estático de los largueros principales

$$Q_1 = 1200kg; q_1 = 3 \frac{kg}{cm}; P_2 = 2200kg; P_3 = 3971kg; Q_4 = 500kg; q_4 = 1,9 \frac{kg}{cm}; P_5 = 2750,5kg$$

Para el cálculo de las reacciones se hacen sumatoria de Momentos en A y sumatoria de fuerzas verticales:

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = P_2 \times 234 - P_3 \times 166 + Q_1 \times 34 + R_B \times 255 - P_5 \times 426 - Q_4 \times 296 = 0$$

Despejando R_B y resolviendo se obtiene:

$$R_B = 5581,5kg \uparrow$$

$$\sum F_Y = 0$$

$$\sum F_Y = R_B - P_2 - Q_1 - P_3 - Q_4 - P_5 + R_A = 0$$

Despejando R_A y resolviendo se obtiene:

$$R_A = 5040kg \uparrow$$

Los diagramas de esfuerzo de corte (V) y momento flector (M) son: (se obvian los calculos para determinar la graficas).

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

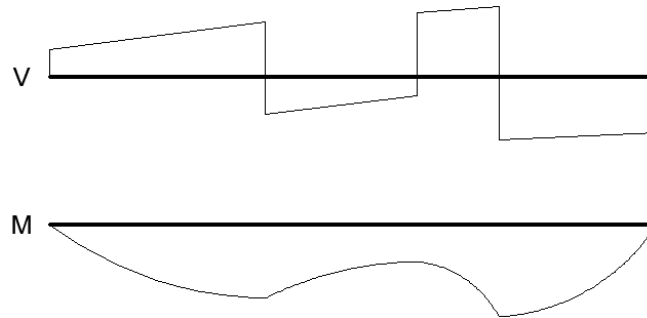


Imagen 4.24: diagrama esfuerzos de corte y momento flector, largueros principales

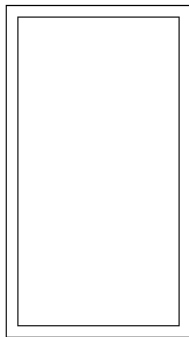
El momento flector máximo está en ($x=489\text{cm}$) visto de izquierda a derecha. Tomando momento de derecha a izquierda (por comodidad de cálculo), tenemos que para $x = 171\text{cm}$:

$$Mf = P_5 \cdot x + q_4 \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$Mf_{(x=171)} = 2750,5\text{kg} \times 171\text{cm} + 1,9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times \frac{(171\text{cm})^2}{2}$$

$$Mf_{(x=171)} = 498114\text{kg} \cdot \text{cm}$$

El larguero elegido es de perfil rectangular hueco como se muestra a continuación:



Base = 100mm

Altura = 250mm

Espesor = 10mm

$I_x = 4515,84\text{cm}^4$

S_x (modulo resistente) = $361,27\text{cm}^3$

Área sección = $66,24\text{cm}^2$

Viga más grande a la normalmente utilizada por su gran sollicitación a esfuerzos.

El esfuerzo normal máximo generado por el momento flector y el modulo resistente del perfil va ser:

$$\sigma = \frac{Mf}{S_x} = \frac{498114\text{kg} \cdot \text{cm}}{361,27\text{cm}^3} = 1380 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El material a utilizar va ser un acero MLC de alta resistencia. MLC 420 , $N = 2$ y un $\sigma t =$

$$\frac{\sigma f}{N} = 2090,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$\sigma t > \sigma$, verifica

Si bien el larguero va a resistir, al mismo es necesario hacerle otro cálculo de verificación, el mismo va a ser verificado en la deformación.

Cuando una viga está sometida a flexión y la distancia a los apoyos son considerables, se va estudiar además de la resistencia, la deformación transversal que sufre debido a las cargas. Esta deformación se le llama flecha y en un punto la misma va a ser considerada como la flecha máxima, como se muestra en la siguiente imagen a modo de ejemplo:

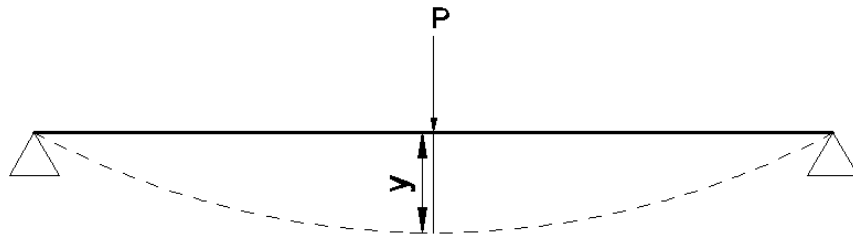


Figura 4.25: representación de la flecha en una viga simplemente apoyada.

En la imagen anterior se mostró con la cota la distancia que representaría la flecha máxima en una viga simplemente apoyada, esto fue modo ejemplo ya que en el caso a estudiar las sollicitaciones son otras.

Para la disposición del sistema de cargas en el larguero del chasis (Imagen 4.23), en el cálculo de la flecha se puede dividir en 3 tramos. El primero del extremo libre hasta el vínculo A, como si fuera una viga en voladizo, el segundo entre los dos vínculos como una viga apoyada en sus extremos y el tercero desde el vínculo B, hasta el otro extremo como si fuera otra viga en voladizo.

Se va a estudiar la situación de los dos extremos (como viga en voladizo) porque en uno de estos va a ser donde se encuentre la flecha máxima.

- Flecha Máxima para tramo 1:

Como ya se ha mencionado anteriormente, este es el tramo desde un extremo hasta el apoyo A, considerándose como si fuere una viga en voladizo como se muestra en la siguiente imagen:

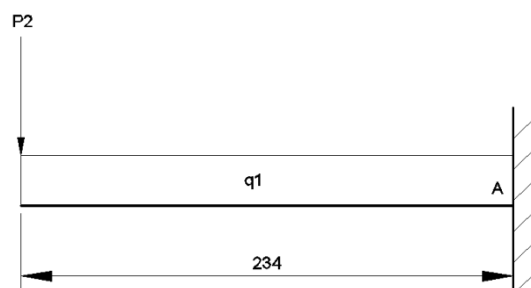


Figura 4.26: Representación del tramo 1 para el cálculo de la flecha máxima

En el libro resistencias de materiales I de Timoshenko, se puede ver la flecha máxima para cada situación de la viga y su respectiva fórmula. De dicho libro en una situación de viga en voladizo

la flecha máxima se va encontrar en el extremo libre, ya sea en un estado de carga puntual o uniformemente distribuida.

Para cada estado de carga corresponde una ecuación y por lo tanto diferente. Cuando sucede un estado de cargas compuesto como el que se tiene, se supone como si cada uno actuara diferente y se suman las flechas obtenidas en el punto que se desee encontrar.

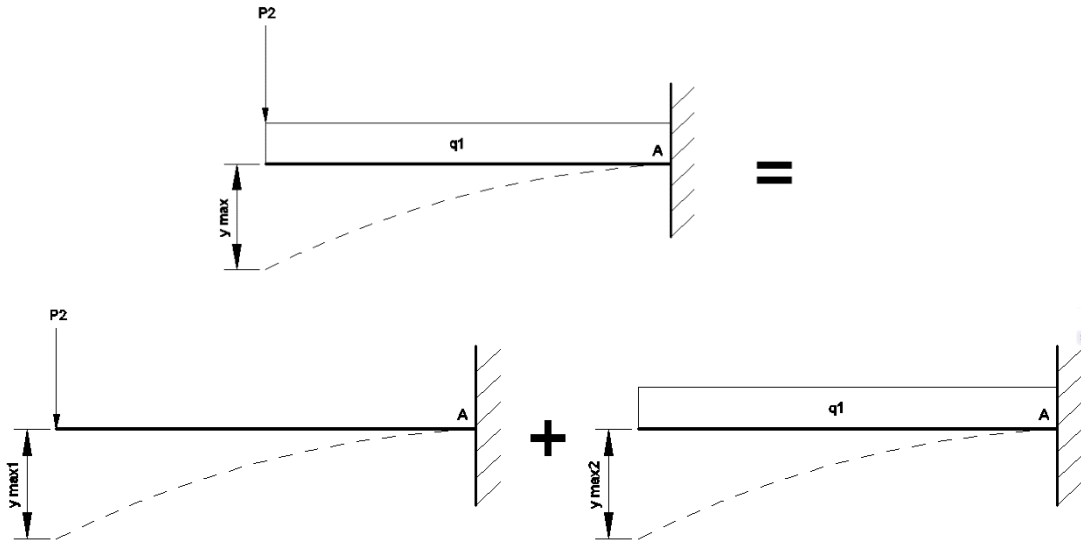


Figura 4.27: Determinación de la flecha máxima en un sistema compuesto de cargas.

Como se aprecia en la figura precedente se tiene:

$$y_{max} = y_{max1} + y_{max2}$$

Del libro de resistencia de materiales de Timoshenko se tiene:

$$y_{max1} = \frac{P2 \times L^3}{3 \times E \times I_x}; \quad y_{max2} = \frac{q1 \times L^4}{8 \times E \times I_x}$$

Donde E es el módulo de elasticidad del material y L es la distancia del extremo al apoyo A (empotramiento en la figura).

El módulo de elasticidad del acero es de 2100000kg/cm² y la longitud L del tramo es de 234cm (ver imagen 4.23). Entonces las flechas son:

$$y_{max1} = \frac{2200kg \times (234cm)^3}{3 \times 2100000 \frac{kg}{cm^2} \times 4515,84cm^4} = 0,99cm$$

$$y_{max2} = \frac{3kg/cm \times (234cm)^4}{8 \times 2100000 \frac{kg}{cm^2} \times 4515,84cm^4} = 0,11cm$$

$$y_{max} = y_{max1} + y_{max2} = 0,11cm + 0,99cm = 1,1cm$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Para este diseño, ya que no hay riesgo humano en juego, se supone que la flecha máxima permitida no sea mayor a $L/100$. En este tramo entonces:

$$y_{\text{permitida}} = \frac{234\text{cm}}{100} = 2,34\text{cm}$$

$$y_{\text{permitida}} > y_{\text{max}}; \text{ verifica}$$

- Flecha Máxima para tramo 2:

El tramo 2 se comporta de manera análoga al tramo 1, tiene un sistema de cargas de la misma manera, pero obviamente con valores diferentes. En la siguiente imagen se muestra el estado de cargas del tramo 2:

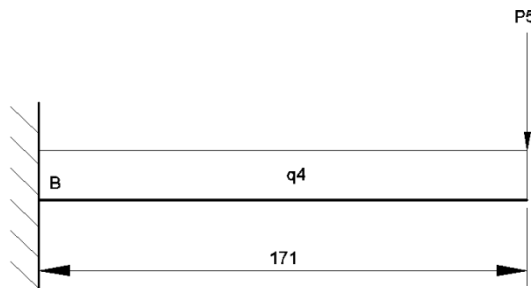


Figura 4.28: Representación del tramo 2 para el cálculo de la flecha máxima.

De la misma manera que en el tramo 1 se tiene:

$$y_{\text{max}} = y_{\text{max1}} + y_{\text{max2}}$$

Dónde:

$$y_{\text{max1}} = \frac{P5 \times L^3}{3 \times E \times I_x}; \quad y_{\text{max2}} = \frac{q4 \times L^4}{8 \times E \times I_x}$$

$$y_{\text{max1}} = \frac{2750,5\text{kg} \times (171\text{cm})^3}{3 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 4515,84\text{cm}^4} = 0,48\text{cm}$$

$$y_{\text{max2}} = \frac{1,9\text{kg/cm} \times (171\text{cm})^4}{8 \times 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 4515,84\text{cm}^4} = 0,02\text{cm}$$

$$y_{\text{max}} = y_{\text{max1}} + y_{\text{max2}} = 0,48\text{cm} + 0,02\text{cm} = 0,5\text{cm}$$

Donde la flecha máxima permitida es:

$$y_{\text{permitida}} = \frac{L}{100} = \frac{171\text{cm}}{100} = 1,71\text{cm}$$

$$y_{\text{permitida}} > y_{\text{max}}; \text{ verifica}$$

4.4.2. Cálculos de las vigas transversales

Las vigas transversales van a ser las que sostengan al motor y sus partes, dichas vigas van a estar ubicadas en la parte trasera de la máquina (ver imagen 4.22). Las mismas se van a someter a un cálculo de dimensionamiento.

La carga Q_1 del inciso 4.4.1 es la carga soportada por cada larguero principal correspondiente a las reacciones de las vigas transversales. Es decir, que la carga Q_1 tenida en cuenta en el inciso anterior son las reacciones de las vigas transversales. Al ser dos vigas transversales, la carga Q_1 se va dividir casi a la mitad. Como situación más desfavorable se va estudiar que una viga soporte dos tercios de la carga Q_1 , entonces: $P = 1200 \text{ kg} \times (2/3) = 800\text{kg}$.

Se va a suponer como una situación extremadamente desfavorable (casi imposible), que la carga P sea puntual y está apoyada en el punto medio de la viga generando así, una flexión simple.

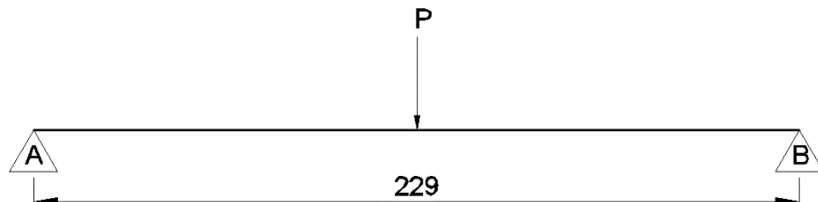
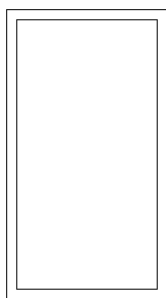


Figura 4.29: diagrama estático de viga transversal simplemente apoyada.

Como se ve en la figura la longitud de la viga es de 229 cm (2290 mm). La fórmula para el momento flector máximo es muy simple y se puede encontrar en cualquier libro de estabilidad, la misma es:

$$M_f = \frac{P \times L}{4} = \frac{800\text{kg} \times 250\text{cm}}{4} = 50000\text{kg.cm}$$

La viga es de perfil rectangular hueco



Base = 60 mm

Altura = 100 mm

Espesor = 8 mm

$S_x = 48,2 \text{ cm}^3$

Área = $23,04 \text{ cm}^2$

Aplicando la teoría de Navier para flexión simple (ver inciso 4.1.3), obtenemos el esfuerzo normal máximo de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{M_f}{S_x} = \frac{50000\text{kg.cm}}{48,2\text{cm}^3} = 1037 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Como el esfuerzo no es muy grande en esta viga, se va utilizar un material más económico que un acero de alta resistencia, el mismo va ser un acero MLC 420, $\sigma_t = \frac{\sigma_f}{N} = 2090 \frac{kg}{cm^2}$.

$$\sigma < \sigma_t \text{ Verifica}$$

CAPÍTULO 5:
DISEÑO Y
CÁLCULO DE LA
BATEA
HIDRÁULICA

5. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA BATEA HIDRÁULICA

En el presente capítulo se va a realizar el diseño de la batea hidráulica y luego se va a calcular el cilindro hidráulico de acuerdo al peso a elevar por el mismo. Dicha batea tiene una longitud aproximada de 4 metros.

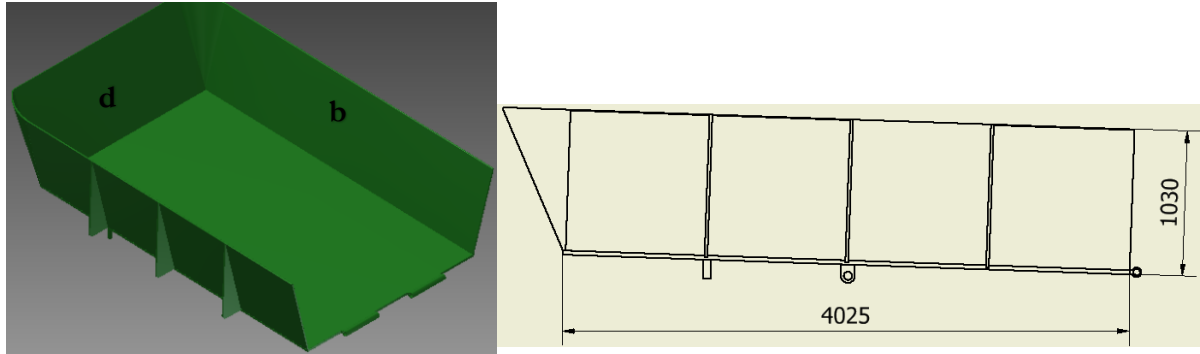


Figura 5.1: Batea hidráulica en 3D y vista lateral en 2D

De la batea hidráulica el único cálculo que se va a realizar es una verificación, si la chapa base (“a”), puede flexionarse mientras el cilindro empiece a levantar la carga (carrocería a triturar). Esta es la situación más desfavorable ya que una vez que el cilindro empezó a elevar la inclinación de la batea, después de cierta altura la carga va a caer de la batea hacia la zona de los rodillos trituradores por efecto de la gravedad.

La chapa “a” está indicada en la figura 5.1. Las mismas van a tener las siguientes cargas:

- Peso propio.
- Peso chapas “b” y “c”.
- Peso de chapa “d”.
- Peso de la carrocería a triturar.

El peso propio, el peso de la chapa “b”, “c”, y el de la carrocería a triturar se van a considerar uniformemente distribuidos en toda la longitud. El peso de la chapa “d” se va a considerar como una carga en el extremo.

Las chapas que conforman la batea se consideran todas de un acero MLC 420, $\sigma_t = 2090,5 \frac{kg}{cm^2}$ para un coeficiente de seguridad $N = 2$.

Ya se ha visto en el capítulo 4 que la densidad del acero (δ) es de $0,00787kg/cm^3$. Entonces:

- Chapa “a”:

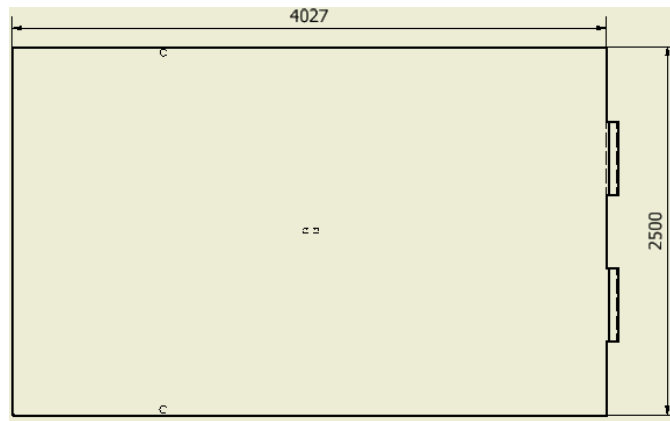


Figura 5.2: Plano chapa “a”, el espesor es de 12,7mm

$$\text{Peso propio} = 250\text{cm} \times 1,27\text{cm} \times 402,7\text{cm} \times \delta = 1006\text{kg}$$

La misma al tener un tamaño tan grande en relación a su espesor, va a llevar refuerzos inferiores dispuestos en dirección transversal para evitar flexiones indeseadas. Los refuerzos van a ser de caño estructural de un perfil de 40 x 40 x 2 mm y 2480 mm de largo. La chapa “a” va a contener una cantidad total de 3 refuerzos.

$$\text{Area de refuerzo} = 4\text{cm} \times 4\text{cm} - 3,6\text{cm} \times 3,6\text{cm} = 3,04\text{cm}^2$$

$$\text{Peso de refuerzos} = 3,04\text{cm}^2 \times 248\text{cm} \times \delta \times 3 = 18\text{kg}$$

La parte superior de esta chapa es la zona donde se van a colocar las carrocerías a triturar y luego cuando la batea se eleve, la carrocería va a caer por gravedad a la zona de trituración, habiendo una fricción entre la chapa y la carrocería. Por este motivo, en la parte superior de la chapa “a” va a ir abulonada una chapa resistente al desgaste Hardox 400, la misma va ir abulonada para posibles cambios en un futuro. Dicha chapa es de dimensiones 2380 x 3855 x 4 mm. El peso va ser de:

$$\text{Peso de chapa} = 238\text{cm} \times 385,5\text{cm} \times 0,4\text{cm} \times \delta = 289\text{kg}$$

El peso total de todo el conjunto que compone la chapa “a” es de: 1006kg + 18kg + 289kg = 1313 kg.

- Chapas “b” y “c”: (señaladas en la imagen 5.1)

Las mismas son iguales y están una en cada costado de la batea.

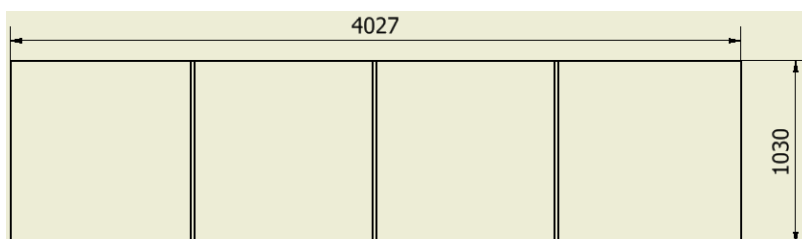


Figura 5.3: Plano chapa “b” y “c”, el espesor es de 10mm.

$$\text{Peso chapas } b \text{ y } c = 103\text{cm} \times 1\text{cm} \times 402,7\text{cm} \times \delta = 326\text{kg}$$

El peso de los nervios que tiene esta chapa no son tenidos en cuenta. Al ser 2 chapas el peso total es de $2 \times 326 = 652\text{kg}$.

- Chapa “d”:

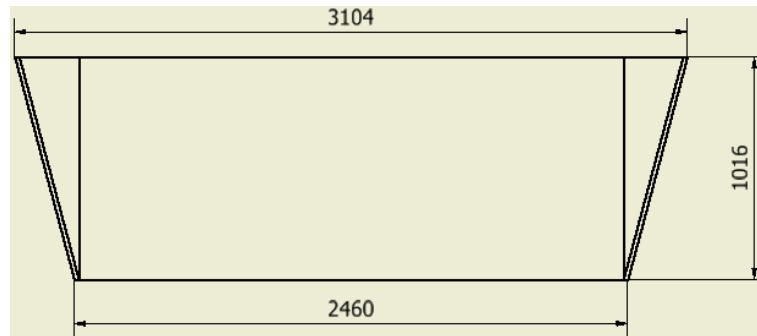


Figura 5.4: Plano chapa “d”, el espesor es de 10mm

Por simplificación de cálculo, se va tomar como un volumen trapezoidal sin tener en cuenta la curvatura que hace en los extremos, la diferencia del peso real con el supuesto es despreciable. El peso es:

$$\text{Peso chapa } d = \frac{301,4\text{cm} + 246\text{cm}}{2} \times 101,6\text{cm} \times 1\text{cm} \times \delta = 219\text{kg}$$

El peso de la carrocería se toma como un máximo de 1500kg. Entonces la carga total sobre la chapa “a” es:

$$\text{Peso total} = 1313\text{kg} + 326\text{kg} \times 2 + 219\text{kg} + 1500\text{kg} = 3684\text{kg}$$

El mismo se toma como peso de la batea hidráulica para cálculos estructurales en otros capítulos de este proyecto.

Debido a los refuerzos transversales, la chapa tener muchos puntos de apoyo que eviten las flexiones peligrosas. Para el cálculo estructural de verificación de la batea se va a utilizar una simulación con un software de diseño mecánico ya que analíticamente va ser un cálculo más complicado.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El software a utilizar va ser Autodesk Inventor y los análisis de deformaciones y coeficiente de seguridad dieron de la siguiente manera:

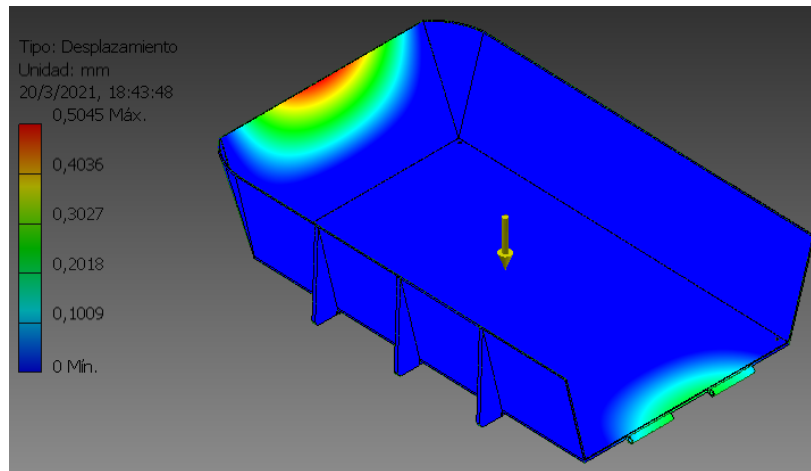


Figura 5.5: Simulación de esfuerzos, deformaciones.

Como se ve en la figura 5.5, las deformaciones máximas son de 0,5 mm, totalmente despreciables para el cálculo estructural.

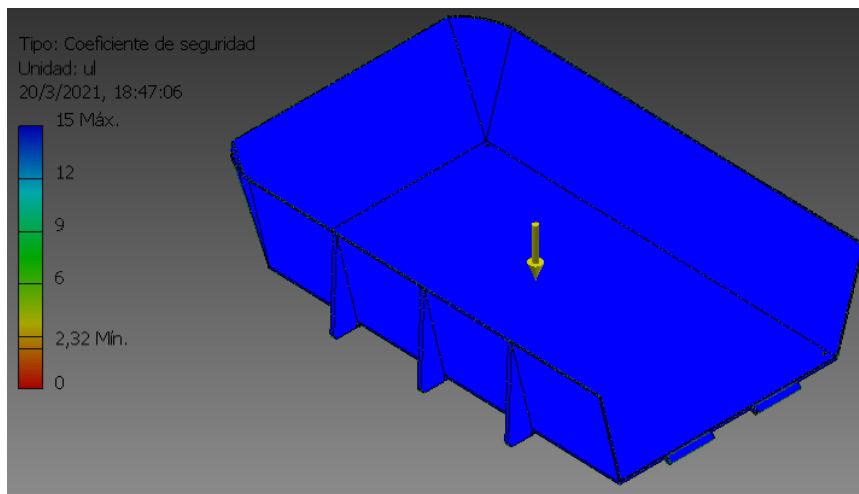


Figura 5.6: Simulación de esfuerzos, coeficiente de seguridad

El coeficiente de seguridad como se ve en la figura, indica un máximo de 15, por lo que se podría decir que la batea no solo va resistir, sino que también está sobredimensionada.

Para determinar la fuerza que debe aplicar el cilindro hidráulico, se va a realizar un cálculo estático de la batea para obtener las reacciones de vinculo, como se puede ver en la siguiente figura:

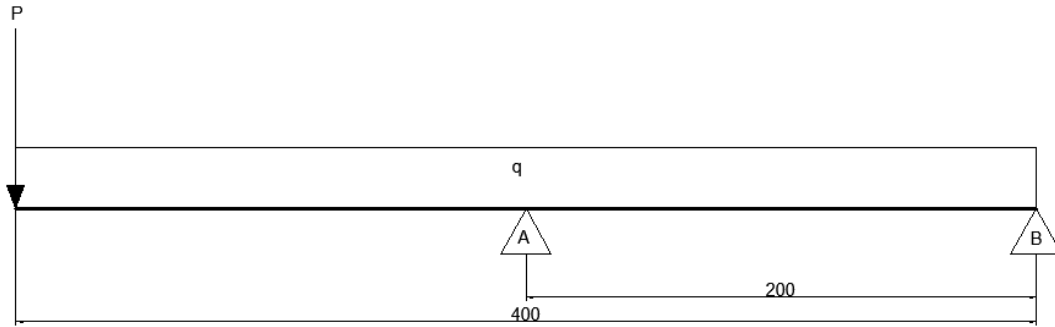


Figura 5.7: diagrama estático de la chapa "a"

El apoyo A va ser el brazo del cilindro hidráulico, el apoyo B va ser el punto pivot de la batea hidráulica y la carga P se refiere al peso de la chapa "d". Como se ve en la figura la distancia entre el punto pivot y el brazo hidráulico es de 200 cm (2000 mm, 2 m). A continuación, se efectúa el cálculo estático:

$$P=219\text{kg}; Q=326 \times 2 + 1313 + 1500 = 3465 \text{ kg}; q=3465/400 = 8,66 \text{ kg/cm.}$$

Para el cálculo de reacciones primero se hace una sumatoria de momentos en cualquier punto de apoyo y luego una sumatoria de fuerzas:

$$\sum M_B = 0$$

$$\sum M_B = P \times 400 + Q \times 200 - R_A \times 200 = 0$$

$$\sum M_B = \frac{P \times 400 + Q \times 200}{200} = R_A$$

$$R_A = 3903 \text{ kg} \uparrow$$

$$\sum F = 0$$

$$\sum F = P + Q - R_A + R_B$$

$$R_B = R_A - P - Q$$

$$R_B = 219 \text{ kg} \downarrow$$

5.1. Elección y verificación del cilindro hidráulico

Para la elevación de la batea se elige un cilindro telescópico de doble efecto, se eligen telescópicos por el hecho de que se necesitan una carrera larga en poco espacio.

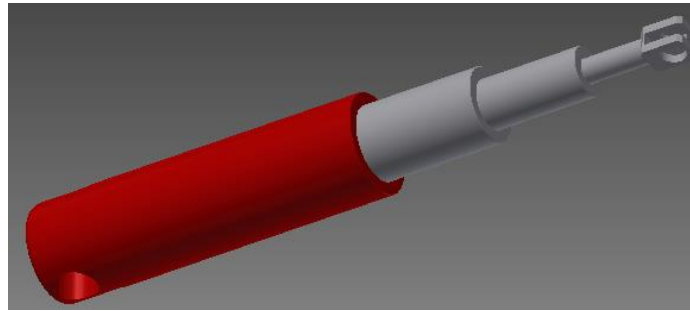


Figura 5.8: cilindro hidráulico telescópico

La batea se va inclinar un máximo de 45°, ya que ese ángulo de elevación es más que suficiente para que el material a triturar caiga por gravedad hacia los rodillos.

La elevación del cilindro tiene que ser de 200 cm aproximadamente. Se elige en un cilindro telescópico de 3 tramos, con una carrera de 66 cm cada uno.

La presión de trabajo es de 150 kg/cm². La fuerza a levantar por el cilindro es la reacción en el apoyo A. La misma irá disminuyendo a medida que la batea se vaya inclinando (por retirada de carga sobre la batea y por aumento de fuerza en el apoyo B).

$$F_A = 3903kg$$

Esta es la fuerza a levantar por el vástago del cilindro, pero para que el vástago se eleve se elige una fuerza de un 25% más grande que F_A .

$$25\% \text{ de } F_A = 975,75kg; \quad F_T = 3903 + 976 = 4879 kg$$

Esta es la fuerza mínima necesaria para que el vástago empiece a elevar la batea.

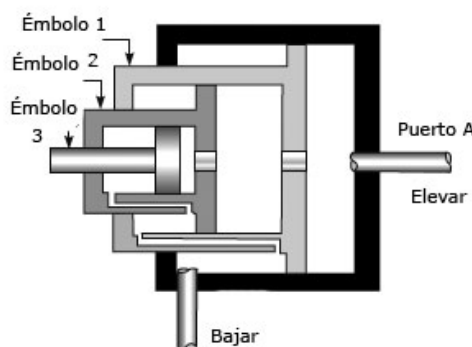


Figura 5.9: interior de un cilindro hidráulico telescópico.

Como se aprecia en la imagen, el cilindro va estar compuesto por 3 cámaras, que cada una contiene 1 pistón y vástago (émbolo) correspondiente, la carrera va a ser la misma en todos los tramos. Lo único que cambian son los diámetros y la fuerza correspondiente debido a que la presión es constante (150 bar).

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Para el cálculo de las fuerzas solo interesa saber los diámetros de los pistones.

Los diámetros de los vástagos sólo se van a verificar si los mismos resisten a las cargas de compresión y pandeo.

Para el cálculo se va a utilizar un cilindro con pistones de $\varnothing_1=20\text{cm}$, $\varnothing_2=14\text{cm}$; $\varnothing_3=8\text{cm}$ correspondientes y unos vástagos de $\varnothing_1=18\text{cm}$, $\varnothing_2=12\text{cm}$ y $\varnothing_3=6\text{cm}$ correspondientes.

Fuerza alcanzada por los pistones:

$$F1 = 150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi \times (20\text{cm})^2}{4} = 47124\text{kg}$$

$$F2 = 150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi \times (14\text{cm})^2}{4} = 23091\text{kg}$$

$$F3 = 150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{\pi \times (8\text{cm})^2}{4} = 7540\text{kg}$$

Las primeras fuerzas son muy elevadas, podrían elegirse tamaños menores pero los vástagos muy chicos podrían romperse debido a la carga a levantar.

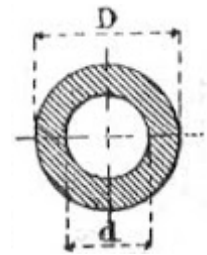
5.1.1. Cálculo de verificación de los vástagos.

Los mismos se van a verificar a compresión y pandeo.

- Verificación a compresión (utilizando cargas máximas del cilindro):

Carga máx. P1, P2, P3 (ver inciso precedente).

- Vástago 1: $D_1 = 18\text{cm}$, $d = 14\text{cm}$.
- Vástago 2: $D_2 = 12\text{cm}$, $d = 8\text{cm}$.
- Vástago 3: $D_3 = 6\text{cm}$.



Los vástagos 1 y 2, son de sección circular hueca, entonces:

$$\text{Área vástago 1} = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} \times (18^2 - 14^2) = 100\text{cm}^2$$

$$\text{Área vástago 2} = \frac{\pi}{4} \times (12^2 - 8^2) = 63.8\text{cm}^2$$

Material vástago: acero SAE 1045; $\sigma_f = 3867 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ $\sigma_t = 1933 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ($N = 2$)

La tensión a compresión va ser:

$$\sigma = \frac{P}{\text{Área}} = \frac{47124\text{kg}}{100\text{cm}^2} = 471 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma < \sigma_t \text{ verifica}$$

Para el vástago 2, la tensión va ser:

$$\sigma = \frac{23091kg}{63.8cm^2} = 362 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma < \sigma_t \text{ verifica}$$

Para el vástago 3, la tensión va ser:

$$Area = \frac{\pi}{4} \times (D)^2 = \frac{\pi}{4} \times (6)^2 = 28,27cm^2$$

$$\sigma = \frac{P}{\text{Área}} = \frac{7540kg}{28,27cm^2} = 267 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma < \sigma_t \text{ verifica}$$

- Verificación a pandeo

Como el vástago es de sección irregular a lo largo y las cargas son cada vez menores mientras el mismo avanza. Por simplicidad de cálculo se va suponer que todo el vástago es igual a la sección del vástago 3, porque es el más chico (6cm de diámetro) y tiene menor inercia. El momento de inercia de la sección circular es:

$$I = \frac{\pi}{64} \times (D)^4 = \frac{\pi}{64} \times (6cm)^4 = 63,6 \text{ cm}^4$$

Y para estar más del lado de la seguridad, se va suponer que la columna esta empotrada en un extremo y libre en el otro ($k = 2$), entonces la carga crítica a pandeo es:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{k \times L^2} = \frac{\pi^2 \times 2100000 \times 63,6}{2 \times 198^2} = 16812 \text{ kg}$$

$$P < P_{cr} \text{ Verifica}$$

P verifica con un coeficiente de seguridad de $N = 3,4$.

CAPÍTULO 6: TRANSMISIÓN Y TREN DE RODAJE

6. TRANSMISIÓN Y TREN DE RODAJE

Debido al tamaño y peso de la máquina, para que se adapte mejor a las irregularidades del terreno no va llevar ruedas convencionales, sino un tren de rodaje de oruga. Esto mejora la distribución del peso sobre la tierra, es decir la presión sobre el terreno.

En las máquinas de cadenas u orugas, las ruedas motrices, en vez de apoyar en el suelo, están dentadas y engranan con los casquillos que articulan entre sí los eslabones que forman las cadenas. Por el exterior de cada eslabón se atornilla una zapata, que es la que apoya y se agarra al suelo. De esta forma, al girar las ruedas motrices, gracias a su engranaje en las cadenas, va avanzando con el vehículo por encima de los carriles continuos formados por los eslabones de cada cadena y que constituyen el verdadero camino constantemente echado, pisado, recogido y vuelto a echar delante, por el que rueda la máquina.

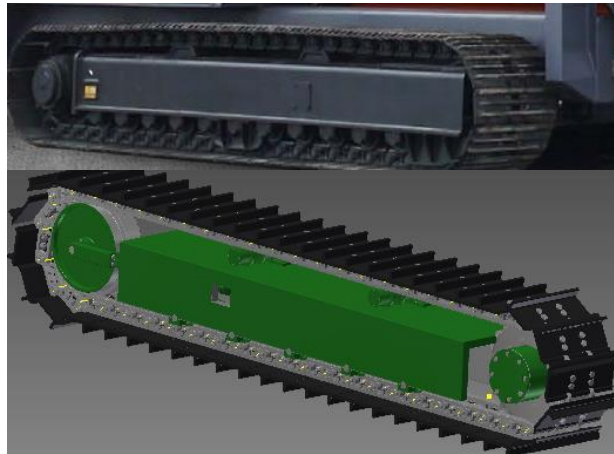


Figura 6.1: tren de rodaje tipo oruga.

Antes de entrar en detalle con el sistema de movimiento y transmisión se va proceder a calcular los largueros transversales los cuales servirán de apoyo al chasis y transmiten la carga a las orugas que van a ir al suelo. Estos largueros también sirven como barras estabilizadoras de las orugas.

6.1. Largueros transversales

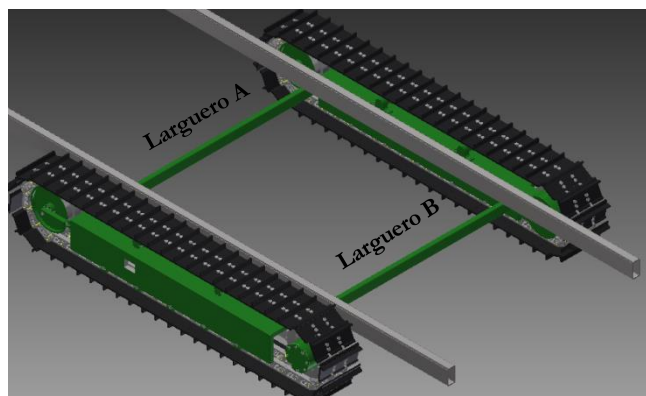


Figura 6.2: representación de los largueros transversales en 3D.

Los largueros transversales son los correspondientes al bastidor de la oruga de tracción. Estos largueros de 2,82 metros de longitud, van a tener cada uno como carga, la reacción correspondiente obtenida en el cálculo del chasis en el inciso 4.4.1.

Como las reacciones eran diferentes, cada larguero va estar sometido a distintos esfuerzos.

6.1.1. Larguero B (Indicado en la figura del inciso 6.1)

Las reacciones A del larguero longitudinal (ver inciso 4.4.1), van a convertirse en las cargas para el larguero transversal B. Por simplicidad de cálculo, por estar sometido a una carga mayor, se van a expresar los cálculos de dimensionamiento sólo para larguero B, utilizando el mismo material y tamaño para el larguero A.

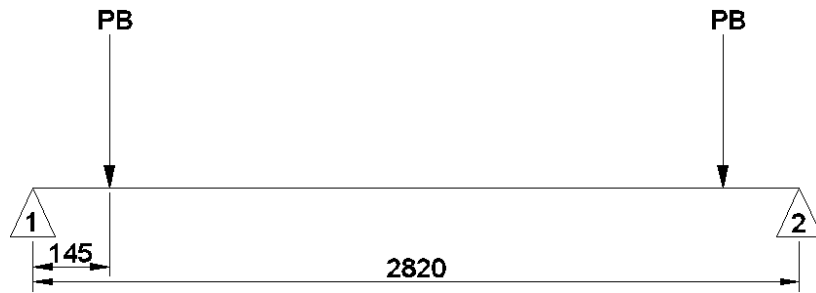
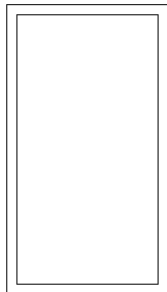


Figura 6.3: Diagrama estático, larguero B.

$$R1 = R2 = PB = 5040kg$$

Debido a que la carga está muy cerca del apoyo, van a ser tenidos en cuenta para los cálculos de resistencia, además de la flexión simple (ya vista en el capítulo 4), los esfuerzos de corte (corte puro y corte por flexión).

Se elige una viga de perfil rectangular hueco como la siguiente:

	Base = 100 mm
	Altura = 180 mm
	Espesor = 8 mm
	Área = 42.2 cm ²
	Momento de inercia de la sección (Ix) = 1772 cm ⁴
	Modulo resistente (Sx) = 197 cm ³

Material viga, acero de alta resistencia MLC grado 420, $\sigma_f = 4181 \frac{kg}{cm^2}$; $N = 2$; $\sigma_t = \frac{\sigma_f}{N}$

$$\sigma_t = 2090 \frac{kg}{cm^2}$$

Recordando que para tensiones de corte, la resistencia del material era $\tau = 0,6 \times \sigma$

Entonces la tensión máxima de trabajo es: $\tau_t = 0,6\sigma_t = 0,6 \times 2090 = 1254 \frac{kg}{cm^2}$

Verificación a la flexión.

Se conoce sin mucha necesidad de estudio que la flexión máxima va a ser en todas las secciones que estén entre los puntos de aplicación de carga. Como se muestra en el siguiente gráfico:

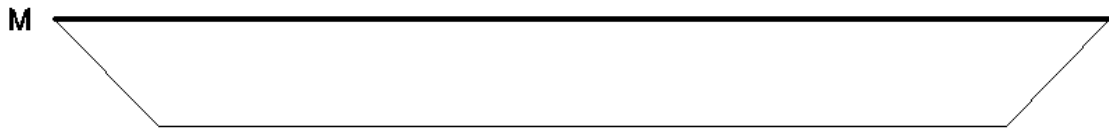


Figura 6.4: Diagrama de momento flector, larguero B

El momento flector máximo va ser:

$$M_{f_{max}} = R1 \times 14,5cm = 5040kg \times 14,5cm$$

$$M_{f_{max}} = 73080kg.cm$$

El esfuerzo de flexión máximo va a ser de:

$$\sigma = \frac{M_{f_{max}}}{S_x} = \frac{73080kg.cm}{197cm^3} = 371 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma < \sigma_t \text{ Verifica}$$

Verificación al corte Puro.

Recordando que el esfuerzo de corte es la fuerza normal a la sección de perfil sobre el área de dicha sección:

$$\tau = \frac{PB}{Area}$$

La tensión de corte en el larguero es:

$$\tau = \frac{PB}{Area} = \frac{5040}{42.4} = 119 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\tau < \tau_t \text{ Verifica}$$

Existe otra situación de corte debido a la flexión, que puede ser mucho más grande que la situación de corte puro. Pero esta situación no se aplica en este caso porque la viga tiene momento

flector constante (ver figura 6.4), es decir se encuentra en una situación de flexión pura (Teorema de Colignon – Jouraski).

6.2. Tren de rodaje tipo oruga

Al principio de este capítulo se mencionó que la movilidad de la maquina iba a ser a través de un tren de rodaje tipo oruga.

Aquí se van a especificar las partes del tren de rodaje oruga y de que están hechas cada una.



Figura 6.5: Tren de rodaje tipo oruga.

En la figura anterior se pueden ver números que son referencias de las partes del tren de rodaje. Las referencias son:

1. Zapatas de la oruga: Es la parte que está en contacto directo con el terreno, son de acero templado para maximizar su vida útil.
2. Ruedas: Están hechas de acero forjado.
3. Eslabones de la oruga: Forjados en una aleación de acero al boro y templados por inducción. El templado inductivo es un procedimiento en el cual se genera calor directamente en la pieza a través de campos magnéticos alternos.
4. Rodillos superiores: Sirven para sostener la cadena en la parte superior.
5. Rueda guía o tensora: Esta en un extremo, está compuesta con un resorte que se utiliza para tensar o aflojar la oruga.
6. Rodillos inferiores: Ayudan a distribuir la carga sobre el suelo, son forjados en una aleación de acero al boro y templados por inducción.
7. Bastidores laterales: Proporciona un marco de trabajo sólido.
8. Bujes: Partes que unen los eslabones de la cadena de la oruga, también son utilizados en el interior de los rodillos inferiores. En el interior de los rodillos superiores no se encuentran bujes, pero si contienen rodamientos. El material de los bujes son de Polietileno UHMW debido a sus buenas características físicas, resistentes al calor y anticorrosivas.

A continuación, se van a mostrar una imagen de cada una de las partes:

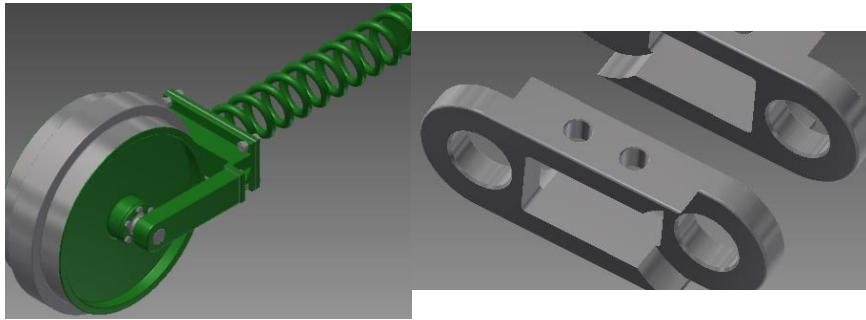


Figura 6.6; Izquierda: rueda guía. Derecha: eslabón.

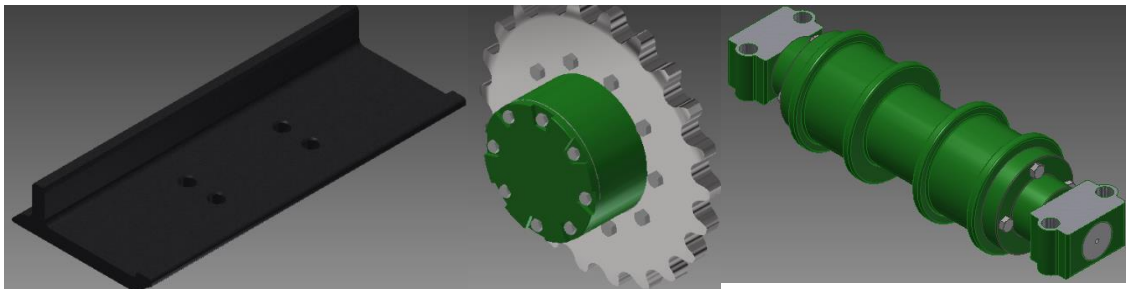


Figura 6.7; Izquierda: zapata. Medio: mando final de la rueda motriz. Derecha: rodillo inferior.

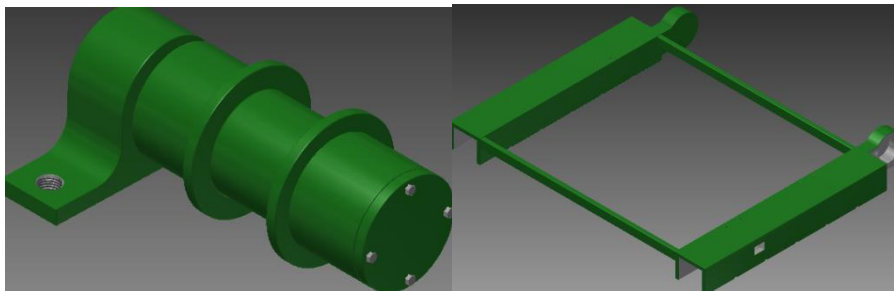


Figura 6.8; Izquierda: rodillo superior. Derecha: bastidor de la oruga.

6.3. Transmisión

La máquina funciona solamente en 2 marchas, una sola velocidad en sentido de avance y otra en reversa ya que no ha sido diseñada para trabajar en movimiento, ni para trasladarse distancias considerables.

El sistema de transmisión que se va a utilizar es llamado “transmisión hidrostática” y su funcionamiento es a través de la energía hidráulica. Este sistema tiene las ventajas sobre la transmisión mecánica como ser que es más simple, ocupa menos espacio y es más económico.

Este sistema consta de una bomba hidráulica que es accionada por el motor a combustión de la máquina, la misma extrae el fluido hidráulico del depósito y lo manda con una cierta presión y caudal a los motores hidráulicos.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Los motores hidráulicos son los que van a mover la rueda motriz de la oruga, cada rueda motriz va tener un motor hidráulico correspondiente. En la siguiente figura se muestra una imagen ilustrativa de transmisión hidrostática:

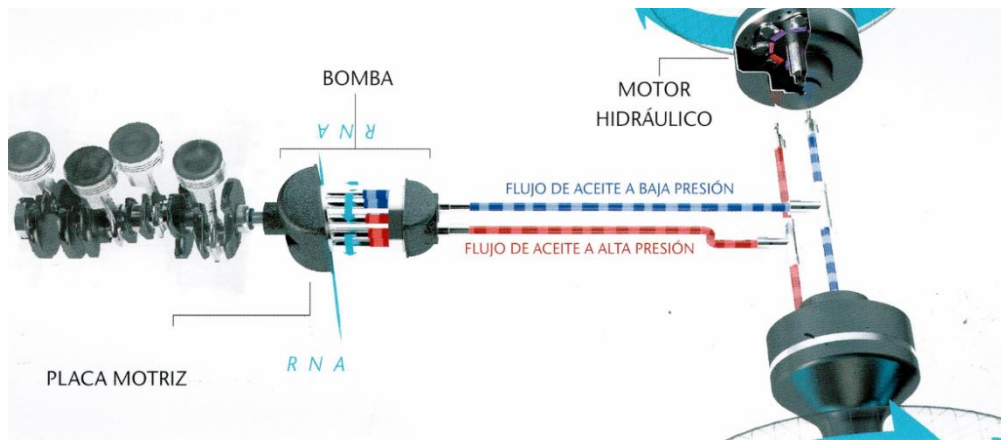


Figura 6.10: Ilustración de una transmisión hidrostática.

En el presente capítulo no se hablará en detalle sobre los elementos de esta transmisión hidrostática, ya que estos estarán detallados y fundamentados en el capítulo 8.

6.4. Mando Final

La rueda motriz no sale directamente a las revoluciones y par del motor hidráulico, sino que el mismo primero está acoplado a un reductor de velocidad y dicho reductor a la rueda motriz. Todo este conjunto se le llama mando final.

El reductor de velocidad consiste en un sistema de engranajes planetarios, ver siguiente figura:

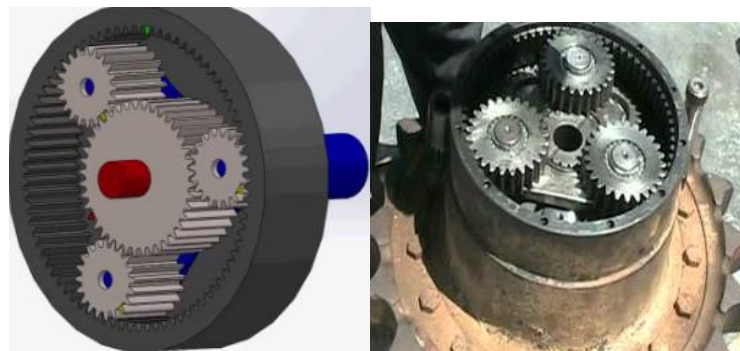


Figura 6.11: Engranajes planetarios y reductor de engranajes planetarios.

El sistema de engranajes planetarios consta de 3 tipos de engranajes distintos:

- Engranaje Solar: Es el engranaje central, donde proviene la toma de fuerza.

- Engranajes Planetas: Juego de 3 o 4 engranajes que rotan y a la vez se trasladan en movimiento circular. Estos son los engranajes conducidos y su movimiento se transmite a través del brazo portante.
- Engranaje Anular o de Anillo: Puede ser fijo o móvil, es el engranaje con el dentado interior, en el mismo los engranajes planetas pueden rodar sin deslizamiento.

Para el reductor de velocidad, el motor hidráulico está acoplado al engranaje solar y los engranajes planetas a la rueda motriz. El engranaje anular se mantiene fijo.

6.4.1. Diseño del Mando Final

En este capítulo se van a identificar los requerimientos necesarios para el motor hidráulico a partir de la velocidad de movimiento final diseñada para la máquina.

Como partida de cálculo, se conoce por diseño el diámetro de la rueda motriz ($\varnothing = 600\text{mm}$) y la velocidad final de la maquina ($\text{vel} = 120 \text{ m/min} = 7,2 \text{ km/h}$). Entonces la velocidad de angular o de rotación va a ser:

$$n = \frac{\text{vel}}{D \times \pi} = \frac{120 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{0,6\text{m} \times \pi} = 64\text{rpm}$$

Una vez obtenidas las revoluciones necesarias de la rueda motriz para el funcionamiento deseado de la máquina. Se va proceder con el cálculo del torque necesario de dicha rueda motriz para que pueda moverse.

La fórmula del par de arranque necesario para que la rueda gire en rodadura pura sobre el terreno es:

$$F_{\text{arranque}} \geq \frac{\mu_r}{R} \times N; \quad \frac{\mu_r}{R} = C_r$$

- μ_r : Coeficiente de rozamiento estático a la rodadura.
- R: Radio de la rueda motriz.
- N: Fuerza normal.
- C_r : Coeficiente de tracción.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El coeficiente de tracción está tabulado y se va mostrar en la siguiente tabla:

Tabla 6.4 Coeficientes de tracción para diversas superficies.

Superficie	Neumáticos	Orugas
Concreto rugoso, seco	0.80 1.00	0.45
Arcilla seca	0.50 – 0.70	0.90
Arcilla húmeda	0.40 – 0.50	0.70
Grava y arena húmeda	0.30 – 0.40	0.35
Arena suelta seca	0.20 – 0.30	0.30
Nieve seca	0.20	0.15-0.35
Hielo	0.20	0.10-0.25

Figura 6.12: Tabla de coeficientes de tracción

Viendo la figura y teniendo en cuenta que en nuestro proyecto es una oruga que funciona en cualquier tipo de terreno. Se va elegir el C_r más desfavorable que es de 0,9 (arcilla seca).

Para la fuerza normal se va utilizar la fuerza de la reacción RB (Ver inciso 6.1.1), como situación más desfavorable. $RB = 7253 \text{ kg}$

Entonces el momento de arranque (torque) necesario es:

$$M_a = C_r \times N \times R$$

$$M_a = 0,9 \times 7253 \text{ kg} \times 0,3 \text{ m} = 1958 \text{ kg.m}$$

Una vez definido el torque requerido para que las ruedas motrices puedan mover la máquina, ya se está en condiciones de calcular la potencia necesaria del motor hidráulico que va mover cada rueda motriz. La fórmula de potencia es:

$$Pot = \frac{M_a \times n}{716} = \frac{1958 \text{ kg.m} \times 64 \text{ rpm}}{716} = 175 \text{ HP}$$

Del capítulo 8 se sabe que la velocidad de rotación del motor hidráulico es de 1500 rpm. La velocidad de rotación de la rueda motriz es de 64 rpm. Entonces:

$$\frac{1500 \text{ rpm}}{64 \text{ rpm}} \cong 24$$

La división anterior nos dice que el reductor de velocidad a elegir debe tener una relación de transmisión de 1:24.

Estos reductores vienen en gamas comerciales y se eligen por catálogo. Se eligió uno de la marca Fellar, tipo PH2-B tamaño 400. El mismo puede trabajar sin inconvenientes para una relación de 1:24 y tiene un par de arranque nominal de 2500kg.m, es decir que podría trabajar sin inconvenientes.

CAPÍTULO 7:
DISEÑO Y CÁLCULO DE
LA CINTA
TRANSPORTADORA

7. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA CINTA TRANSPORTADORA.

En esta unidad se va proceder con el diseño y cálculo de la cinta transportadora, partiendo de unas condiciones propuestas y verificando si la cinta puede cumplir con dichas condiciones.

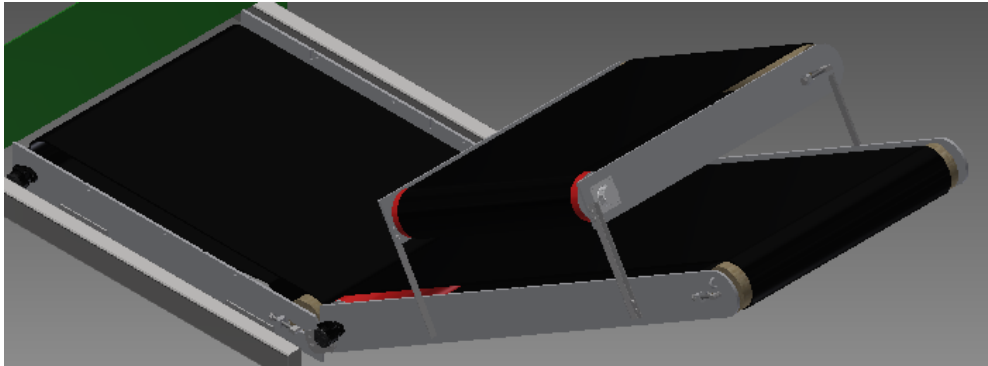


Figura 7.1: conjuntos de cinta trasportadoras.

El diseño del conjunto consiste en 3 cintas transportadoras. La primera es una cinta horizontal cuya su función va ser recibir el material ya triturado desde la zona de actuación de los rodillos para luego transportarlo. Dicho material cae por gravedad sobre la cinta, y la misma mueve el material hacia la segunda cinta. La segunda cinta es inclinada hacia arriba, su función es que el material tenga la elevación necesaria para ser depositado a posteriori sobre un contenedor, batea, etc. Además, tiene otra función que es la de sostener la tercera cinta que es la encargada de separar las partes metálicas (Ferromagnéticas). La cinta tercera es una cinta magnetizada y ubicada en dirección perpendicular a la cinta inclinada, su función es separar las partes metálicas de la carrocería triturada para su posterior reutilización de reciclaje.

En final de trabajo de la máquina, gracias a las cintas transportadoras el material se puede encontrar ya fragmentado y separado en dos componentes, uno es de los ya mencionados materiales metálicos ferromagnéticos para su reutilización en la siderurgia y el otro, pueden ser conjunto de otros materiales que se encuentren en la carrocería como pueden ser aluminio, bronce, plásticos, etc.

Los datos de partida para el diseño y cálculo de la cinta transportadora son:

- Dimensiones: 1660mm de Ancho, 2600mm de largo (parte horizontal), 4000mm de largo (parte inclinada).
- Cantidad de materia a transportar: Máximo 180 Ton/h.

Se entiende por cálculo de cinta transportadora la determinación de sus características técnicas (ancho, número y tipo de telas, calidad y espesor de la goma de cobertura) en relación a los materiales a transportar y a la potencia motriz necesaria por el motor que hace girar el tambor motriz.

Algunas otras características de la cinta transportadora son:

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

- Sistema de tensado: Tensor de husillo.
- Estaciones portantes: Planas (ramal superior e inferior).
- Recubrimiento de la banda: Engomada contra el impacto.

Del apunte de Instalaciones Agrarias (FRVM-UTN), de acuerdo al ancho de banda utilizado se extrae de una tabla la velocidad de la banda adecuada.

TABLA XXXIV
2. CALCULO DE LA VELOCIDAD
Velocidad máxima recomendada para bandas (en m/minuto)

Tipo del material a transportar				Tipo del material a transportar			
Ancho de banda	Granos y otros materiales fluidos	Materiales corrientes	Materiales muy abrasivos	Ancho de banda	Granos y otros materiales fluidos	Materiales corrientes	Materiales muy abrasivos
500	180	120	90	1.400	—	180	120
650	180	150	105	1.600	—	180	120
800	210	150	105	1.800	—	—	—
1.000	240	180	120	2.000	—	—	—
1.200	240	180	120	—	—	—	—

Figura 7.2: Tabla XXXIV, Velocidad máxima recomendada según ancho de banda

Como se puede apreciar en la tabla precedente, la velocidad máxima para un ancho de banda de 1600 mm y considerando un tipo de material muy abrasivo, es de 120 m/min = 2 m/s.

Con estos datos de entrada se está en condiciones de calcular requerimientos de fuerza y potencia de los tambores motrices. En el tramo horizontal e inclinado.

7.1. Tramo 1: Cinta horizontal.

Del apunte de instalaciones agrarias nombrado en el inciso precedente, se extrae la fórmula para la determinación de la fuerza de tracción del tambor motriz. Cuya fórmula es:

$$F_t = \frac{Q_m \times H}{3,6 \times V} + C \times f \times l \times \left(\frac{Q_m}{3,6 \times V} + P_{mov} \right)$$

- Q_m = Cantidad de materia a transportar (180 Ton/h).
- V = Velocidad de la banda (2 m/s).
- H (altura) = l (*largo de banda*) $\times \sin(\alpha) = 0$
- C = Coeficiente de resistencia variables según longitud, norma DIN 22101 (tabla).
- f = Coeficiente de fricción (tabla).
- l = Longitud de la cinta: 2,6 m.
- P_{mov} = Peso rodillos, más pista externa de rodamientos más peso de la cinta.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El valor del primer miembro de la ecuación es 0 porque $H = l \times \sin \alpha$, siendo el α el ángulo de inclinación respecto a la horizontal (de valor 0 ya que la cinta está horizontal).

El valor de C se extrae de la página 621 del apunte de instalaciones agrarias.

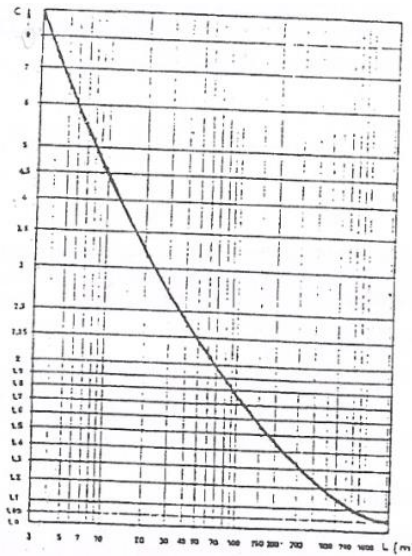


Fig. 404.—Coeficiente $C = \varphi(L)$.

Figura 7.3: Coeficiente de resistencia en función del largo de banda

El valor de C extraído de la tabla para una longitud de 2,6 metros es igual a 8 ($C = 8$).

El cociente $Q_m/3,6 \times V$, es siempre mucho más grande que P_{mov} , por lo tanto, una forma práctica es tomar P_{mov} igual a 2 veces el peso de la banda. La banda va tener 1,1 cm de alto, entonces como la banda va y viene, se toman como 2,2 cm.

El peso de la banda por metro de longitud, va a ser:

$$P_{mov} = volumen \times densidad = alto \times ancho \times largo \times densidad$$

$$P_{mov} = 2,2cm \times 166cm \times 100cm \times 1 \frac{g}{cm^3} = 36520 g = 36,52 \frac{kg}{m \text{ (de longitud de banda)}}$$

El coeficiente de fricción se extrae de la tabla XXXVI (Pág 636 del apunte de instalaciones agrarias).

TABLA XXXVI COEFICIENTE "f"	
f	CONDICIONES AMBIENTALES
0.022	Para unidades tanto de interior de mina como exteriores, pero con entretenimiento de primera clase y transportando mineral de hierro, carbón, etc., y no arena, grava o materiales sueltos (friables).
0.03	Para instalaciones a cielo abierto ambiente sucio, polvo, etc.
0.035	Para todas las instalaciones transportando arena, grava o materiales análogos que por sus características físicas son friables.

Figura 7.4: Tabla XXXVI, coeficiente de fricción según condiciones ambientales.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Se elige el valor de $f = 0,03$. Debido a que la instalación va estar a cielo abierto.

Con todos estos datos ya se está en condiciones de calcular la fuerza de tracción.

$$Ft = 8 \times 2,6m \times 0,03 \times \left(\frac{180Ton}{\frac{h}{3,6 \times \frac{2m}{s}}} + 36,52 \frac{kg}{m} \right)$$

$$Ft = 38kg$$

Con la fuerza de tracción y la velocidad de la banda se calcula la potencia motriz requerida, con la siguiente formula:

$$Pot = Ft \times V$$

$$Pot = 38kg \times 2 \frac{m}{s} = 76 \frac{Kg.m}{s}$$

$$Pot \cong 1HP$$

Para que la banda se desplace a una velocidad igual a la tangencial del tambor, es necesario que exista una adherencia entre banda y tambor. Para lograr dicha adherencia debe existir una relación entre el coeficiente de fricción (f), los valores de Ft (fuerza de tracción), Te y Ts (tensiones de entrada y salida del tambor) y θ (ángulo de arrollamiento). Observando del apunte se obtiene como resultado final que $Te = Ft \times K$, llamando al factor K “coeficiente de transmisión” y su valor se deduce por tabla.

Es importante determinar el valor de Te porque va a ser la tensión máxima que va estar sometida la banda, entonces desde este valor vemos si la banda resiste los esfuerzos en que está sometida.

El ángulo de arrollamiento (θ) va ser de 220° , de la tabla XXXVIII (Pág. 638 del apunte de instalaciones agrarias) se obtiene el valor K .

TABLA XXXVIII											
FACTOR DE ACCIONAMIENTO "K" (Tensor de husillo)											
TIPO DE ACCIONAMIENTO	UNICO TAMBOR				TAMBOR UNICO CON POLEA ADICIONAL						
	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	260°	—	—	—
Tambor desnudo	2,05	—	1,93	—	1,82	—	1,73	1,66	—	—	—
Tambor forrado	1,85	—	1,72	—	1,64	—	1,57	1,51	—	—	—
TIPO DE ACCIONAMIENTO	UNICO TAMBOR				TAMBORES EN TAMDEM						
	—	340°	360°	380°	400°	420°	440°	460°	480°	—	—
Tambor desnudo	—	1,46	1,43	1,41	1,39	1,37	1,36	1,34	1,33	—	—
Tambor forrado	—	1,36	1,33	1,31	1,29	1,28	1,27	1,265	1,26	—	—

Figura 7.5: Tabla XXXVIII, Factor de accionamiento según el ángulo θ .

Para un tambor forrado y ángulo de 220° , el factor K es igual a 1,64. Entonces:

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

$$Te = Ft \times K$$

$$Te = 38 \times 1,64 = 62kg$$

De la tabla XXXIX (Pág. 642 del apunte de instalaciones agrarias) se extrae las tensiones máximas de trabajo.

TABLA XXXIX
TENSIONES DE TRABAJO MÁXIMAS EN KGS/CM/TELA

TEJIDOS	Unión meta- lica y tensor husillo	Unión meta- lica y tensor gravedad	Unión vulca- nizada y ten- sor husillo	Unión vulca- nizada y ten- sor gravedad
Algodón 28 oz.	4,5	4,8	4,8	5,4
Algodón 32 oz.	5,4	5,7	5,7	6,3
Algodón 33 1/2 oz.	5,9	—	6,3	—
Starlon CN-45	7,2	7,5	7,5	8
Super-Starlon NN-45	7,2	7,5	7,5	8
Super-Starlon NN-60	9	9,8	9,8	10,7
Super-Starlon NN-80	12,2	13,2	13,2	14,3
Super-Starlon NN-100	15	16,5	16,5	17,9
Super-Starlon NN-120	17,9	19,7	19,7	21,5
Super-Starlon NN-140	21,4	23,2	23,2	25
Super-Starlon NN-160	25	26,8	26,8	28,6

Figura 7.6: Tabla XXXIX, Tensiones de trabajo máxima de acuerdo a las características de la cinta.

El material de la banda va ser de Algodón 28 oz, con unión vulcanizada y tensor de husillo. Entonces de la tabla se obtiene el valor de $4,8 \frac{kg}{cm} \times telas$. Esto es la resistencia de una tela de ese material en dichas condiciones, se va utilizar una banda de 3 telas.

$$Tension\ max(Tmax) = 4,8 \frac{kg}{cm.tela} \times Ancho \times Num\ de\ telas$$

$$Tmax = 4,8 \frac{kg}{cm.tela} \times 166cm \times 3telas = 2390kg$$

$$Tmax \gg Te$$

La banda va resistir muy cómodamente la tensión máxima que esta solicitada.

Como último se va a determinar el diámetro del tambor motriz, para el mismo se va utilizar la tabla XLIII (Pág. 645 del apunte de instalaciones agrarias).

TABLA XLIII
DIÁMETROS MÍNIMOS DE LAS POLEAS (en mm. por tela)

Tejido	Poleas motrices	Polea conducida y de apoyo en alta tensión (snub)	Polea de apoyo baja tensión (snub)
Algodón 28 oz.	100	75	65
Algodón 32 oz.	125	100	75
Algodón 33 1/2 oz.	125	100	—
Starlon CN-45	115	90	65
Super-Starlon NN-45	90	75	65
Super-Starlon NN-60	100	75	65
Super-Starlon NN-80	115	90	65
Super-Starlon NN-100	130	100	75
Super-Starlon NN-120	150	130	100
Super-Starlon NN-140	180	150	130
Super-Starlon NN-160	200	180	150

NOTA.—Esta tabla abarca las correas que funcionan con una tensión de servicio comprendida entre el 75 % y el 100 % de la tensión máxima recomendada. Los diámetros se pueden reducir en un 20 % cuando la tensión de servicio está comprendida entre el 50 % y el 75 % de la tensión máxima recomendada y en un 30 % cuando la tensión de servicio es inferior al 50 %.

Figura 7.7: Tabla XLIII, diámetros mínimos de las poleas

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Como se ve en la figura, para algodón 28 oz y polea motrices, el diámetro mínimo es de 100 mm/telas. Habiendo 3 telas:

$$\varnothing_{min} = 100 \frac{mm}{tela} \times 3telas = 300mm = 30cm.$$

Se opta por un diámetro de 300mm. La velocidad de rotación es $n = \frac{V \times 60}{\varnothing \times \pi} = \frac{2m/s \times 60}{0,3m \times \pi} = 127rpm$.

7.2. Tramo 2: Cinta inclinada.

En este tramo, la cinta transportadora va estar inclinada 30° con respecto a la horizontal (línea paralela al suelo).

Las características dimensionales son exactamente iguales que la del tramo 1, el único cambio es la longitud (l) que es de 4000 mm (4m).

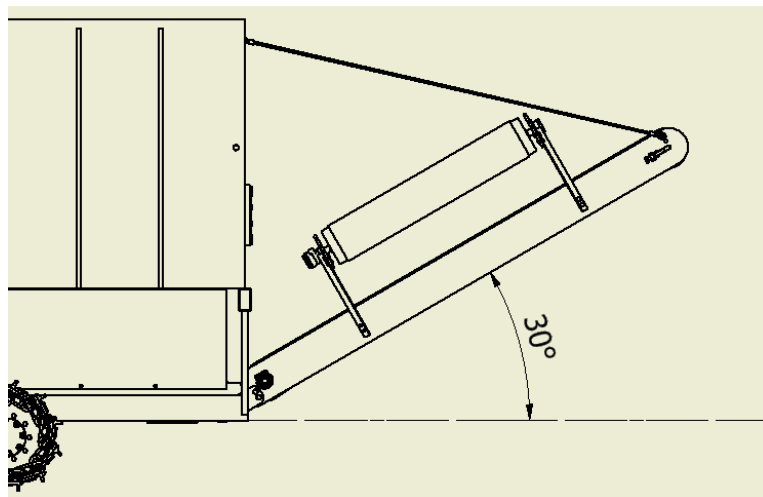


Figura 7.8: Cinta transportadora inclinada

La fórmula para la determinación de la fuerza de tracción es:

$$Ft = \frac{Q_m \times H}{3,6 \times V} + C \times f \times l \times \left(\frac{Q_m}{3,6 \times V} + P_{mov} \right)$$

- Q_m = Cantidad de materia a transportar (180 Ton/h).
- V = Velocidad de la banda (2 m/s).
- $H = l$ (largo de banda) $\times \sin(\alpha) = 4m \times \sin 30^\circ = 2m$ (2000mm).
- C = Coeficiente de resistencia según longitud (tabla).
- f = Coeficiente de fricción = 0,03 (Ver inciso anterior).
- l = Longitud de la cinta: 4 m.
- $P_{mov} = 33,2$ kg/m (Ver inciso anterior).

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El valor C se extrae de la figura 7.3 (inciso anterior), el valor obtenido es de 4,5.

$$Ft = \frac{180 \times 2}{3,6 \times 3} + 4,5 \times 4 \times 0,03 \times \left(\frac{180}{3,6 \times 3} + 36,52 \right)$$

$$Ft = 83kg$$

Potencia motriz requerida:

$$Pot = Ft \times V$$

$$Pot = 83kg \times 2 \frac{m}{s} = 166 \frac{Kg.m}{s}$$

$$Pot = 2,1 HP$$

La tensión máxima que va estar sometida la banda (T_e), va a ser calculada de la siguiente manera (Ver explicación en el inciso anterior):

$$T_e = Ft \times K$$

$$T_e = 83 \times 1,64 = 136kg$$

La capacidad de trabajo de la cinta ($T_{m\acute{a}x}$) es de 2390kg (Ver inciso anterior). Esta es muy superior a T_e , por lo que resiste conformemente a la tensión máxima aplicada.

El diámetro del tambor motriz es del mismo tamaño al del tramo 1 (Ver inciso anterior).

7.3. Tramo 3: Cinta Magnetizada.

El conjunto va contar con un tercer tramo de cinta que está magnetizado, el mismo va ser perpendicular y va estar por encima del tramo 2 (parte inclinada).

La cinta va ser de longitud corta y tiene como único objetivo separar las partes magnéticas del material ya triturado.



Figura 7.9: Cinta transportadora magnetizada para separar las partes metálicas

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Como se ha mencionado anteriormente, las partes metálicas ferromagnéticas se van a separar del resto a través de esta cinta. Por ende, el acero (que es el principal componente de la carrocería de un automóvil), se va a separar y almacenar para su posterior reutilización.

El marco de la cinta está construido con acero inoxidable AISI 304 para evitar la magnetización lateral.

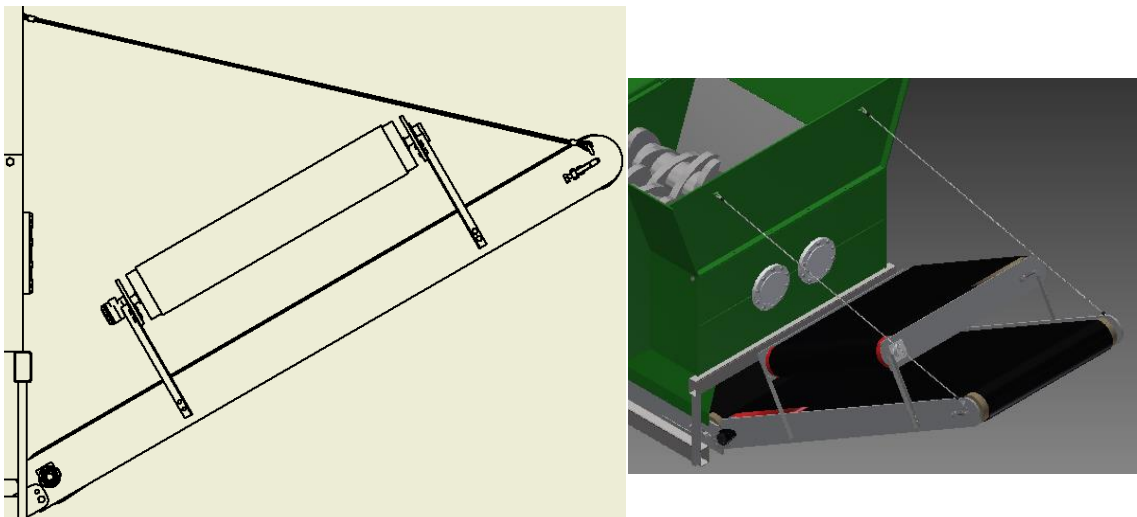
En el interior de la cinta se encuentra una placa magnética permanente, logrando así la adherencia de los materiales ferromagnéticos. La placa magnética está formada por un imán de Neodimio, el mismo es una aleación de neodimio, hierro y boro, siendo uno de los imanes permanentes con campos magnéticos más fuertes conocidos. Se va utilizar este material ya que los pedazos de carrocería a retirar son de tamaño y peso considerable.

La placa de Magnética va ir colocada en la parte media de la cinta obteniendo en esa zona su campo magnético más fuerte más fuerte pudiendo atraer las piezas metálicas a separar. Luego cuando llega al extremo final, el campo magnético es ya es muy débil, retirándose las piezas de la cinta por efecto de la gravedad misma.

La longitud de esta cinta va ser de 2140 mm (2,14 m), y las características van a ser igual al tramo 1. Es decir, va tener mismo diámetro de tambor motriz, mismo ancho y material de banda. No se le van hacer cálculos de verificación porque la distancia es más chica que la del tramo 1 todavía. Entonces no es necesario cálculo para verificar que la banda resiste. La potencia motriz se toma igual a la del tramo 1.

7.4. Cálculo estático de la Cinta Inclinada.

En este inciso se van a calcular las reacciones de vínculo necesarias para mantener la cinta inclinada en posición estática.



Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Figura 7.10: Cinta transportadora inclinada y magnetizada, fijada a la máquina.

Como se puede ver en la figura, hay dos cables que sostienen parte del peso del conjunto de cintas. Dichas cuerdas se encuentran una en cada extremo en lo ancho de la cinta inclinada (a la misma altura) y terminan fijadas a la parte superior de la máquina. Estos van a considerarse como unos de los vínculos que mantienen al conjunto de cintas estáticamente.

Los vínculos restantes están en la parte inferior, cada extremo a lo ancho de la cinta inclinada está fijo a los respectivos extremos de la cinta horizontal que apoya sobre la máquina.

Se van a realizar entonces un análisis estático para saber las fuerzas que aplican las cuerdas y el punto de apoyo del conjunto de cintas (inclinada junto a la magnetizada) con la máquina.

Primero se va a realizar un diagrama cuerpo libre del sistema.

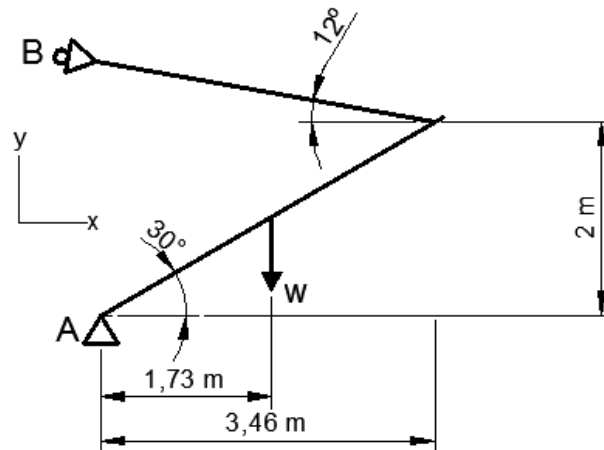


Figura 7.11: Diagrama cuerpo libre del conjunto de cintas

Ahora se van a utilizar cálculos estáticos para determinar las reacciones en los puntos A y B. La reacción B es la proveniente de la cuerda y la reacción A proveniente al apoyo de la cinta inclinada.

Como dato se supone como un peso exagerado de las cintas (inclinada junto a la magnetizada) de 600 kg ($W = 600$ kg).

$$\sum M_A = 0; \quad W \times 1,73 - R_y \times 3,46 - R_x \times 2 = 0$$

- $R_y = R \times \sin(12^\circ)$
- $R_x = R \times \cos(12^\circ)$

$$W \times 1,73 - R \times \sin(12^\circ) \times 3,46 - R \times \cos(12^\circ) \times 2 = 0$$

$$W \times 1,73 - R \times [\sin(12) \times 3,46 + \cos(12) \times 2] = 0$$

$$R = \frac{W \times 1,73}{[\sin(12) \times 3,46 + \cos(12) \times 2]}$$

$$R = \frac{600 \times 1,73}{2,67} = 389kg$$

R es el valor de tensión que van a tener los cables, al ser 2 cables.

$$R_B = \frac{R}{2} = \frac{389}{2} \cong 195kg$$

Ahora se van a calcular las reacciones en el punto A. Con sumatoria de fuerzas en X e Y.

$$\sum Y = 0; Ry + RA_y - W = 0$$

$$RA_y = W - Ry$$

$$RA_y = 600 - 389 \times \sin(12)$$

$$RA_y = 519kg \uparrow$$

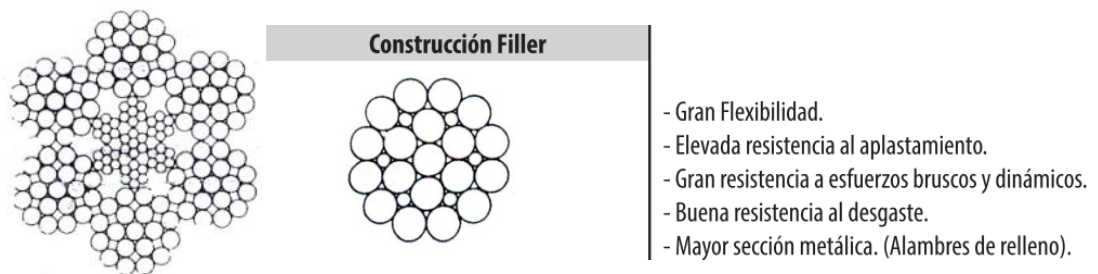
$$\sum X = 0; RA_x - Rx = 0$$

$$RA_x = Rx = 389 \times \cos(12)$$

$$RA_x = 380kg \rightarrow$$

Estas reacciones se calcularon porque van a ser una parte de las cargas sobre la estructura.

Los cables que sostienen la cinta son de acero inoxidable, del tipo 6 x 19 de construcción Filler (norma IRAM 547). El primer multiplicando indica el número de cordones de cable que contiene la sección y el segundo indica la cantidad de alambres que tiene dicho cordón. En la siguiente figura se puede ver indicaciones de un cable de tipo Filler.



(Figura 7.12: Cable de acero construcción Filler)

El diámetro nominal del cable de acero de tipo Filler que hay normalizado es el de 8mm y tiene una carga mínima de rotura de 4800 kgf. Con un coeficiente de seguridad $N = 2$, se podría decir que se tiene una carga mínima de rotura de 2400kg.

La tensión en cada cable calculada anteriormente es de 195kg. Por lo tanto, los cables verifican la resistencia ($4800kg \gg 195kg$).

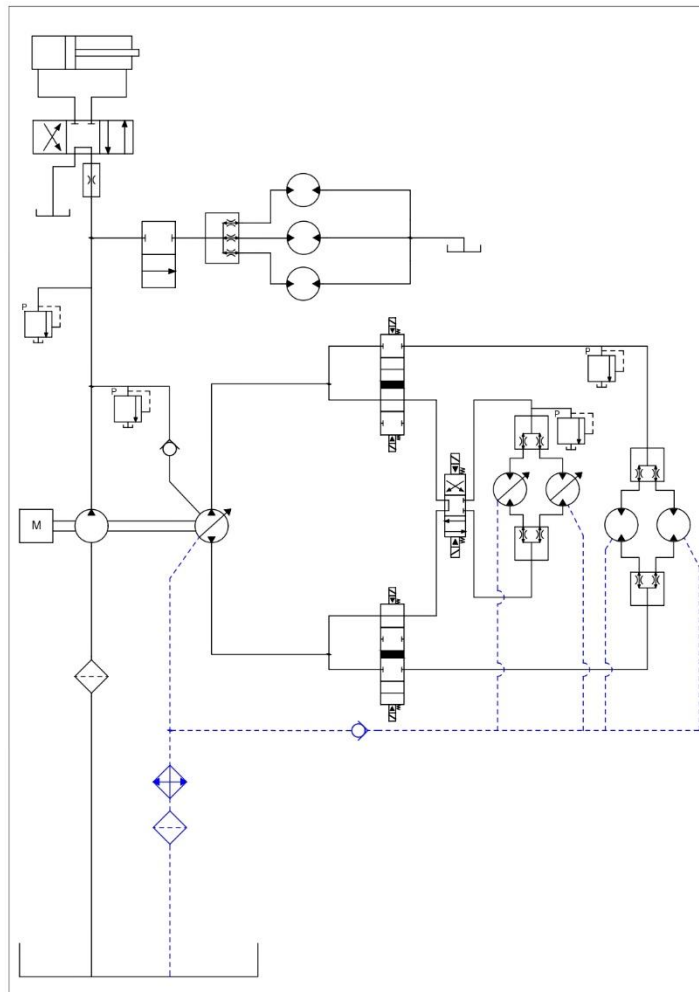
CAPÍTULO 8: SISTEMA HIDRÁULICO

8. SISTEMA HIDRÁULICO

En esta unidad se va a proceder con el diseño del circuito hidráulico. Para eso primeramente se van a identificar todos los componentes hidráulicos que tengan la máquina, ellos son:

- Motores que hacen girar los rodillos trituradores (2).
- Actuador de la batea hidráulica (1).
- Motores que hacen girar los tambores motrices de las cintas transportadoras (2).
- Motores de la transmisión oruga (2).

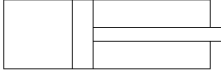
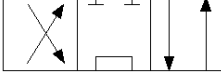
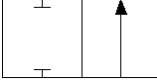
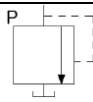
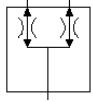
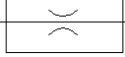







Como se aprecia de lo dicho con anterioridad, hay muchos actuadores y el circuito hidráulico va a ser bastante complejo. El mismo va a estar conformado por dos partes: La primera va a estar conformada en un circuito cerrado, es decir, que el fluido hidráulico extraído del depósito una vez que pase desde la bomba al motor, vuelve a la bomba en vez de retornar al depósito. La segunda parte va a consistir en un sistema abierto con el flujo siempre en una misma dirección. En la siguiente figura se muestra el diagrama del circuito hidráulico de la máquina.



Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Figura 8.1: Circuito hidráulico.

La figura anterior muestra el circuito hidráulico, a continuación, indicaremos cada uno de sus componentes según su simbología:

<u>SIMBOLO</u>	<u>REFERENCIA</u>
	Actuador (cilindro hidráulico doble efecto).
	Válvula (4 vías, 3 posiciones).
	Válvula (2 vías, 2 posiciones).
	Válvula reguladora de presión (Válvula de seguridad).
	Divisor de flujo (en ambos sentidos).
	Válvula reguladora de caudal (en un solo sentido).
	Bomba hidráulica de caudal fijo.
	Motor hidráulico bidireccional de caudal fijo.
	Bomba hidráulica bidireccional de caudal variable.
	Refrigerador (intercambiador de calor).
	Filtro de aceite.
	Depósito de aceite
	Motor combustión interna.


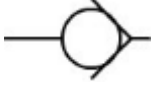

	Pulsador electrónico. (Solenoides)
	Válvula antirretorno.
	Retorno del fluido de la carcasa (en el circuito cerrado)

Tabla 8.2: Referencias del circuito hidráulico

8.1. Circuito cerrado

Como se dijo anteriormente, en esta parte del circuito el fluido hidráulico retorna del motor a la bomba. Este circuito está compuesto por:

- Bomba de carga (engranajes u orbitales): Es la encargada de proveer el flujo requerido por el mecanismo de ajuste de la bomba variable.
- Bomba principal (de pistones axiales): Es la encargada de generar la presión y caudal necesarios para el motor hidráulico. La misma es bidireccional y de caudal variable.
- Motor hidráulico: puede ser de pistones radiales o axiales, de caudal fijo, pueden girar en sentido horario o anti horario dependiendo del sentido de flujo determinado por la bomba.
- Refrigerador: En el circuito cerrado, tanto la bomba como el motor tienen un sistema de retorno que se usa cada cierto tiempo para evitar sobrecalentamientos del aceite, el mismo pasa por un radiador (intercambiador de calor) enfriándose antes de volver al depósito.

En la figura del diagrama hidráulico se puede ver que hay dos sistemas diferentes que dependen de la misma bomba, uno de ellos es para la transmisión de la máquina (movilidad de la misma a través de la rueda motriz de la oruga), y el otro es para el funcionamiento de los rodillos trituradores. Estos dos sistemas nunca trabajarán en simultáneo, ya que a través de una válvula activada por el control del operario se elige si la máquina va estar en posición de trabajo o en posición de movimiento.

8.1.1. Circuito para posición de trabajo

Esta posición es la que se utiliza para mover los rodillos trituradores. El mismo consta de una válvula que cambia el sentido de rotación de los motores para evitar atascamiento.

Los motores hidráulicos de los rodillos se conectan de manera que uno esté girando siempre en sentido contrario al otro.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El circuito de funcionamiento aislado se puede apreciar en el siguiente diagrama:

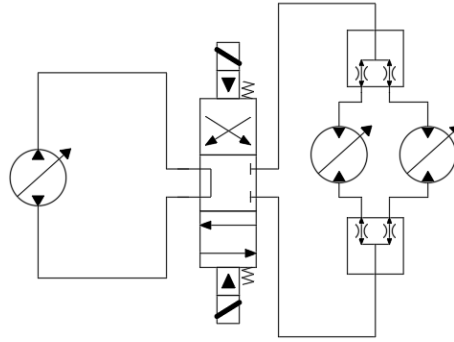


Figura 8.3: Esquematación de la posición de trabajo incluyendo los dos motores.

Elección de los Motores:

Como se ha visto en el capítulo 3, cada rodillo triturador tiene que lograr un torque máximo de 22579 kg.m (221274 N.m).

Debido a la gran exigencia de torque, se va a elegir un motor de pistones radiales, que son los que más torque pueden generar a baja revoluciones.



Figura 8.4: Motor hidráulico de los rodillos trituradores

Se elige un motor marca Denison – Calzoni, modelo MRTE 23000. El mismo puede tener un desplazamiento de 7000 a 23000 cm³/rev, y una presión de trabajo de 350 bares. Tiene una potencia máxima de 410 HP a una velocidad de 45rpm. Entonces para el torque requerido:

$$T = \frac{HP \times 716}{rpm}; rpm = \frac{HP \times 716}{T}$$

$$rpm = \frac{410HP \times 716}{22579} = 13 rpm$$

Si bien es un poco más veloz que la velocidad predispuesta en el capítulo 3 (10 rpm), la diferencia es muy pequeña y por ende aceptable.

Se va elegir un desplazamiento medio fijo de 1000 cm³/rev, entonces el caudal necesario va ser de:

$$Caudal (Q) = 10000 \frac{cm^3}{rev} \times \frac{11rpm}{1000} = 110 \frac{lbs}{min} \cong 29 \frac{gal}{min}$$

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

El caudal es necesario conocerlo para poder después elegir el volumen de la bomba.

Elección de la Bomba:

La bomba hidráulica va a ser una que es común tanto para los rodillos trituradores como para las ruedas motrices de la oruga de tracción. La misma es una bomba de pistones axiales de caudal variable y sentido de flujo reversible.

Se va buscar una bomba en el cual pueda llegar a la presión de trabajo y caudal necesario para los requerimientos vistos en el inciso interior. De un catálogo se ha encontrado:

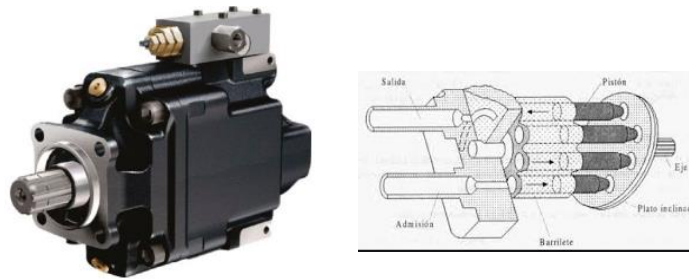


Figura 8.5: Bomba de pistones axiales

Se ha encontrado una de Bezares.S.A, modelo VP130.

La misma tiene un caudal de 64 gal/min (243 lts/min) a 1900 rpm y puede trabajar con presiones de hasta 400 bares.

Se utiliza esta bomba ya que puede tener una capacidad de alimentar los dos caudales generados por cada rodillo triturador. También va servir para alimentar a las ruedas motrices cuando este el circuito esté en posición de transporte, ya que los requerimientos de los motores hidráulicos que usan las ruedas motrices son menores.

Elección de la Manguera Hidráulica:

Se van a utilizar mangueras de extrema presión (DIN 20023-4SP). Formada por 4 mangueras reforzadas con goma de alambre espiral de acero.

Tubo resistente al aceite sintético y biodegradable. Refuerzo formado con 4 mallas espiradas con alambre de acero templado.

La manguera va tener un diámetro interior de 2 pulgadas (50,8 mm), un diámetro exterior de 70,6 mm y una presión de ruptura de 688 bares.



Figura 8.6: Manguera de extrema presión.

En los ramales en los cuales se divide el flujo a la mitad (una para cada motor), el diámetro interior va a ser de 1 pulgada (25,4 mm).

8.1.2. Posición de Transporte

En esta posición el circuito es el mismo que la posición de trabajo, pero cambia cuando la actúa la válvula que desvía el flujo de aceite hacia los motores de las ruedas motrices. Entonces lo primero que se va hacer es ver las exigencias y elegir un motor hidráulico correspondiente. Este circuito va a tener dos motores, uno en cada rueda motriz de la oruga.

Por lo visto en el capítulo 6, el motor necesita una potencia de 175HP para poder mover la máquina a partir del reposo para cualquier condición de terreno.

Se elige un motor de pistones axiales, bidireccional de caudal fijo.



Figura 8.7: Motor hidráulico para oruga

El motor elegido es de la marca Verion, modelo LY-A2F80W, el mismo tiene una potencia de 200HP, una presión de trabajo máxima de 350 bares y un desplazamiento máximo de 80 cc/rev.

La velocidad de trabajo máxima es de 3000 rpm. Esta misma va a ser limitada por el caudal máximo que puede recibir de la bomba, entonces sabiendo que el caudal máximo que la bomba puede transmitir a cada motor es de 121 lts/min (ver inciso precedente), las rpm máximas que va alcanzar cada motor es de:

$$\text{Caudal } (Q) = \text{Desplazamiento} \times \frac{\text{rpm}}{1000}$$

$$\text{rpm} = \frac{\text{Caudal}(Q) \times 1000}{\text{Desplazamiento}}$$

$$\text{rpm} = \frac{121 \frac{\text{lts}}{\text{min}} \times 1000}{80 \frac{\text{cm}^3}{\text{rev}}} = 1500$$

La velocidad de trabajo máxima alcanzada por los motores hidráulicos va a ser de 1500 rpm.

8.2. Circuito Abierto

En este circuito el fluido hidráulico recorre todo el circuito y una vez llegado al actuador retorna al depósito. Los componentes son:

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

- Bomba hidráulica de caudal constante: De engranajes, cumple dos funciones: una de alimentar el circuito abierto y otra como bomba de pre-carga del circuito cerrado.
- Cilindro hidráulico que eleva la batea.
- Motores hidráulicos que mueven los tambores motrices de la cinta transportadora.

Cilindro batea hidráulica.

El mismo con la presión de 150 bar va elevarse sin inconvenientes (ver capítulo 5), solamente se va calcular un caudal necesario para que la velocidad de avance no sea muy excesiva.



Figura 8.8: Cilindro telescópico, batea hidráulica.

La velocidad de elevación deseada para el tercer tramo (más rápido) es de 790 cm/min (7.9 m/min)

Del capítulo 5, se sabe que el diámetro interior del cilindro hidráulico en el tramo más chico es de 8 cm (80 mm). Entonces:

$$Q(\text{caudal}) = v(\text{vel}) \times A(\text{area})$$

$$Q = 790 \frac{\text{cm}}{\text{min}} \times \frac{\pi \times (8\text{cm})^2}{4} = 39709 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 39,7 \frac{\text{lbs}}{\text{min}}$$

Con este caudal, la velocidad para el primer tramo cuyo diámetro es de 20 cm, va ser:

$$\text{Vel} = Q \div \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right)$$

$$\text{Vel} = 39709 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \div \left(\frac{\pi \times (20\text{cm})^2}{4} \right) = 126 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 1,26 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Elección de los Motores hidráulicos para los tambores motrices.

Aquí tenemos 3 motores hidráulicos, dos iguales (para la cinta horizontal y la cinta magnetizada) y otro para la cinta inclinada.

Todos los motores hidráulicos van a girar a la misma velocidad angular de 127 rpm.

En cinta transportadora inclinada, el tambor motriz necesita una potencia de accionamiento de 2,1 HP (ver capítulo 7). El torque que va necesitar el motor hidráulico va ser de:

$$T = \frac{Pot(HP) \times 716}{rpm} = \frac{2,1HP \times 716}{127rpm} = 11,8 \text{ kg.m} = 116 \text{ N.m}$$

Para las otras dos cintas, el tambor motriz necesita una potencia de accionamiento de 1 HP (ver capítulo 7). El torque que va necesitar cada motor hidráulico va ser de:

$$T = \frac{Pot(HP) \times 727,7}{rpm} = \frac{1HP \times 727,7}{127rpm} = 5,72 \text{ kg.m} = 56 \text{ N.m}$$

Se van a utilizar motores hidráulicos orbitales marca Livenza.

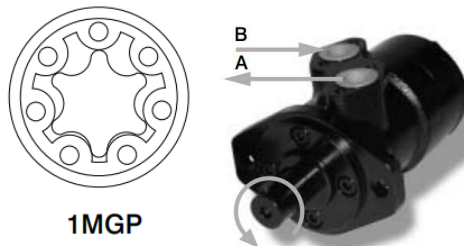


Figura 8.9: Motor hidráulico orbital.

Para la cinta inclinada se elige el modelo MLR50, cuyo torque máximo y desplazamiento es de 116 N.m y 51,7 cm³/rev respectivamente. Este motor tiene un rango de velocidades entre 10 y 775 rpm. Entonces el caudal necesario para 127 rpm es:

$$Q = 51,7 \frac{cm^3}{rev} \times 127rpm = 6566 \frac{cm^3}{min} = 6,6 \frac{lbs}{min}$$

Para la cinta horizontal y magnetizada se elige el modelo MLP50, cuyo torque máximo y desplazamiento es de 78 N.m y 52,9 cm³/rev respectivamente. Este motor tiene un rango de velocidades entre 10 y 800 rpm. Entonces el caudal necesario para 127 rpm es:

$$Q = 52,9 \frac{cm^3}{rev} \times 127rpm = 6718,3 \frac{cm^3}{min} = 6,7 \frac{lbs}{min}$$

Elección de la Bomba Hidráulica.

Esta bomba no solo va a servir para alimentar el circuito abierto sino también va a servir como bomba de carga del circuito cerrado. La misma en el circuito cerrado cumple la función de mantener a presión adecuada la bomba hidrostática cuando está en posición neutra, además de prevenir cavitación.

Se tiene que elegir una bomba que trabaje a 150 bares y que pueda generar el caudal de la máxima cantidad de componentes que pueden actuar en simultáneo.

Ellos son: batea hidráulica y 3 los motores hidráulicos.

$$Q_{total} = Q_{batea} + Q_{motores}$$

$$Q_{total} = 30,7 \frac{lbs}{min} + 8,87 \frac{lbs}{min} + 2 \times 10,1 \frac{lbs}{min} = 60 \frac{lbs}{min}$$

Además, esta misma bomba tiene que contar con un caudal necesario para alimentar la carga del circuito cerrado. Este caudal se va suponer de 50 lbs/min, es decir un 20% del caudal máximo que pueda generar la bomba que alimente el circuito cerrado.

Se elige una bomba de engranajes marca Venturi hnos. Con código C4 D120. La misma puede trabajar con una presión máxima de hasta 210 bares y tiene un caudal de 120 lbs/min girando a 2000 rpm.

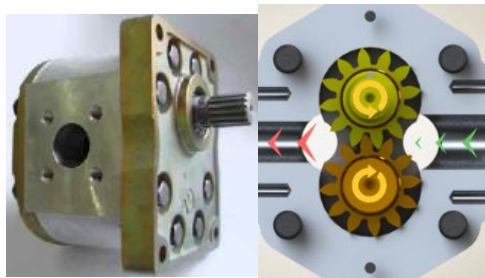


Figura 8.10: Bomba hidráulica de engranajes.

Elección de Manguera Hidráulica.

Para el circuito abierto se van a utilizar mangueras de extrema presión (DIN 20023-4SP). Formada por 4 mangueras reforzadas con goma de alambre espiral de acero.

Tubo resistente al aceite sintético y biodegradable. Refuerzo formado con 4 mallas espiradas con alambre de acero templado.

La manguera va tener un diámetro interior de 1,5 pulgadas (38,1 mm), un diámetro exterior de 53,1 mm y una presión de ruptura de 740 bar.

8.3. Depósito hidráulico.

El depósito hidráulico debe tener la capacidad suficiente para que pueda mantenerse el flujo de aceite constante en el sistema. Para esto se va evaluar la situación que más cantidad de los elementos hidráulicos actúen en simultáneo, que va ser cuando la máquina este en posición de trabajo y funcionando.

En esta posición van a funcionar los motores de los rodillos trituradores y de las cintas transportadoras, más el cilindro de la batea hidráulica cada vez que se requiera. Entonces, el único elemento de acumulación de volumen del fluido hidráulico va ser el cilindro de la batea hidráulica.

Del capítulo 5, se ha visto que la batea tiene un cilindro telescópico de 3 etapas. Cada una de dichas etapas tienen de 58 cm largo y sus diámetros correspondientes son de 20, 14 y 8 cm. Entonces el volumen total de fluido que ocupe el cilindro cuando esté totalmente expandido va ser:

$$V_{total} = (A_1 + A_2 + A_3) \times largo$$

$$V_{total} = \left(\frac{\pi \times (D_1)^2}{4} + \frac{\pi \times (D_2)^2}{4} + \frac{\pi \times (D_3)^2}{4} \right) \times l$$

$$V_{total} = \left(\frac{\pi \times (20cm)^2}{4} + \frac{\pi \times (14cm)^2}{4} + \frac{\pi \times (8cm)^2}{4} \right) \times 58cm$$

$$V_{total} = 518cm^2 \times 58cm$$

$$V_{total} = 30044cm^3 = 30 \text{ litros}$$

Esto nos dice que estos 30 litros pueden quedarse dentro del cilindro hidráulico sin retornar al depósito mientras la bomba siga extrayendo fluido de dicho depósito, es decir que el depósito va a contar con 30 litros menos en un periodo de pleno funcionamiento.

Con el circuito cerrado va a pasar lo mismo, se van a tomar una cantidad considerable de litros que van a mantenerse solamente para el funcionamiento de la bomba y motores de dicho circuito. Solamente va a retornar después de un periodo de tiempo para evitar el sobrecalentamiento del fluido.

Entonces se va elegir un depósito de 200 litros, tomando como factores el caudal de la bomba (120 lts/min), 30 litros que ocupa el cilindro hidráulico expandido y 50 litros supuestos para el funcionamiento del circuito cerrado.

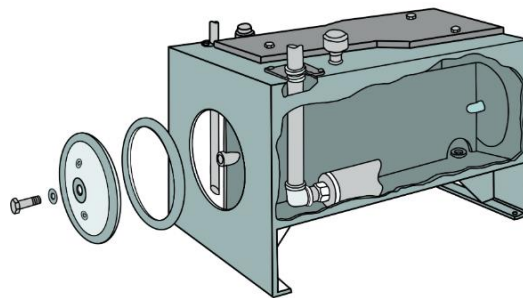


Figura 8.11: Esquema de un depósito hidráulico.

8.4. Funcionamiento de la bomba del circuito cerrado.

En el circuito cerrado la bomba de pistones axiales tiene una placa oscilante que puede ser movida para cambiar el sentido de flujo o presión del sistema. La bomba tiene 3 posiciones: neutro, avance y avance en sentido contrario.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

En la posición neutra la placa oscilante se encuentra recta, es decir que los pistones no van a generar presión y tanto motor como bomba no trabajan. En la posición de avance la placa oscilante se inclina hacia un extremo, entonces la circulación de fluido es una cierta dirección y los motores giran en un cierto sentido. En la posición de avance en sentido contrario, la placa oscilante se inclina hacia el extremo opuesto al de la posición de avance haciendo que se invierta el sentido de flujo y por ende el sentido de rotación de los motores hidráulicos. En la siguiente figura se muestra esquematizado.

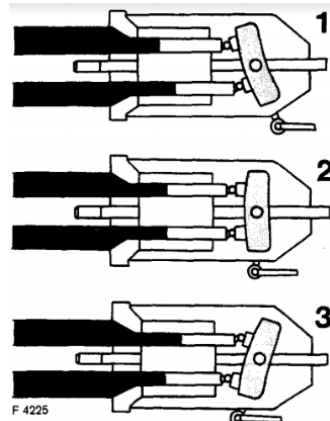


Figura 8.12: posiciones de la placa oscilante, 1 en avance, 2 en neutro y 3 en avance en sentido contrario

8.4.1. Funcionamiento en la posición de transporte.

Cuando se activa la configuración de transporte, la placa oscilante de la bomba se mueve electrónicamente mediante un pulsador controlado por el operario, es decir que el operario de la máquina tiene un control manual inalámbrico que le da órdenes a un control de mando computarizado. Entonces desde el controlador, se elige manualmente las posiciones de la bomba que le dan avance, retroceso o estanqueidad al movimiento de la máquina.

El mando computarizado, utiliza un sistema electromecánico en el cual dos solenoides (centrado por resorte), mueven hacia un lado u otro la placa oscilante según el sentido que se quiera dar. Gráficamente para interpretar el funcionamiento en el sistema hidráulico se utilizaría como muestra la siguiente figura:

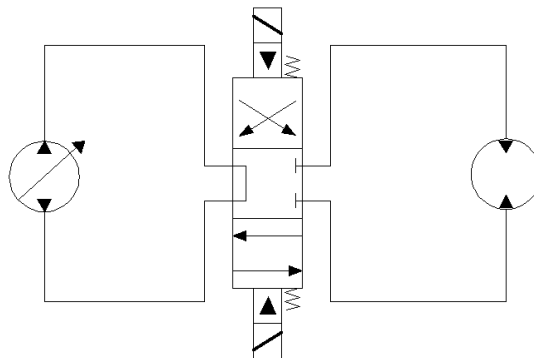


Figura 8.13: Modelo esquematizado del mecanismo de la bomba como si fueren válvulas de paso

Para el giro de la máquina el funcionamiento es el mismo, pero se desconecta uno de los motores para que solo una oruga funcione generando el movimiento de giro.

8.4.2. Funcionamiento en la posición de trabajo.

Cuando se activa la configuración de trabajo, la placa oscilante de la bomba va estar en posición de avance, la misma va a salir de esa posición a través de un automatismo o cuando se quiera terminar el funcionamiento de los rodillos.

La placa oscilante va a ser movida electrónicamente de forma muy parecida a la explicada en la posición de transporte (inciso precedente), pero los cambios de posición no son accionados por el operador de la máquina sino por un sistema de automatismo. El operador solo va a manejar la orden para iniciar o terminar con el funcionamiento de los rodillos trituradores (posición de trabajo).

8.5. Automatismo de los rodillos trituradores

Como se ha dicho en capítulos anteriores, los rodillos trituradores giran en un sentido y para evitar el atascamiento, los mismos se frenan y cambian el sentido de rotación. Esto lo hace un lapso pequeño de tiempo y luego vuelven al sentido inicial de rotación de trabajo.

Para lograr este cambio de rotación automático, la máquina va tener un sistema de automatismo. Dicho sistema va contar de:

- PLC: Controlador lógico programable. Es el cerebro del automatismo, esta computadora es la encargada de recibir y enviar información.
- Sensor de presión: Este va servir como indicador para enviarle información al PLC.
- Electro solenoide: El mismo va a mover la placa oscilante hacia un lado u otro, recibiendo información del PLC.
- Relé temporizador: Cuenta un tiempo determinado y manda información, el mismo va a ser utilizado para actuar sobre el solenoide del actuador.



Figura 8.14: Imagen de un PLC, sensores de presión y de un relé temporizador

8.5.1. Funcionamiento del automatismo.

Para el funcionamiento del mismo se va seguir la siguiente lógica: Una vez que los rodillos estén en funcionamiento, se va a colocar un sensor de presión que se active cuando la presión del sistema sea mayor a la normal de trabajo. Esto se hace así, porque cuando los rodillos se empiezan atascar con el material para triturar, se va a generar una resistencia muy grande a la rotación, haciendo que los motores hidráulicos se exijan elevando la presión de trabajo. Entonces, este es el punto de partida para que los rodillos trituradores cambien el sentido de giro.

El sensor activado con la válvula de presión, va enviar información al PLC. Luego, dicho PLC va activar el actuador (solenoides) cambiando el sentido de flujo del aceite del sistema a través de la placa oscilante de la bomba (ver incisos anteriores del presente capítulo).

Una vez logrado esto, a través de un temporizador, el solenoide va a mantener la placa oscilante en el extremo opuesto a la posición de avance por un lapso de 10 – 15 segundos aproximados, volviendo después a la posición de giro inicial, es decir la posición de trabajo. Para volver a la posición de trabajo hay otro solenoide opuesto. Ver ejemplo en la siguiente figura:

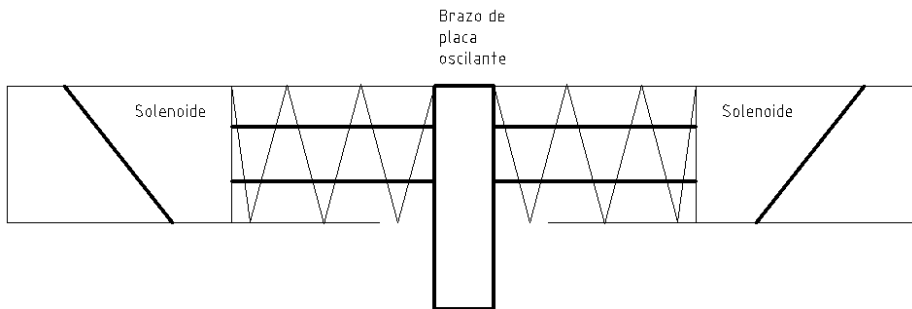


Figura 8.15: Esquema técnico del actuador. Solenoides mueven el brazo de la placa oscilante.

Como se ve en la figura, el brazo de la placa se puede mover hacia la izquierda o hacia la derecha.

Este actuador tiene 2 solenoides, uno lleva la placa a la posición de cambio de giro y el otro la vuelve a la posición de trabajo. La posición intermedia, que es la que no pasa fluido hacia los motores, se logra cuando no pasa corriente por los solenoides y se mantiene en la posición central gracias a los resortes centrados. El encendido que se aplica manualmente por el operario, hace que pase corriente por el solenoide que mueve la placa hacia la posición de trabajo. 7

8.5.2. Esquema del Automatismo

A continuación, se va mostrar el diagrama ladder en el cual se ha programado el automatismo del PLC.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

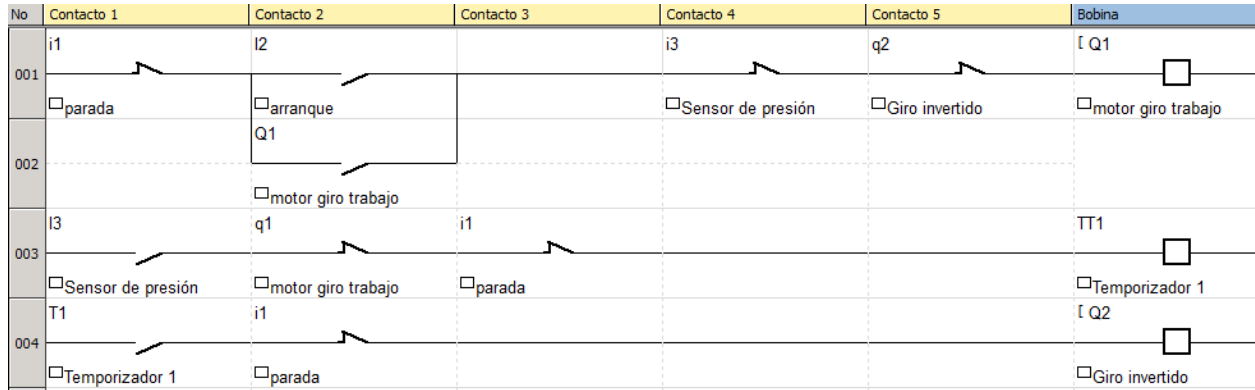


Figura 8.16: Programación del automatismo

El esquema de la figura anterior es la programación del automatismo con un software llamado ZelioSoft2, el mismo se va conectar al PLC y este va hacer que funcione dicho automatismo.

El PLC va contar de 3 entradas, 2 salidas y un temporizador.

Las entradas son: Pulsador de parada, pulsador de arranque y el sensor de presión. Las salidas son los solenoides que hacen cambiar el sentido de giro de los motores hidráulicos.

Ahora se va explicar un poco como es la lógica en la programación del automatismo.

- El contacto i1 (normalmente cerrado) es el pulsador de parada del funcionamiento de los motores hidráulicos.
- El contacto i2 (normalmente abierto), con su enclavamiento, es el pulsador de arranque de los motores que giran los rodillos trituradores, en el sentido de giro de trabajo.
- El contacto i3, es el que indica al PLC que el sistema debe cambiar el giro para evitar atascamiento de los rodillos cuando trabajen como la sobrepresión en el sistema hidráulico.
- La salida Q1, es el solenoide que acciona la placa oscilante de la bomba, en la posición de trabajo.
- La salida Q2, solenoide que acciona la placa oscilante de la bomba, en sentido contrario de giro.
- El temporizador TT1, es el encargado de mantener abierta la salida Q2 un tiempo estimado y después volver a la situación inicial (de trabajo).

En la primera memoria del circuito se ve que para que el motor hidráulico arranque, tiene que estar el pulsador de arranque encendido, con el solenoide de giro invertido y el sensor de presión ambos apagados.

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

En la segunda memoria se puede ver que cuando se activa el sensor de presión se cierra el paso de corriente por el solenoide de la posición de trabajo (motor giro trabajo) y cuando se asegure que esté sin corriente, arranca el temporizador.

El temporizador activa el solenoide de giro invertido hasta que el sensor de presión se apaga para indicar que la presión en el sistema volvió a la normalidad.

Una vez que el sensor de presión vuelve a la normalidad, el temporizador mantiene con corriente el solenoide de giro invertido durante 10 segundos aproximadamente y luego se apaga. Cuando el solenoide de giro invertido este completamente desactivado, como se ve en la primera memoria, se vuelve activar el solenoide de giro en sentido de trabajo, volviendo a repetirse el ciclo.

El pulsador de parada detiene todos los motores hidráulicos en cualquier sentido de giro que estén funcionando.

SISTEMA DE CODIFICACIÓN

El sistema de codificación de este proyecto consta de dos códigos, uno completo para identificar cada pieza individual de la máquina y de qué conjunto pertenece. El otro para identificar algunos subconjuntos que estén conformados por dos o más piezas.

El código para cada pieza individual es AC-00-000 (codificación alfanumérica):

1. **AC**: Codificación alfabética, el primer término indica a qué conjunto pertenece dicha pieza codificada, la lista es:

- A: Donde van los rodillos.
- B: Batea hidráulica.
- C: Estructura que soporta la batea.
- D: Columnas.
- E: Chasis.
- F: Cinta transportadora.
- G: Oruga de tracción.

El segundo término sirve para indicar si la pieza viene en forma comercial o si es hecha a medida, el mismo es: C (comercial) o M (a medida).

1.1. **00**: Codificación numérica. Ordena a las piezas según tipo y material, por ejemplo: viga, chapa, rodamiento, retén, resorte, etc. Se ordenan de la siguiente manera:

- 01: Viga (perfil estructural) de acero.
- 02: Chapa de acero.
- 03: Ejes de acero.
- 04: Cualquier otra geometría de acero.
- 05: Rodamientos.
- 06: Bujes, retenes, sellos, seeger, acoples, etc.
- 07: Tornillos y pasadores.
- 08: Banda transportadora.
- 09: Elementos de aluminio.
- 10: Otros elementos de cualquier material y tipo a excepción de los ya mencionados.

1.1.1. **000**: Codificación numérica. Final de la codificación, se le asigna a cada una un número único.

Cada conjunto puede contener uno o varios subconjuntos formados por determinadas piezas que entran en el sistema de codificación mencionado. El sistema de codificación para los subconjuntos es AS-000.

2. **AS**: Sistema alfabético, el primer término indica a que conjunto pertenece (ver inciso 1) y el segundo término es constante que solo indica que es un subconjunto (S).

2.1. **000**: Sistema numérico. Asigna cada valor a un subconjunto único.

LISTADO DE PIEZAS

Conjunto	Pieza	XX	00	000	Cantidad
Zona donde van los rodillos	Rodillos	AS	-	001	1
	Peines 1	AS	-	002	1
	Peines 2	AS	-	003	1
	Chapa 0 Superior	AS	-	004	1
	Conjunto motores con soportes	AS	-	005	1
	Chapa 4	AM	02	001	1
	Chapa 0	AM	02	002	1
	Chapa 1	AM	02	003	2
	Chapa 2	AM	02	004	2
	Refuerzo chapa 4	AM	02	005	4
	Refuerzo inferior	AM	02	006	2
	Soporte chapa 0 superior	AM	02	007	2
	Bulón M20x2.5 – L=30	AC	07	001	7
	Bulón M24x3 –L=70	AC	07	002	8
	Bulón M24x3 –L=70	AC	07	003	20
	Bulón Allen M20x2.5 – L=40	AC	07	004	20
	Bulón M20x2.5 – L=55	AC	07	005	20
	Bulón M36 x 4 – L=55	AC	07	006	18
	Eje pasador	AC	03	001	1
	Soporte rodamientos delanteros	AM	04	006	2
	Soporte rodamientos traseros	AM	04	007	2
	Tapa caja rodamientos chica	AM	02	017	2
Tapa caja rodamientos	AM	02	018	2	
Tapa caja rodamientos grande	AM	02	019	2	

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

SKF 23240 CC/W33	AC	05	001	2
SKF C 3064 M	AC	05	002	2
Retén 250 x 360 x 35 Lx	AC	06	001	2
Retén 380 x 480 x 30 Lx	AC	06	002	2
Retén 320 x 426 x 30 Lx	AC	06	003	2
Punta de eje	AM	04	001	2
Perno unión	AM	04	002	4
Punta de eje ranurada	AM	04	003	2
Diente para rodillo	AM	04	004	20
Rodillo	AM	04	005	2
Chapa base	AM	02	008	2
Chapas laterales peines	AM	02	009	44
Chapa superior peine	AM	02	010	22
Chapa inferior peine	AM	02	011	22
Chapa 0 superior	AM	02	013	1
Chapa 3	AM	02	014	2
Caño 50 x 40 x 3 – L=1000	AM	01	002	5
Refuerzo chapa 2	AM	02	015	16
Refuerzo chapa 3	AM	02	016	8
Eje de acople	AM	03	002	2
Piñón de acople	AM	04	008	2
Motor hidráulico MRTE 23000	AC	10	001	2
Soporte antigiro elem. 1	AM	02	020	2
Soporte antigiro elem. 2	AM	04	009	2
Buje UHMW	AM	10	001	2
Bulón M36x4 – L=55	AC	07	007	18
Perno antigiro	AM	04	010	2

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

	Refuerzo antigiro	AM	02	021	1
	Arandela retención	AM	02	022	2
Batea Hidráulica	Chapa A batea	BM	02	001	1
	Chapa B batea	BM	02	002	1
	Chapa C batea	BM	02	003	1
	Refuerzo batea	BM	01	001	3
	Chapa antidesgaste batea	BM	02	004	1
	Pata batea	BM	01	002	2
	Soporte batea	BM	02	005	1
	Bulón M24 x 3 – L= 40	BC	07	001	4
Chapas parte trasera	Chapa A	CM	02	001	1
	Chapa C	CM	02	002	1
	Chapa D	CM	02	003	1
	Chapa E	CM	02	004	1
	Chapa F	CM	02	005	1
	Bulón M24 x 3 – L=40	CC	07	001	4
	Chapa B	CM	02	006	2
	Puerta Izquierda	CM	09	001	2
	Puerta Derecha	CM	09	002	2
	Pasador	CC	07	002	4
Estructura y chasis	Larguero Chasis	DM	01	001	2
	Viga 1	DM	01	002	1
	Viga 3	DM	01	003	2
	Viga T	DM	01	004	1
	Viga 5	DM	01	005	2
	Viga motor	DM	01	006	2
	Viga 4	DM	01	007	1

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

	Columnas delanteras	DM	01	008	2
	Columnas traseras	DM	01	009	2
	Columnas finales	DM	01	010	2
	Enganche para cilindro	DM	04	001	2
	Refuerzo de chapón	DM	01	011	5
	Soporte motor	DM	02	001	2
	Soporte motor 2	DM	02	002	2
	Chapón	DM	02	003	1
Cinta transportadora	Cinta T. Horizontal	ES	-	001	1
	Cinta T. Inclínada	ES	-	002	1
	Cinta T. Magnetizada	ES	-	003	1
	Soporte	ES	-	004	1
	Rodillo tensor armado	ES	-	005	3
	Tambor motriz armado	ES	-	006	3
	Rodillo portante armado	ES	-	007	9
	Soporte p/eje tambor motriz	ES	-	008	3
	Soporte I	ES	-	009	1
	Soporte M	ES	-	010	1
	Bulón M24 x 3 x 55	EC	07	001	8
	Placa de unión	EM	04	001	2
	Bulón M25 x 2 x 150	EC	07	002	2
	Bulón M10 x 1,5 x 20	EC	07	003	4
	Bulón M24 x 3 x 40	EC	07	004	8
	Bulón M12 x 1,75 x 35	EC	07	005	4
	Banda	EC	08	001	1
	Banda I	EC	08	002	1
	Banda M	EC	08	003	1

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Motor hidráulico	EC	10	001	1
Motor hidráulico I	EC	10	002	1
Motor hidráulico M	EC	10	001	1
Porta soporte	EM	04	002	4
Soporte rodillo tensor	EM	04	003	6
Porta soporte M (1)	EM	01	001	1
Porta soporte M (2)	EM	01	002	1
Porta soporte M (3)	EM	01	003	1
Porta soporte M (4)	EM	01	004	1
Eje tambor motriz	EM	03	002	3
Tambor motriz	EM	10	002	3
Acople rígido de apriete	EC	06	003	6
Eje rodillo tensor	EM	03	001	3
Rodillo tensor	EM	10	001	3
Rodamiento SKF 2210 ETN9	EC	05	001	6
Seeger rodillo	EC	06	001	6
Seeger eje	EC	06	002	6
Eje rodillo portante	EM	03	003	9
Rodillo portante	EM	10	003	9
Rodamiento SKF 1026 ETN9	EC	05	002	18
Seeger rodillo (rod portante)	EC	06	004	18
Seeger eje (rod portante)	EC	06	005	18
Soporte izquierdo	EM	02	001	1
Soporte derecho	EM	02	002	1
Soporte I izquierdo	EM	02	003	1
Soporte I derecho	EM	02	004	1

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

	Soporte M derecho	EM	02	007	1
	Soporte M izquierdo	EM	02	008	1
	Soporte eje tambor motriz	EM	04	004	3
	Anillo de fijación	EC	06	006	3
	Tapa de soporte	EM	04	005	3
	Bulón M5x0.8 - L=25	EC	07	006	12
Oruga de tracción	Rodillo superior	FS	-	001	4
	Rodillo inferior	FS	-	002	10
	Rueda motriz completa	FS	-	003	2
	Rueda guía completa	FS	-	004	2
	Eslabón completo	FS	-	005	100
	Bastidor completo	FS	-	006	1
	Mando final	FS	-	007	2
	Pasador eslabón	FS	-	008	100
	Rodillo superior	FM	04	001	4
	Tapa rodillo superior	FM	04	002	4
	Tapa 2 rodillo superior	FM	04	003	4
	Soporte rodillo superior	FM	04	004	4
	Eje rodillo superior	FM	03	001	4
	Rodamiento SKF 32008 XC_P5	FC	05	001	8
	Anillo de ajuste rodillo superior	FC	02	001	4
	Bulón M5x0.8 - L=20	FC	07	001	16
	Bulón M16x2 - L=25	FC	07	002	12
	Arandela de retención	FM	02	001	4
	Eje rodillo inferior	FM	03	002	10
	Rodillo inferior	FM	04	005	10
Tapa rodillo inferior	FM	04	006	20	

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

Soporte rodillo inferior	FM	04	007	20
Buje rodillo inferior	FM	06	002	10
Sello rodillo inferior	FM	06	003	20
Bulón M8x1.25 - L=30	FC	07	003	80
Bulón M20x2.5 - L=65	FC	07	004	40
Sprocket (Piñón)	FM	04	008	2
Bulón M20x2.5 - L=65	FC	07	005	20
Eje buje rueda guía	FM	03	003	2
Rueda guía	FM	04	009	2
Tapa rueda guía	FM	04	010	4
Brazo rueda guía	FM	04	011	4
Unión brazo rueda guía	FM	04	012	2
Apoyo de resorte 1	FM	04	013	2
Apoyo de resorte 2	FM	04	014	2
Amortiguador rueda guía	FM	04	015	2
Buje rueda guía	FM	06	003	2
Sello buje rueda guía	FM	06	004	4
Bulón M5x0.8 - L=20	FC	07	005	8
Bulón M10x1.5 - L=20	FC	07	006	24
Bulón M16x2 - L=35	FC	07	007	8
Bulón M16x2 - L=45	FC	07	008	8
Resorte	FC	04	001	2
Eslabón izquierdo	FM	04	016	100
Eslabón derecho	FM	04	017	100
Zapata	FM	04	018	100
Bulón M20x2.5 - L=65	FC	07	009	400
Bastidor derecho	FM	04	019	1

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

	Bastidor izquierdo	FM	04	020	1
	Larguero bastidor	FM	04	019	2

BIBLIOGRAFIA

- Vigil Moring Faires. Diseño de elementos de máquinas. Cuarta edición. Editorial Montaner y Simon. SA (1977)
- Hector N. Cosme. Elementos de máquinas. Edición Marymar (1977).
- S. Timoshenko. Resistencia de materiales. Primera parte. Decimotercera edición. Editorial Espasa-Calpe S.A (1976)
- V. Drobovolski, K. Zablonski, S. Mak, A. Radchik, I. Elij. Elementos de máquinas. Editorial Mir. (1976)
- Resnick Halliday. Física 1, cuarta edición. Campaña editorial continental (2001)
- <https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/Catalogo-Tablas-y-Equivalencias-1.pdf>
- http://www.skf.com/binary/87-148465/6100_ES.pdf
- <https://www.skf.com/es/products/bearings-units-housings/roller-bearings/spherical-roller-bearings/spherical-roller-bearings/index.html?designation=23240%20CC/W33>
- <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/aceros-de-alta-resistencia.-Aplicaciones-TERNIUM-SIDERAR-.pdf>
- <https://docs.google.com/file/d/0B1WvXuSVyhHqMwV1bE9YNUpieFE/edit> (oruga de tracción)
- <https://drive.google.com/file/d/0B1WvXuSVyhHqQmpUeV83UVRBS3M/view> (oruga de tracción)
- <https://docs.google.com/file/d/0B1WvXuSVyhHqZkFxUnFVRll4dEE/edit> (oruga de tracción)
- <https://www.fellar.com/Planetarios/HTML/files/assets/basic-html/index.html#19> (reductor engranaje planetarios)

Recicladora para carrocerías de vehículos fuera de uso

-<https://drive.google.com/file/d/0B1WvXuSVyhHqVEQ3VWk5N3pVWDQ/view> (manual de transmisión hidrostática)

-<https://drive.google.com/file/d/0B1WvXuSVyhHqWFh6UDFqSjZuV1k/edit> (transmisión hidrostática)

- Ing. Klaus Udo Thielemann. Proyecto de instalaciones agrarias (cinta transportadora)

PLANIMETRÍA

TOLERANCIAS GENERALES

En todo proceso de fabricación de cualquier pieza, debido a los medios de producción disponibles, se hace necesario asegurar una calidad mínima de fabricación. A esta calidad hacen referencia precisamente las tolerancias generales.

Al menos, esta tolerancia general de la pieza debe quedar definida por el diseñador de tal forma que, si en el taller de trabajo habitual no se alcanza, se pueden enviar piezas a otro lugar para su mecanizado, a fin de conseguir la calidad exigida y asegurarse así que no habrá ningún problema de ajustes entre elementos.

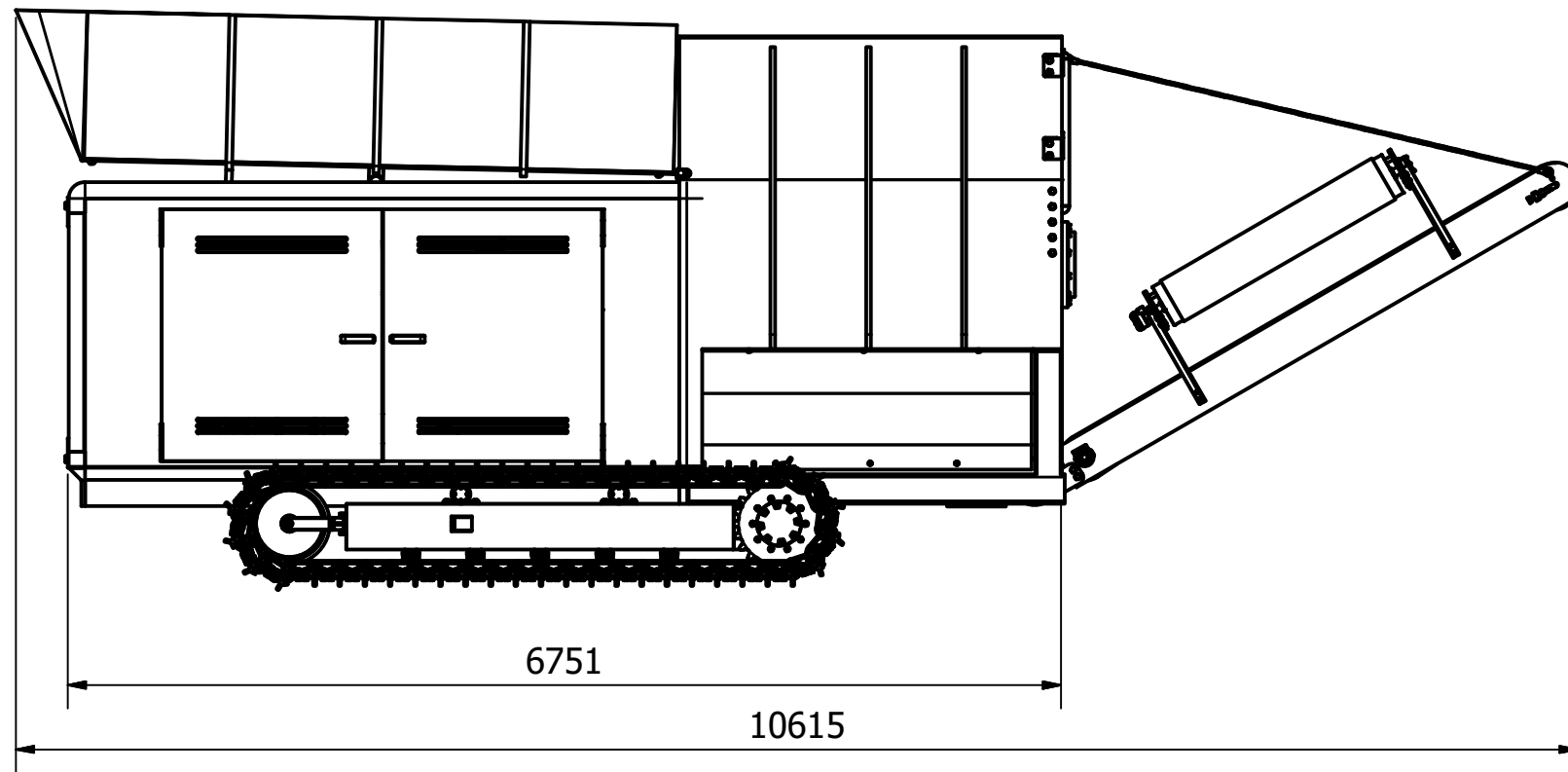
Se van a utilizar las tolerancias generales de acuerdo a la norma ISO 2768 1:1989, indicando en el rótulo de cada plano el símbolo de tolerancias generales (ISO 2768 – m). En los planos que se requerían tolerancias específicas y ajustes serán mencionado en dicho plano.

Las tolerancias generales para dimensiones lineales son:

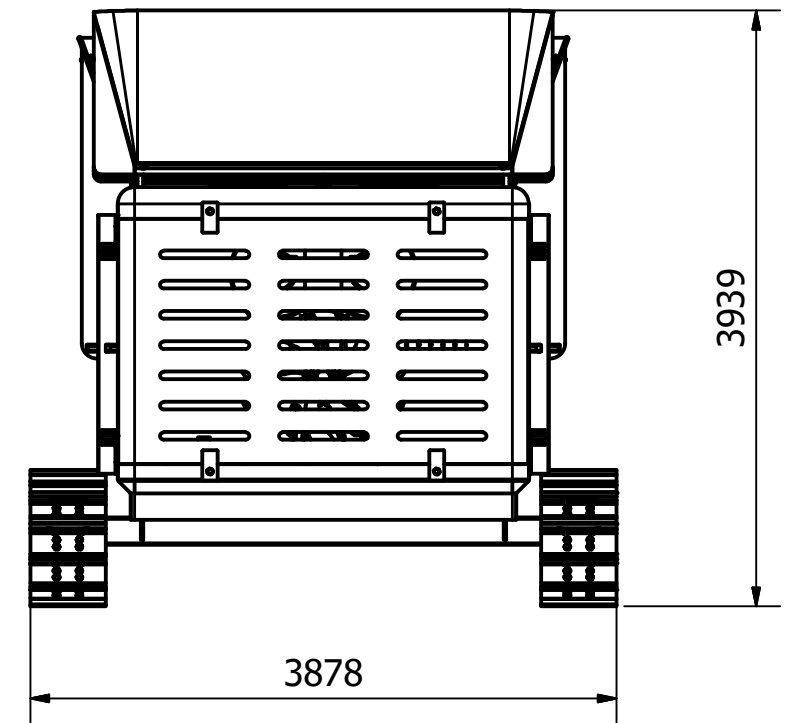
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal							
Designación	Descripción	0,5	más de	más de	más de	más de	más de	más de	más de
		hasta 3	3 hasta 6	6 hasta 30	30 hasta 120	120 hasta 400	400 hasta 1000	1000 hasta 2000	2000 hasta 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera	-	±0,5	±1	±1,15	±2,5	±4	±6	±8

Tabla 1: tolerancias lineales.

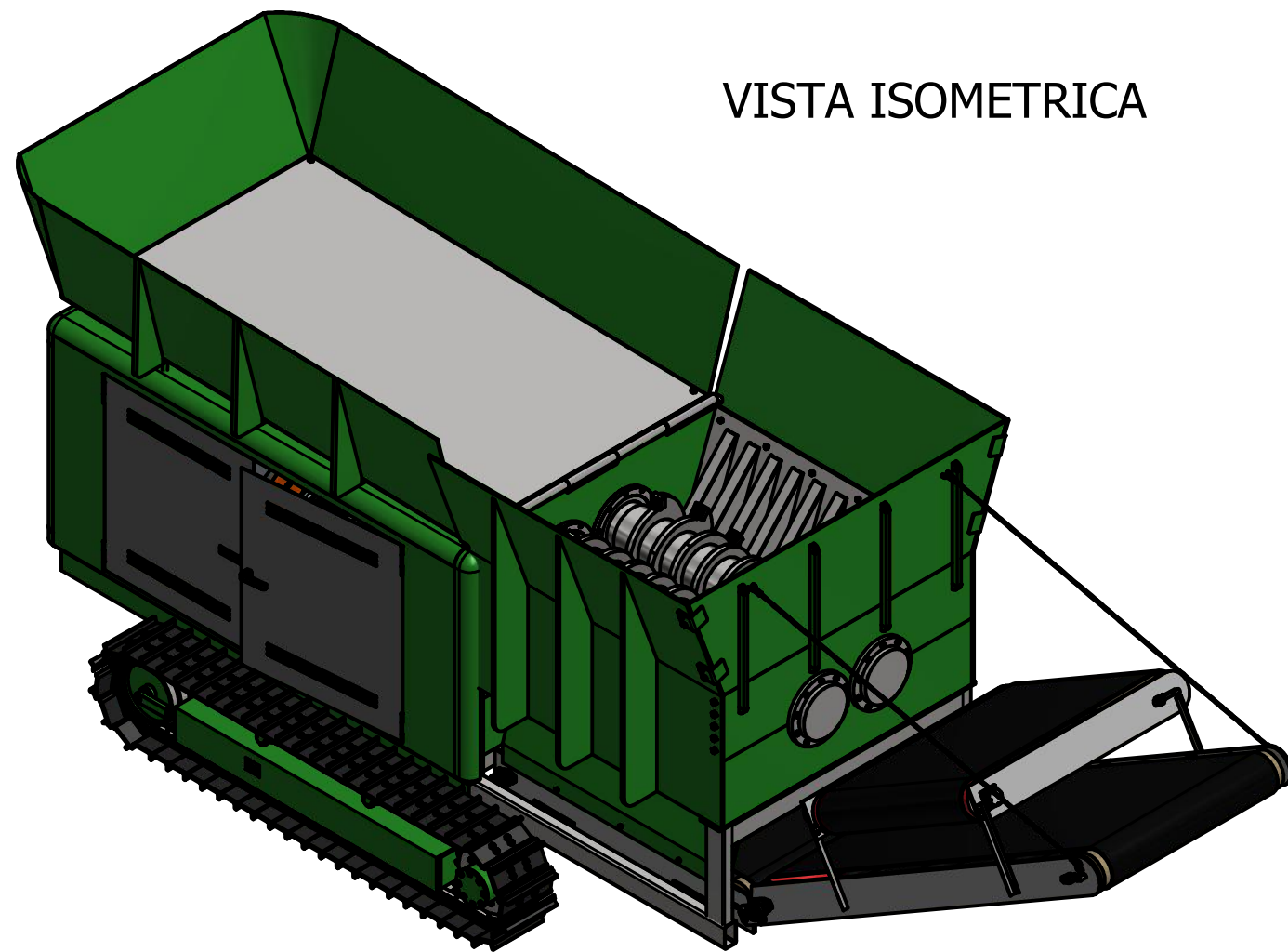
VISTA LATERAL



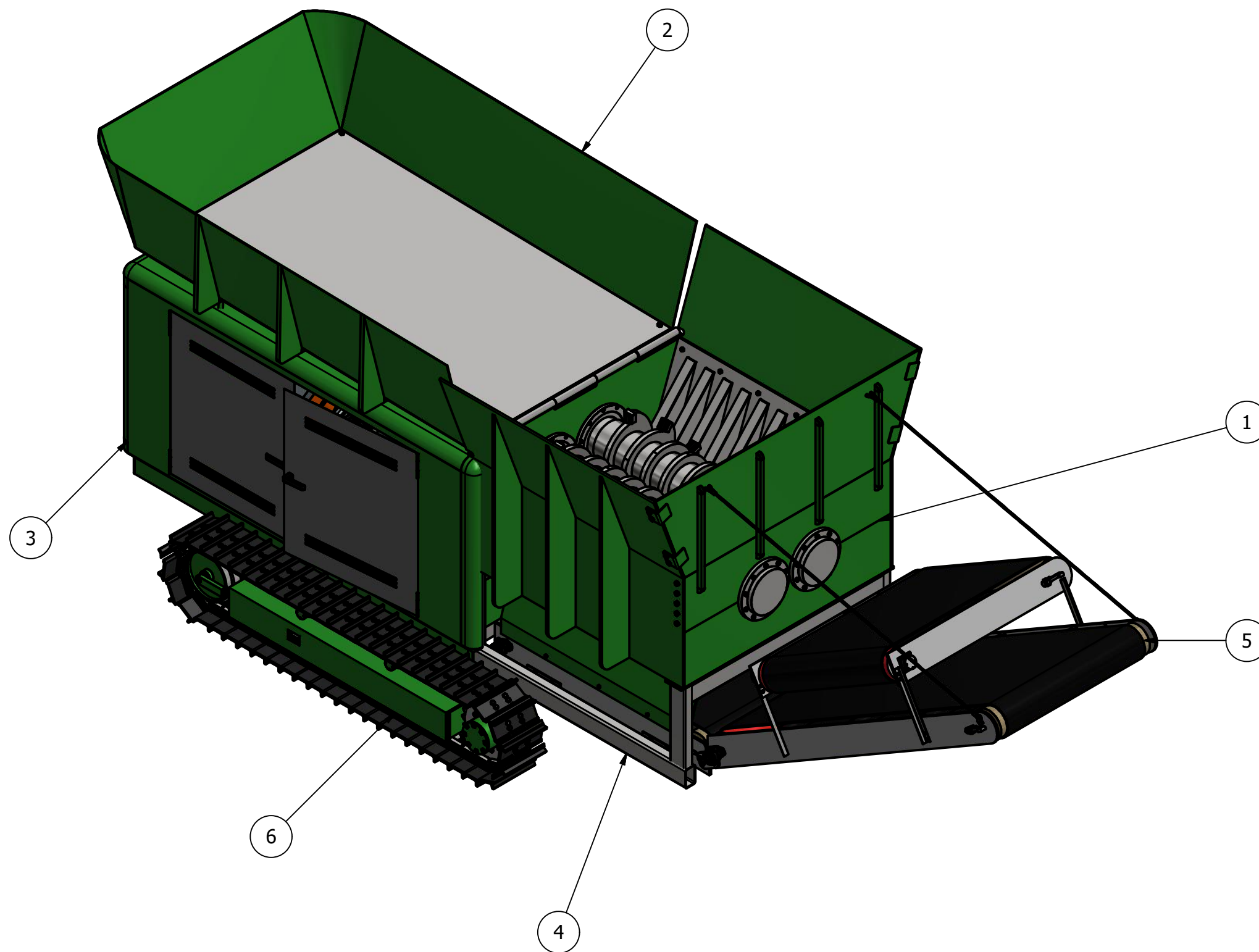
VISTA POSTERIOR



VISTA ISOMETRICA

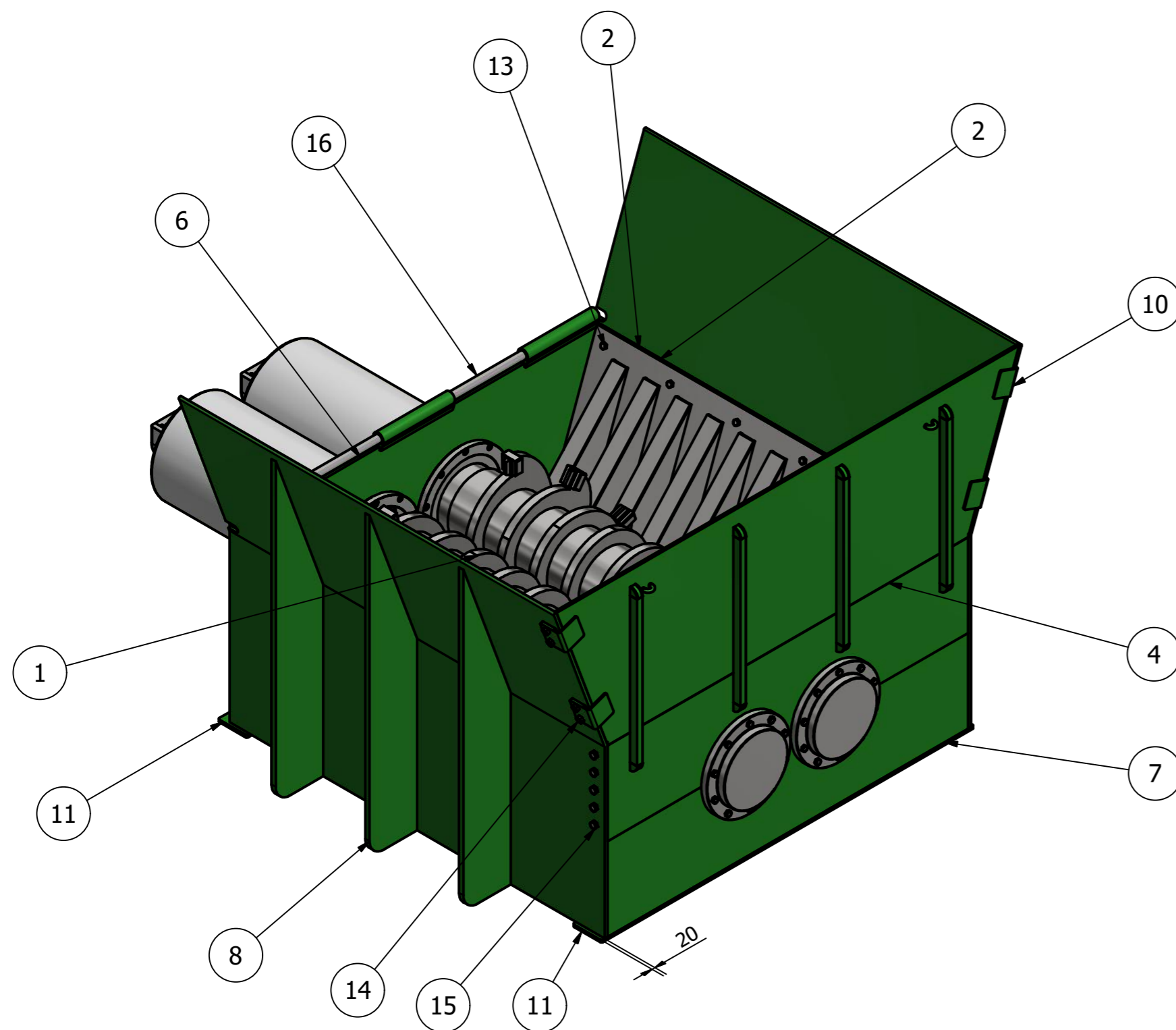
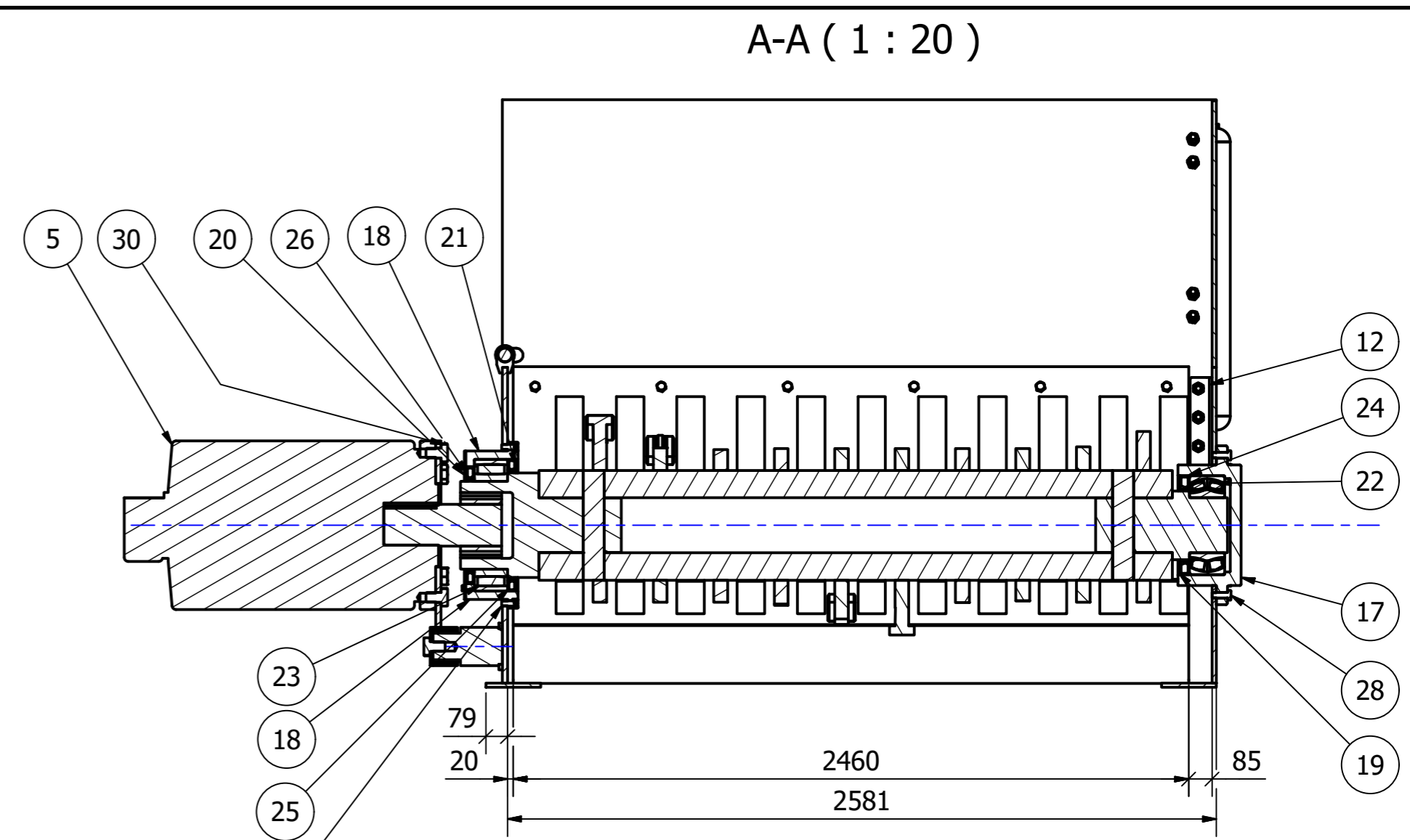
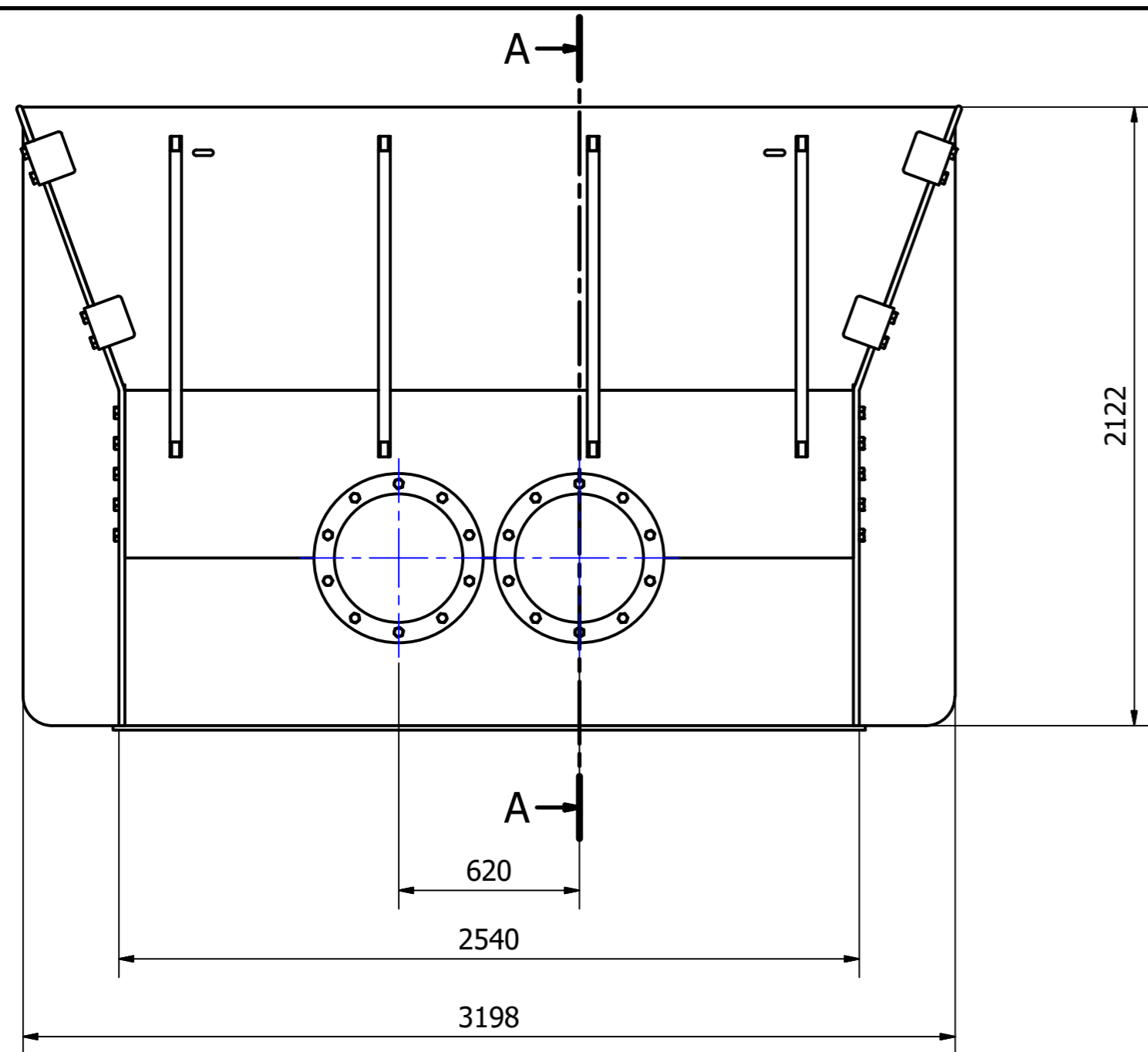


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Máquina ensamblada	Plano General
	Aprobado				Código:
	Escala:				Material:
	1:50				Tratamiento Térmico:
	Tolerancias:				
	ISO 2768 - v				
<p>PROYECTO FINAL</p> <p>Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>					



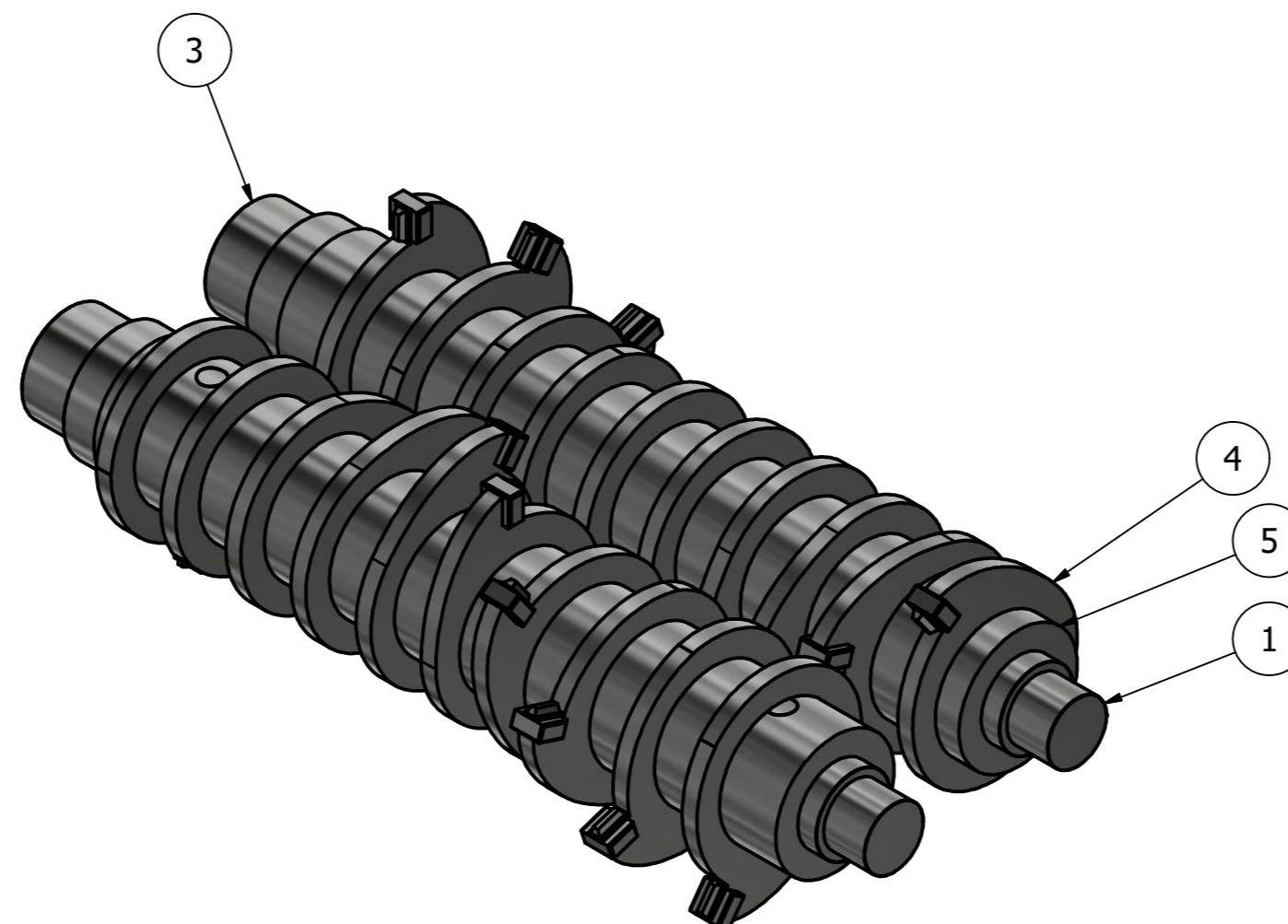
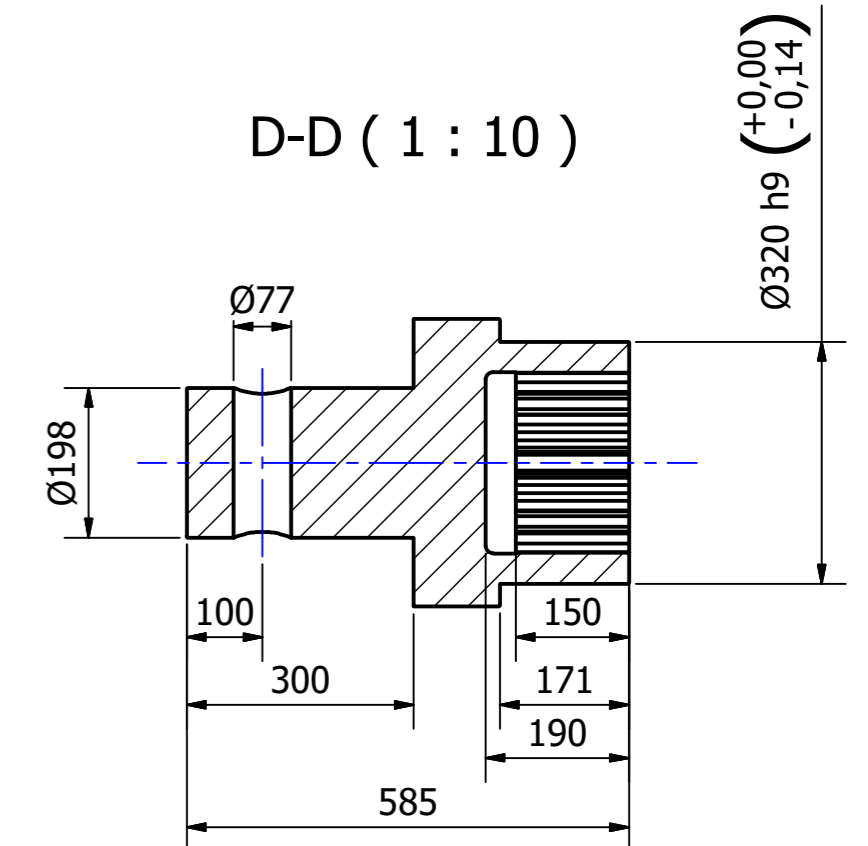
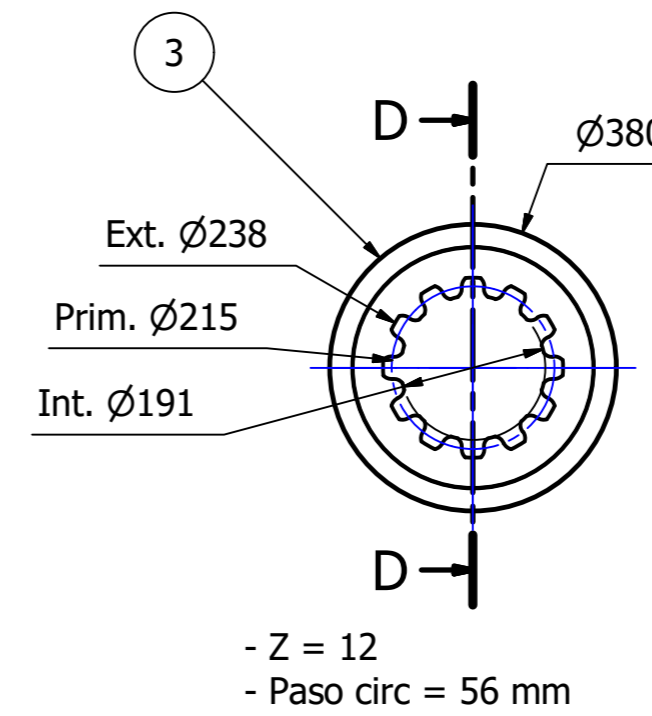
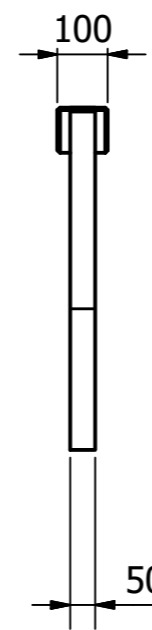
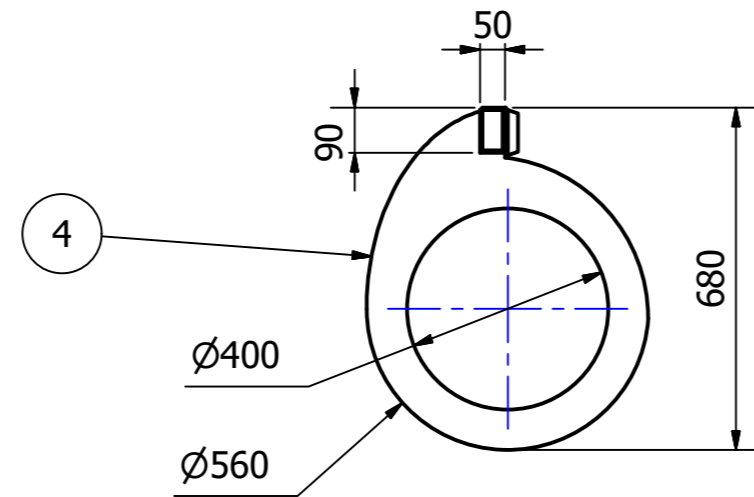
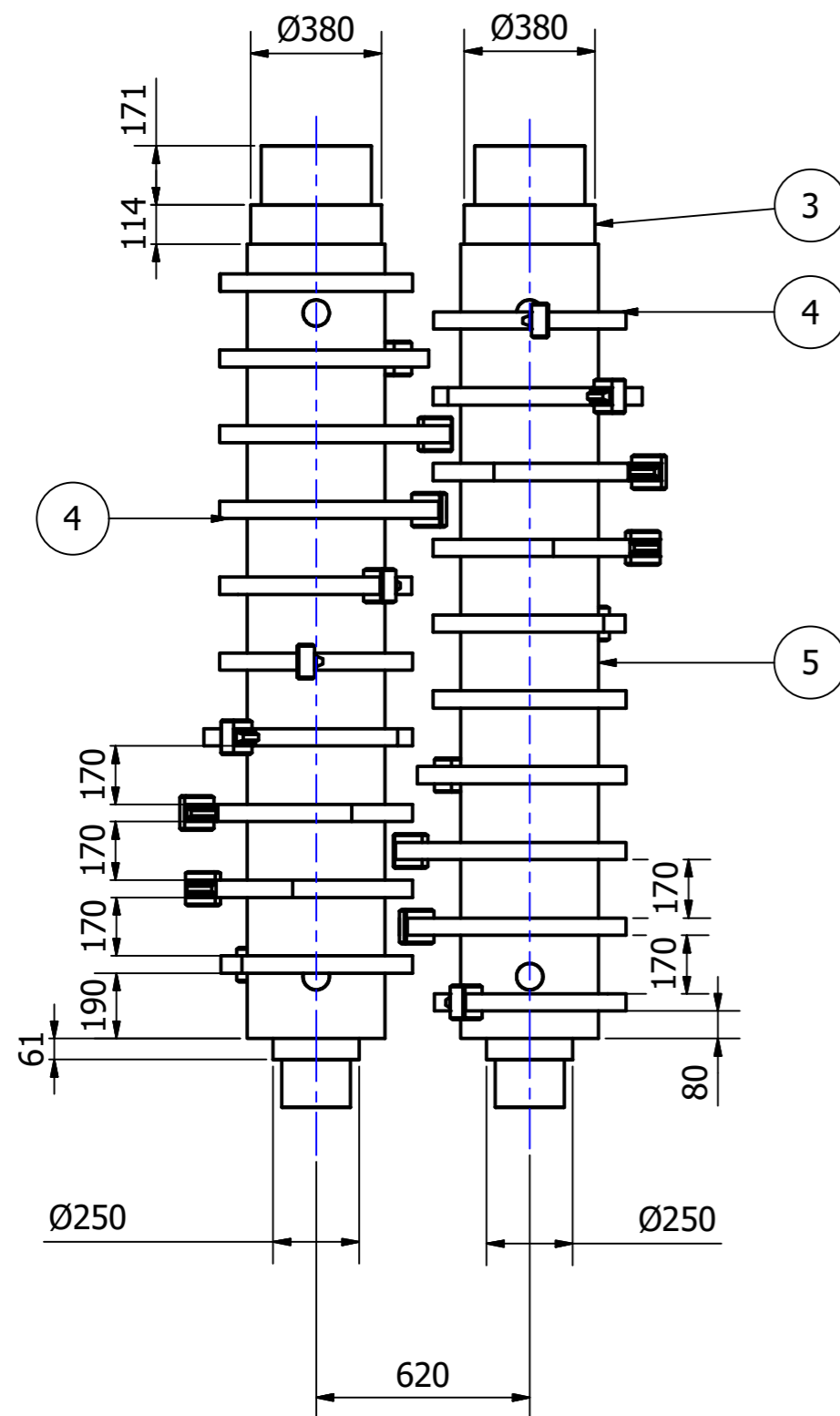
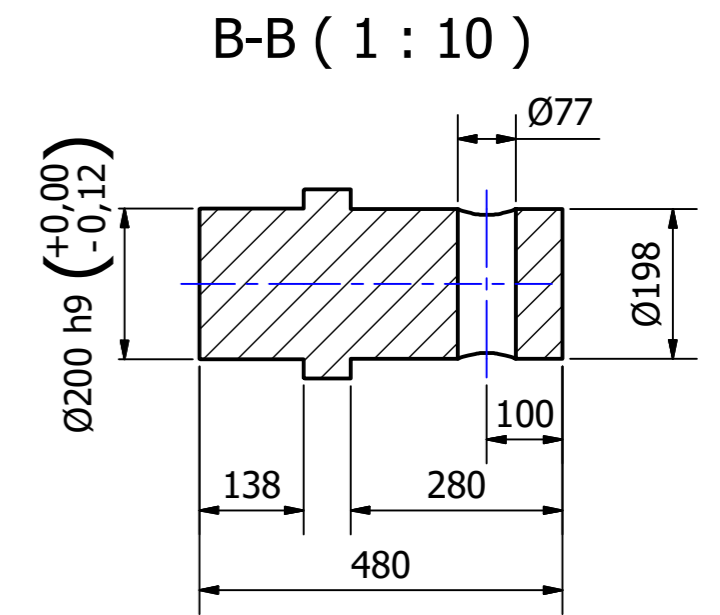
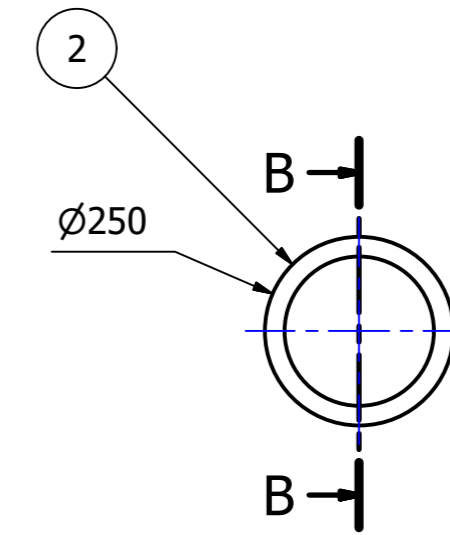
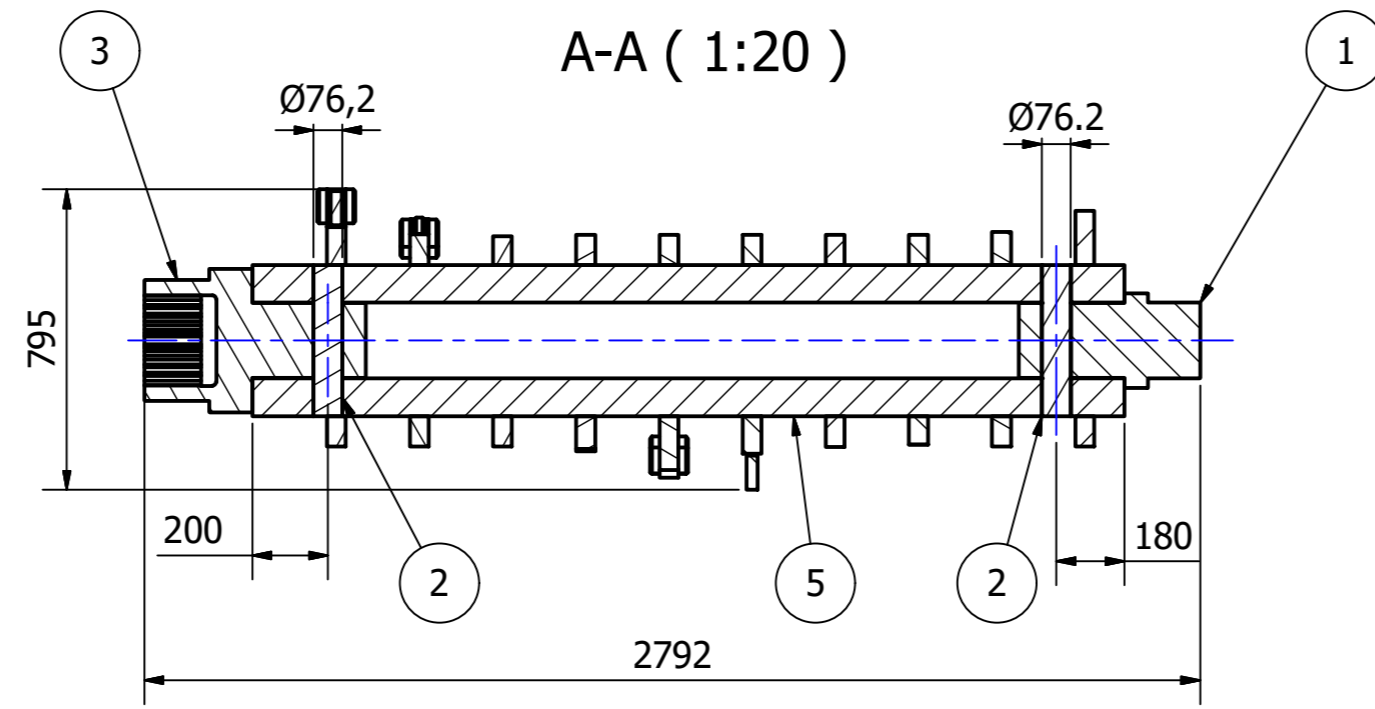
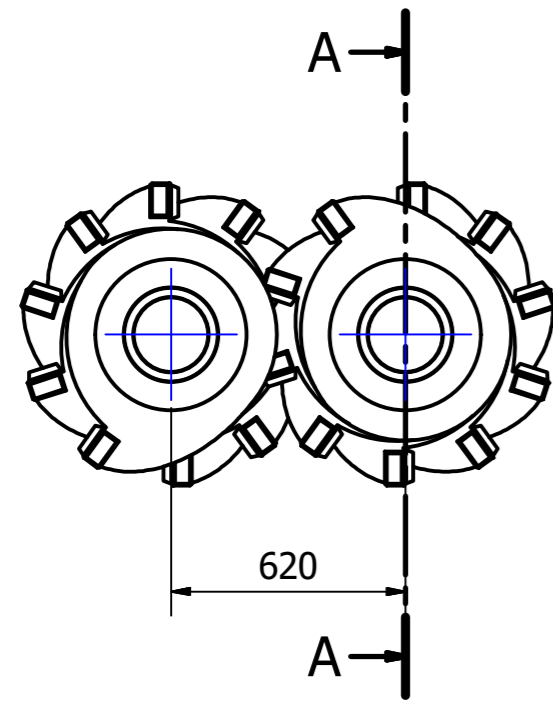
6	Oruga de tracción	F
5	Cinta transportadora	E
4	Estructura y Chásis	D
3	Chapas parte trasera	C
2	Batea hidráulica	B
1	Zona donde están los rodillos	A
Nº	Conjunto	Referencia para sist. de codificación

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza:	Plano de conjuntos
	Aprobado			Referencias de conjuntos	
	Escala:	1:40			<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  Facultad Regional UTN VILLA MARIA
Tolerancias:				Material:	
				Tratamiento Térmico:	




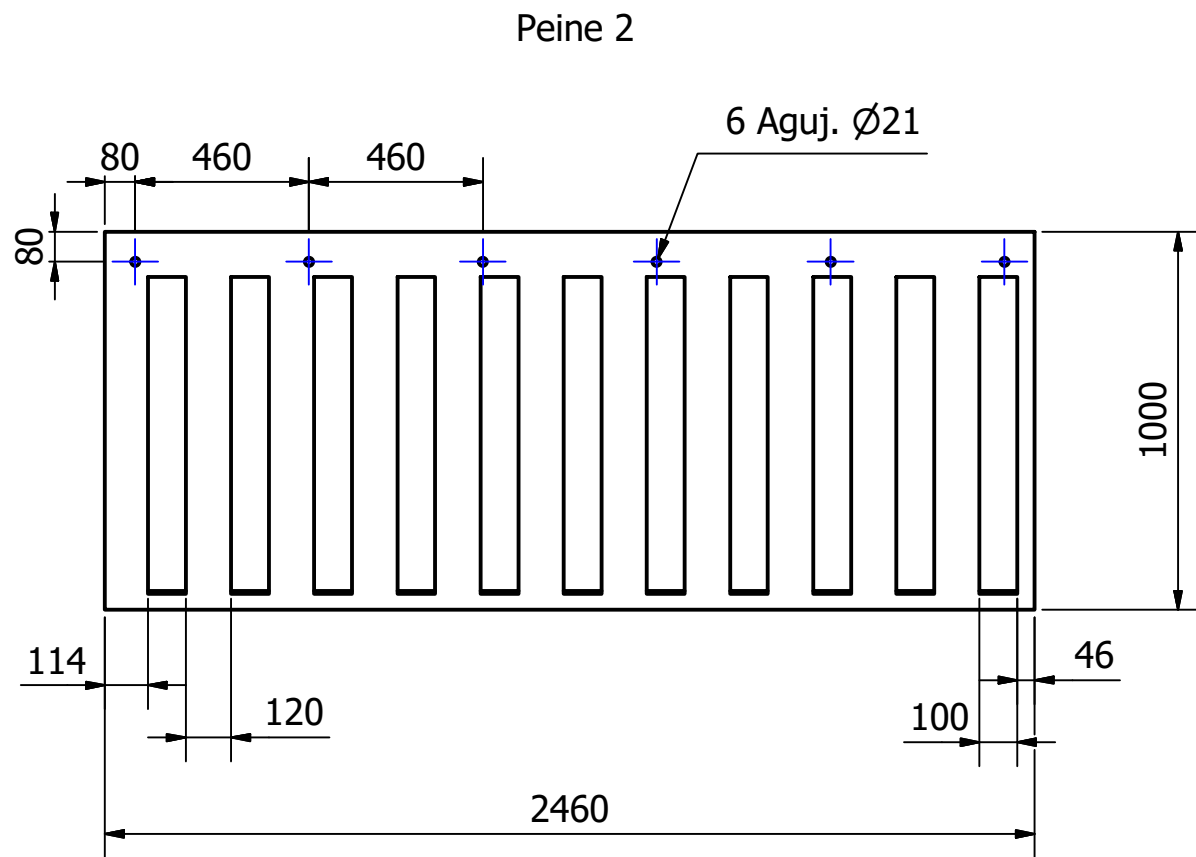
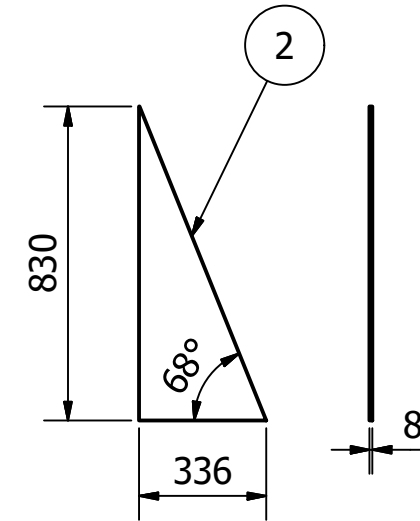
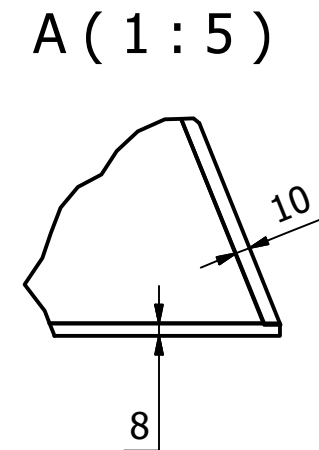
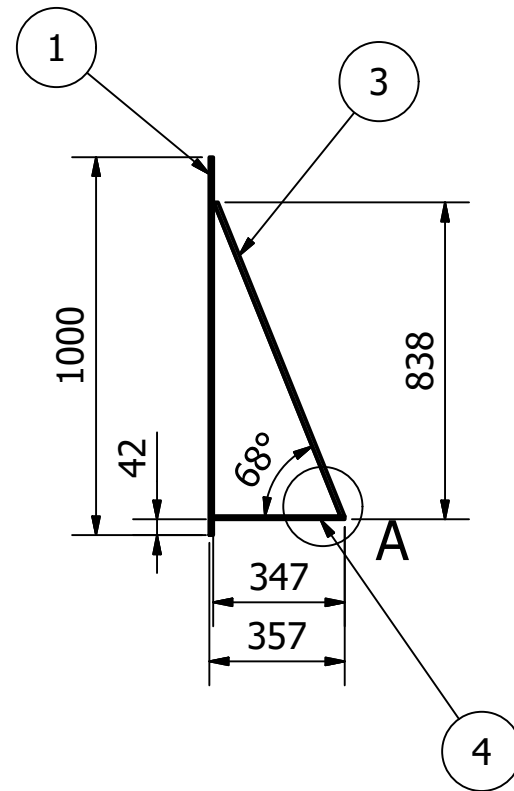
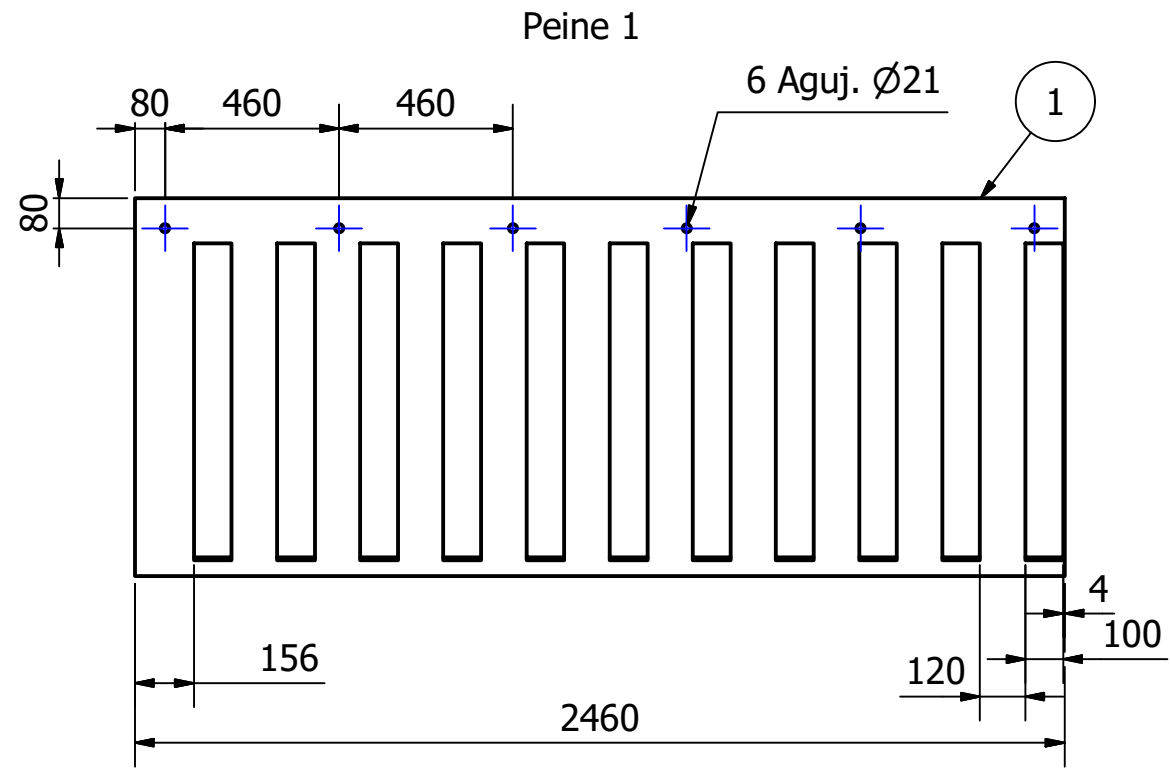
30	18	Bulón hexagonal - M36 x 4 -L= 55	AC-07-006
28	20	Bulón hexagonal - M20 x 2,5 - L= 55	AC-07-005
27	20	Bulón Allen - M20 x 2.5 - L= 40	AC-07-004
26	2	Retén 320 x 426 x 30 Lx	AC-06-003
25	2	Retén 380 x 480 x 30 Lx	AC-06-002
24	2	Retén 250 x 360 x 35 Lx	AC-06-001
23	2	Rodamientos SKF C 3064 M (Ø eje 320)	AC-05-002
22	2	rodamientos SKF 23240 CC/W33 (Ø eje 240)	AC-05-001
21	2	tapa caja rodamientos grande	AM-02-019
20	2	tapa caja rodamientos	AM-02-018
19	2	tapa caja rodamientos chica	AM-02-017
18	2	Soporte rodamientos traseros	AM-04-007
17	2	Soporte rodamientos delanteros	AM-04-006
16	1	Pasador	AC-03-001
15	20	Bulón M24 x 3 - L= 55	AC-07-003
14	8	Bulón M24 x 3 - L= 70	AC-07-002
13	7	Bulón M20 x 2,5 - L= 30	AC-07-001
12	2	soporte chapa 0 sup	AM-02-007
11	2	Refuerzo inferior	AM-02-006
10	4	Refuerzo chapa 4	AM-02-005
9	2	Chapa 2	AM-02-004
8	2	Chapa 1	AM-02-003
7	1	Chapa 0	AM-02-002
6	1	Chapa 4	AM-02-001
5	1	Conjunto Motores con soportes	AS-005
4	1	Chapa 0 superior	AS-004
3	1	Peines 2	AS-003
2	1	Peines 1	AS-002
1	1	Rodillos	AS-001


ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA		CÓDIGO
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Plano Conjunto A	Plano de Conjunto
Los elementos que no están señalados se encuentran en el interior del conjunto.	Revisado			Código:
	Aprobado			Material:
	Escala:	1:30		Tratamiento Térmico:
Tolerancias:				
ISO 2768 - c	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>			

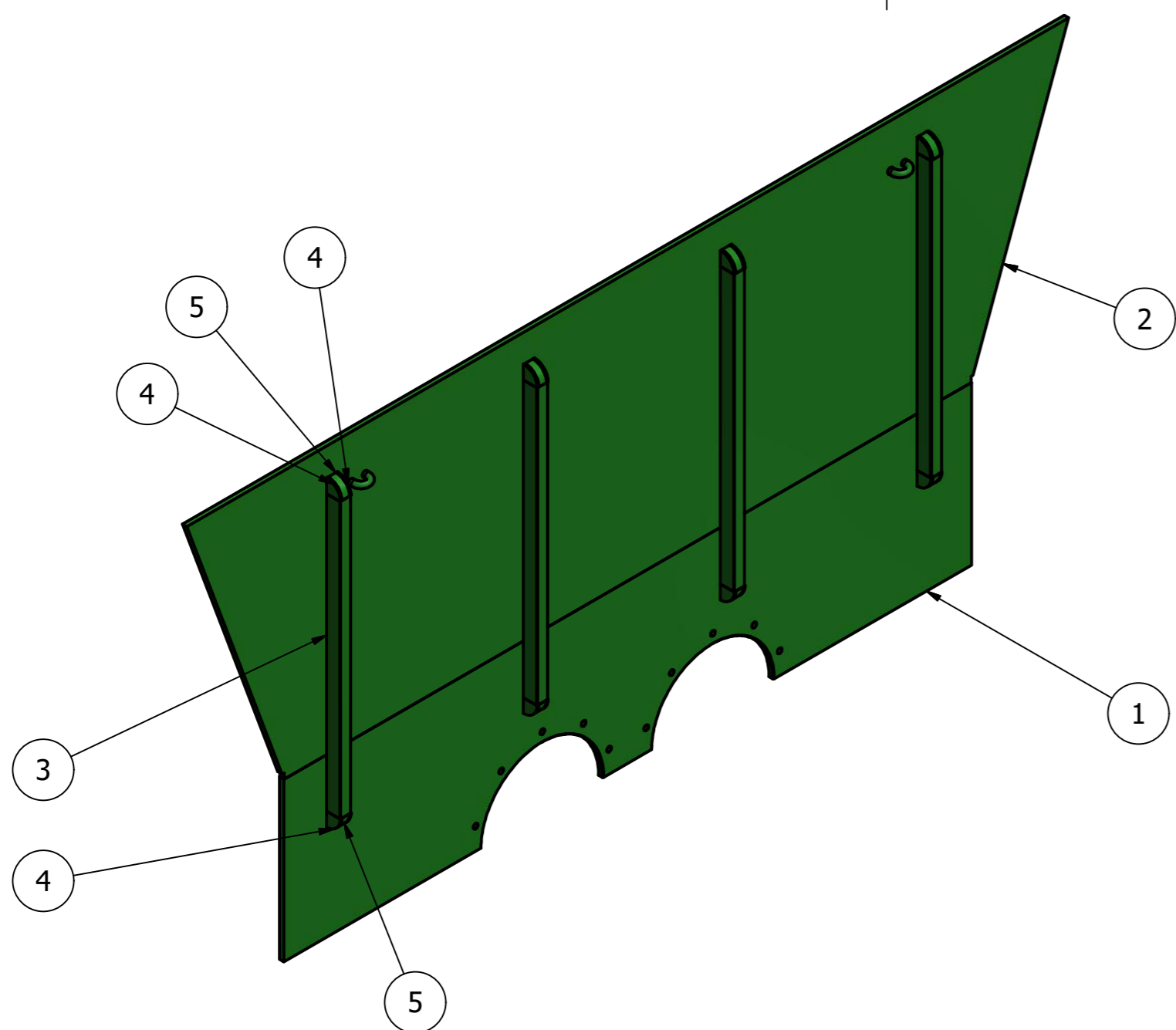
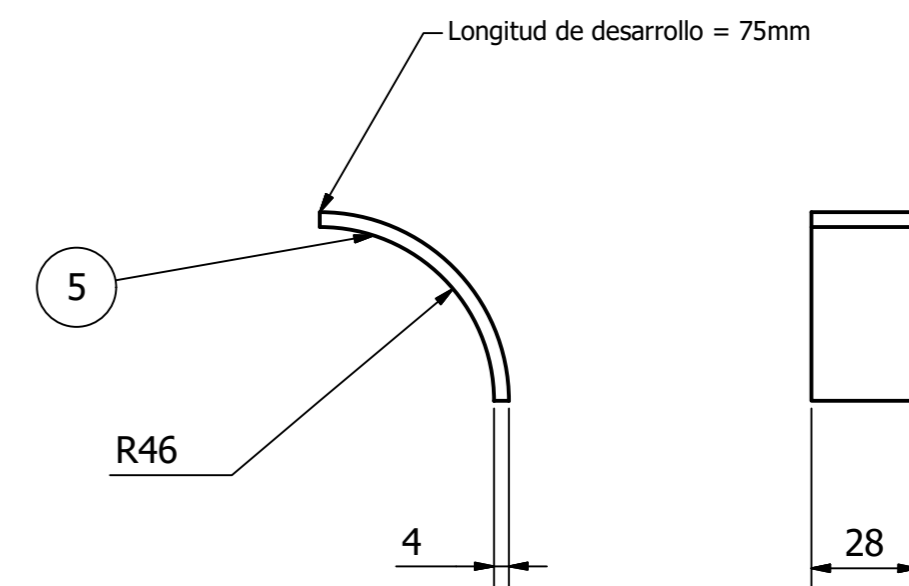
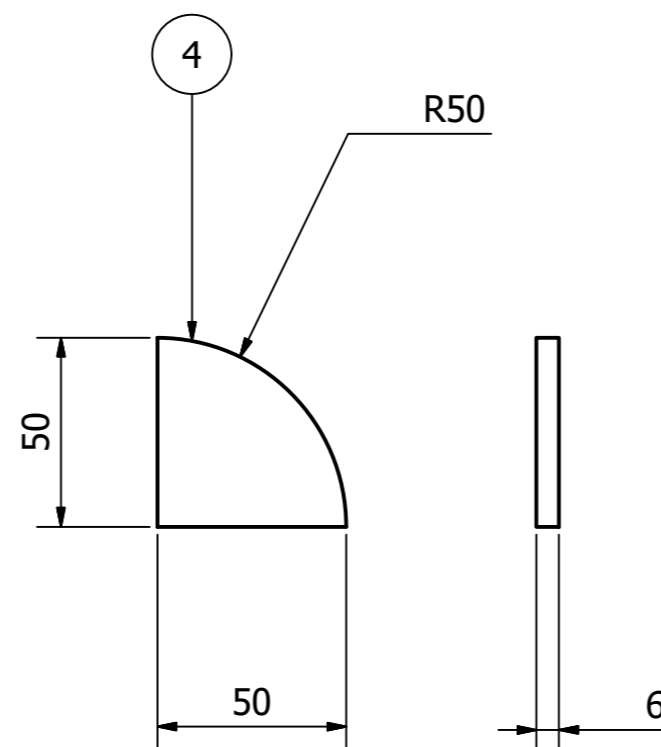
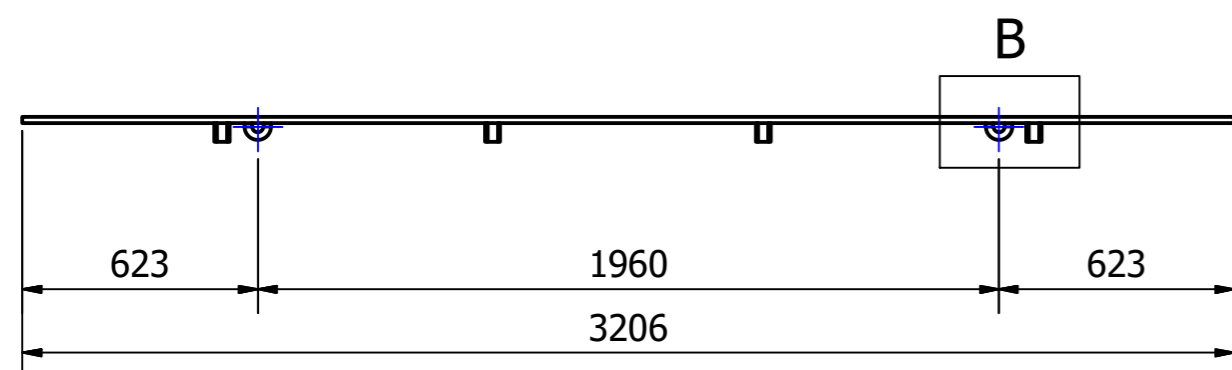
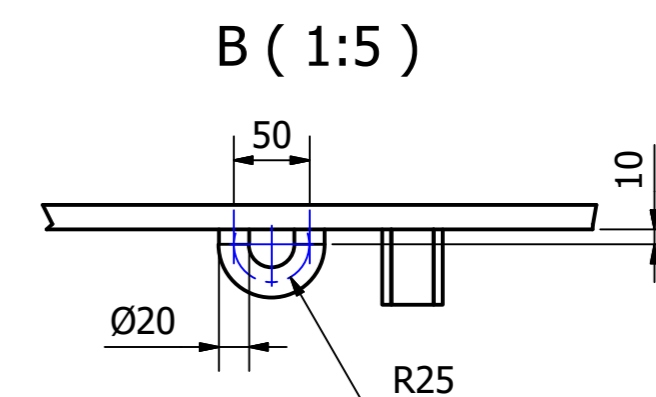
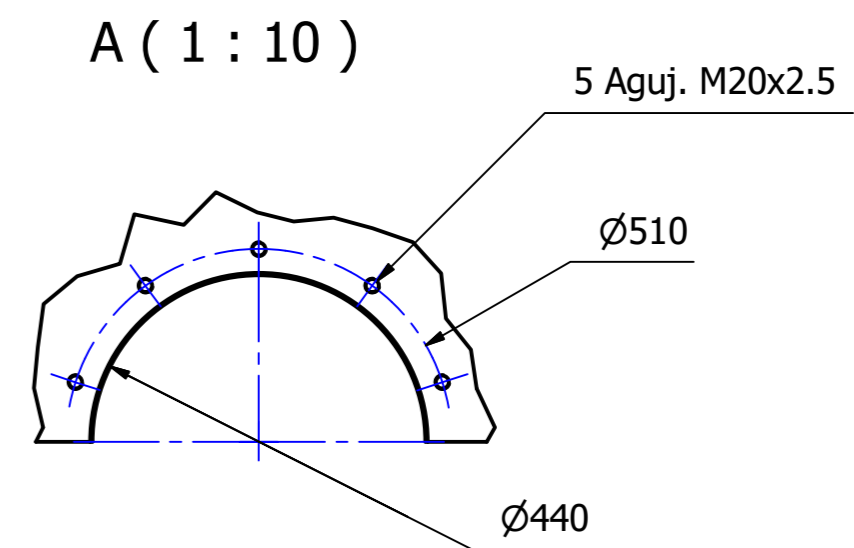
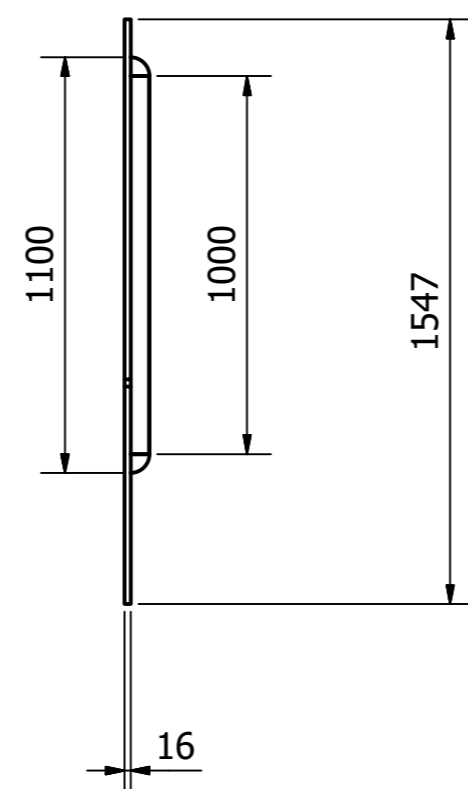
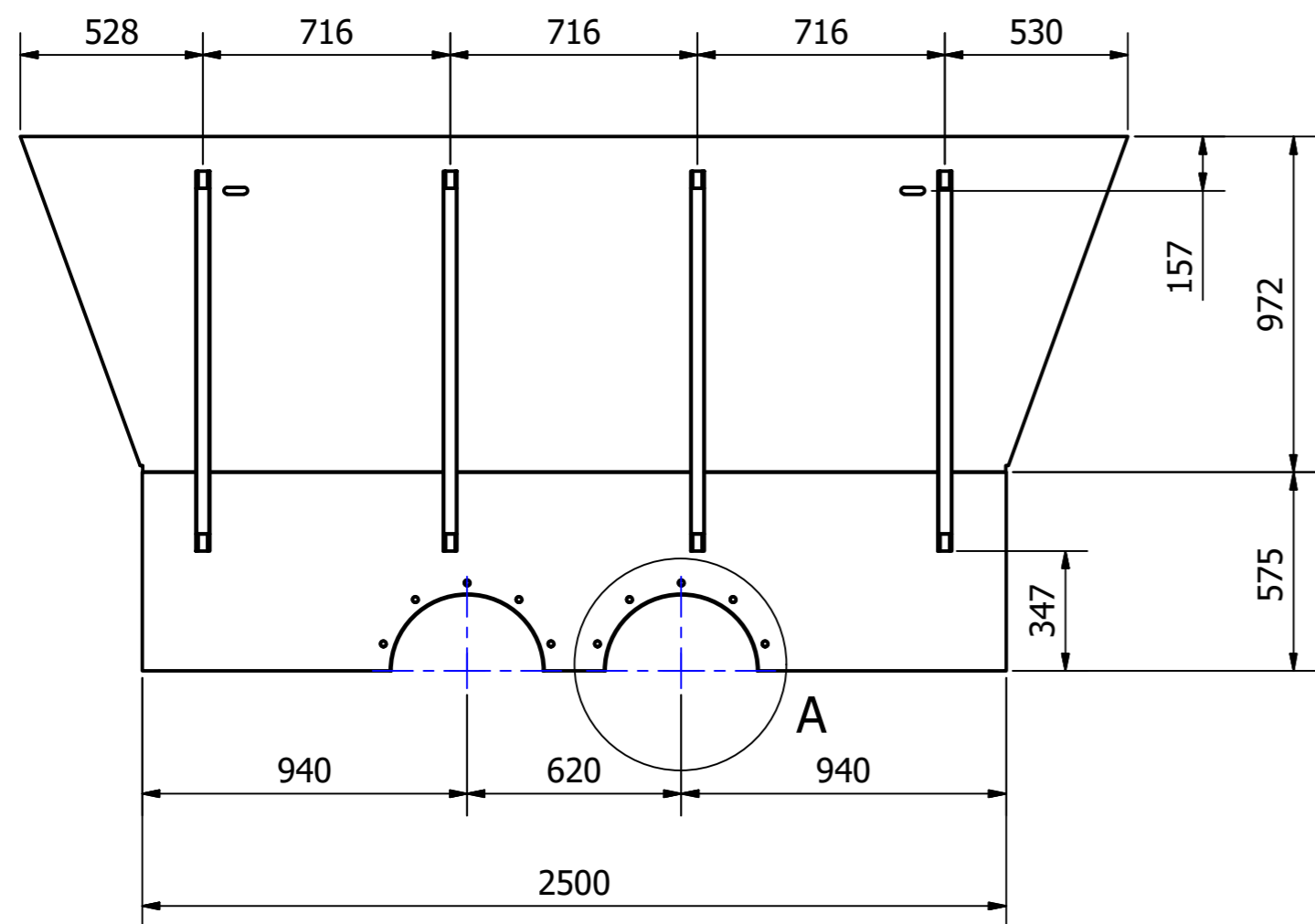


ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO
5	2	Rodillo	AM-04-005
4	20	diente para rodillo	AM-04-004
3	2	punta de eje renurada	AM-04-003
2	4	perno union	AM-04-002
1	2	punta de eje	AM-04-001

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Rodillos	Plano de pieza
	Aprobado				Código: AS-001
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero SAE 4140 (templado y revenido)
	Tolerancias:				
	ISO 2768 - m				

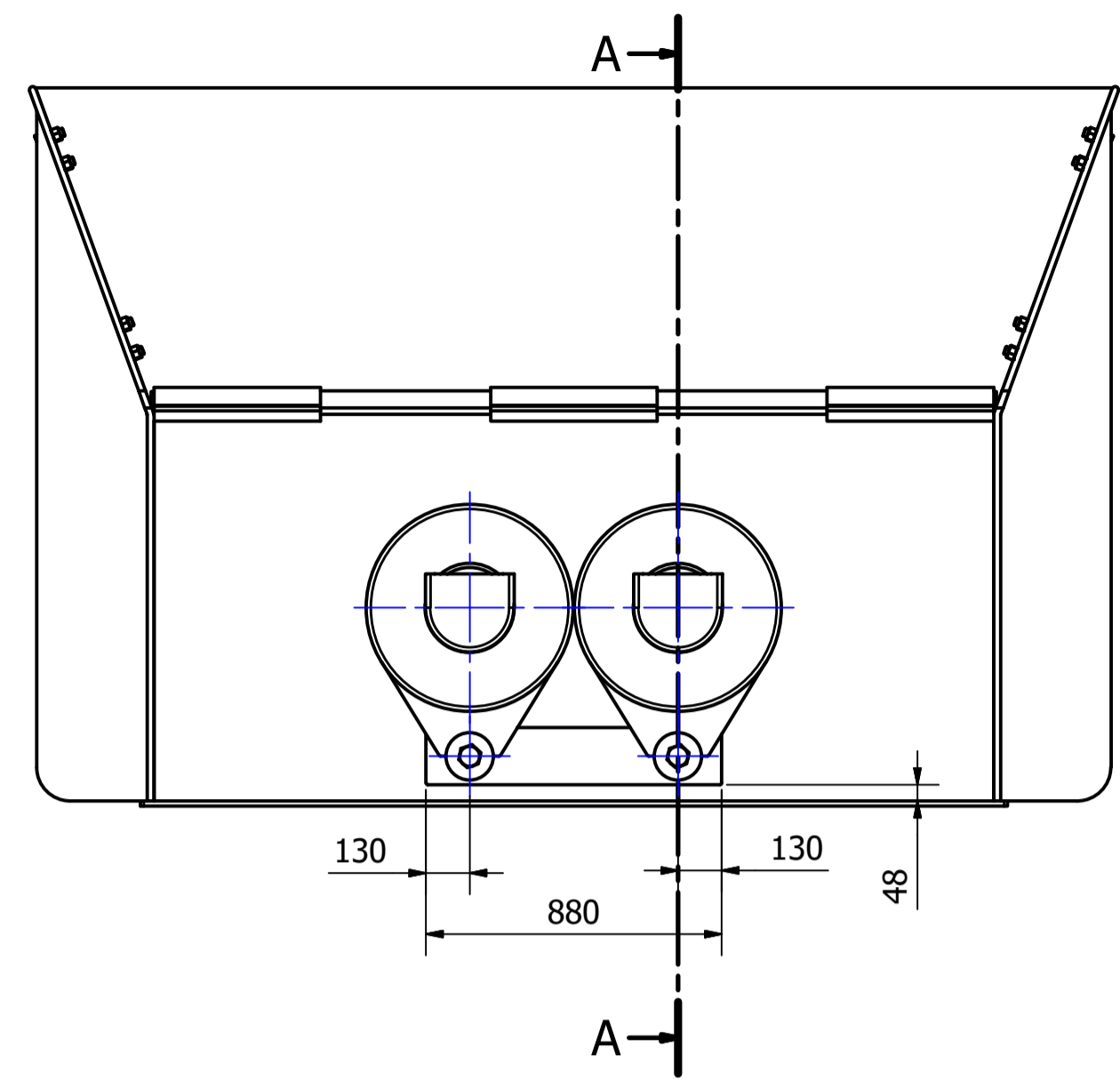


4	22	Chapa inferior peine	AM-02-011	
3	22	Chapa superior peine	AM-02-010	
2	44	Chapas laterales peine	AM-02-009	
1	2	Chapa base	AM-02-008	
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO	
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	
	Aprobado			
	Escala:	Pieza: Peines		
	1:20	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		
	Tolerancias:			Código: AS-002/003
	ISO 2768 - m			Material: Acero SAE 1010
		Tratamiento Térmico:		

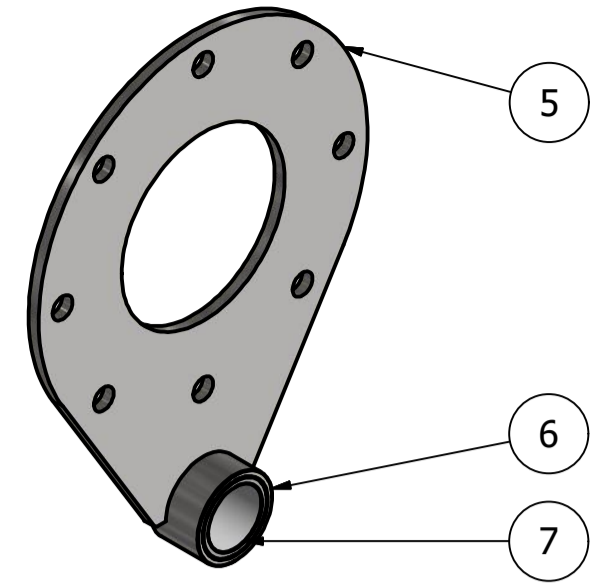
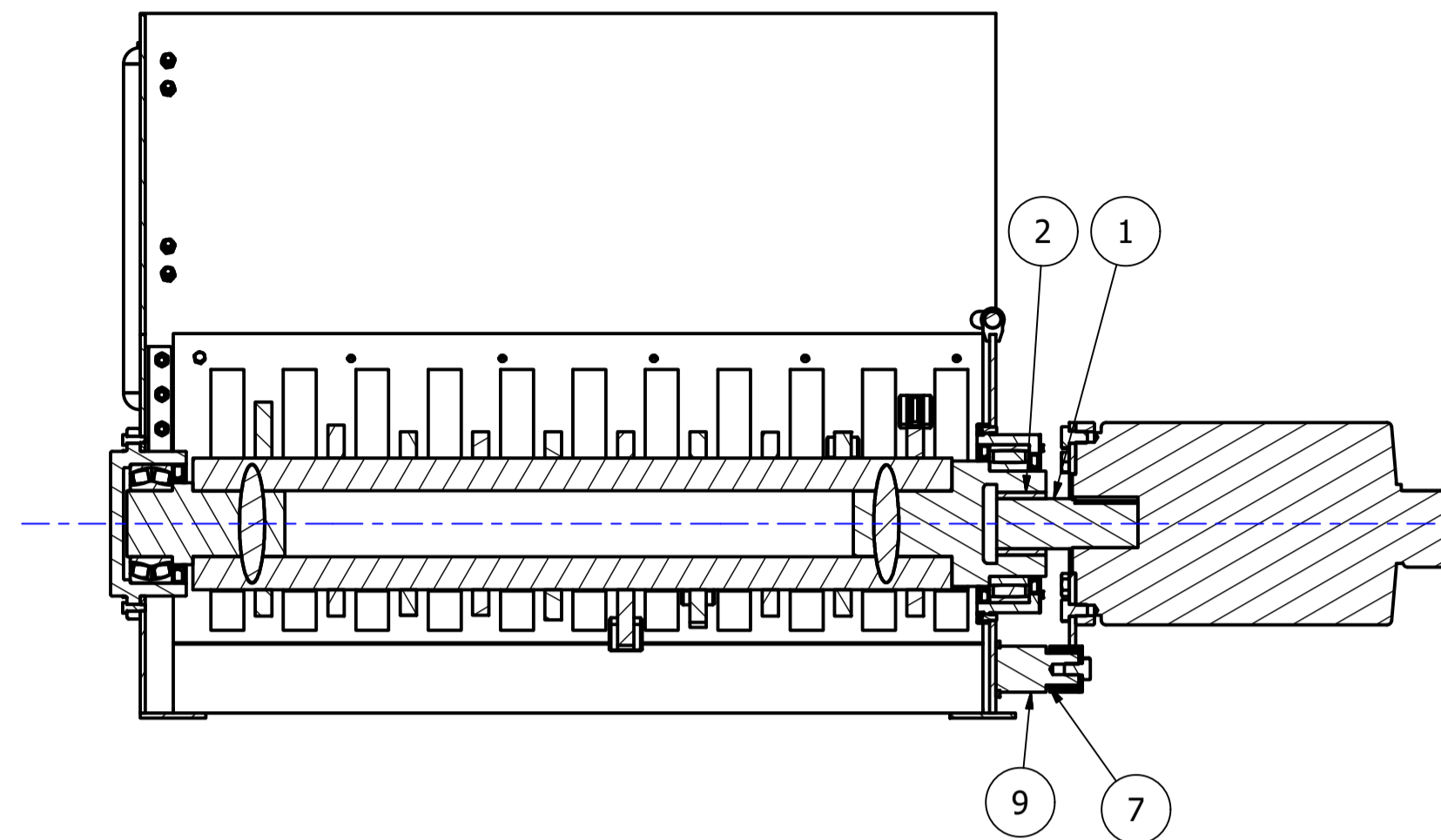


5	8	refuerzo chapa 3	AM-02-016
4	16	Refuerzo chapa 2	AM-02-015
3	4	Caño estructural 50 x 40 x 3 - L=1000	AM-01-001
2	1	Chapa 3	AM-02-014
1	1	Chapa 0 superior	AM-02-013

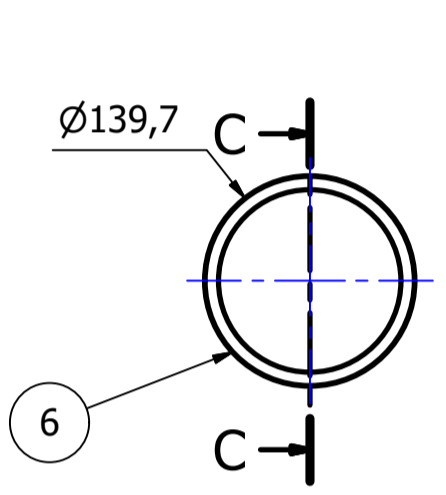
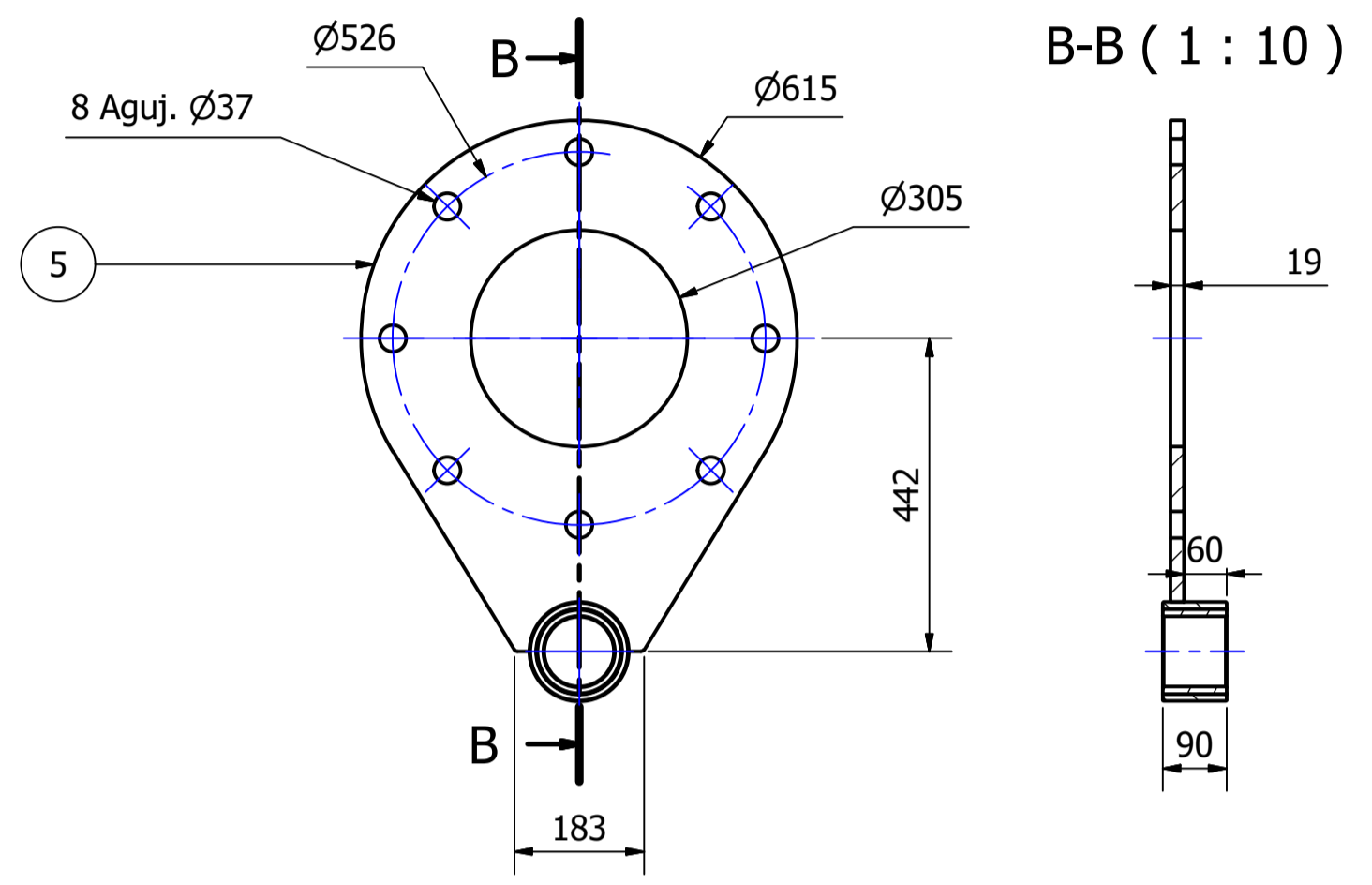
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES
Observaciones:	Dibujado	Pomba Juan M.	Referencias:
	Revisado		Plano de Pieza
	Aprobado		Pieza: Chapa 0 Superior
	Escala:	1:20	Código: AS-004
	Tolerancias:	ISO 2768 - m	Material: Acero MLC 420
		<p>PROYECTO FINAL</p>	Tratamiento Térmico:



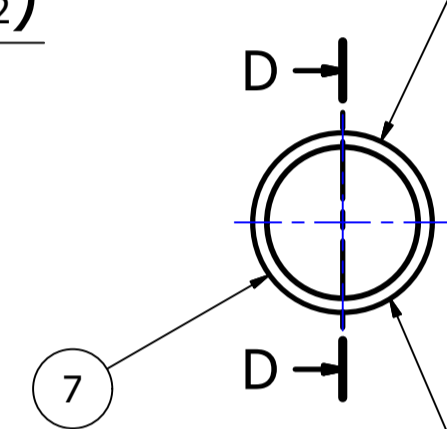
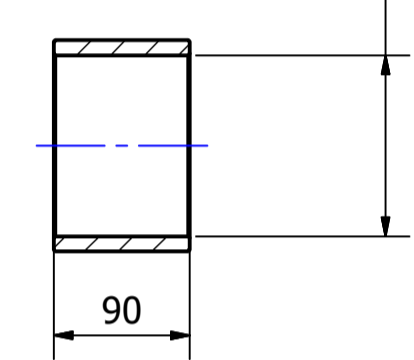
A-A (1 : 20)



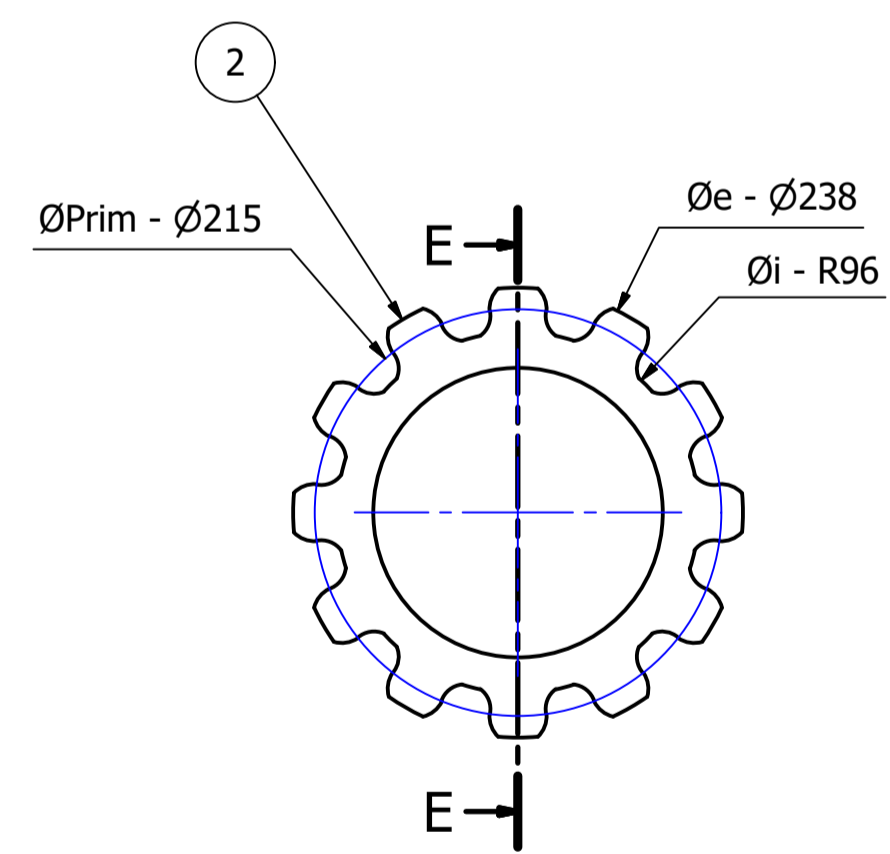
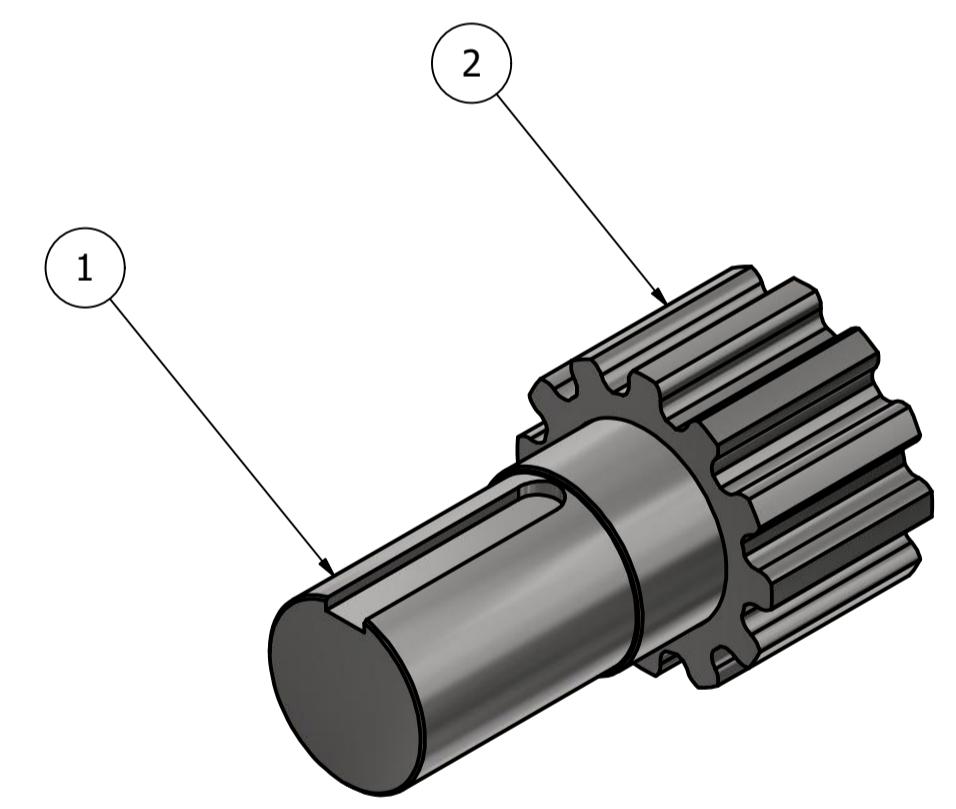
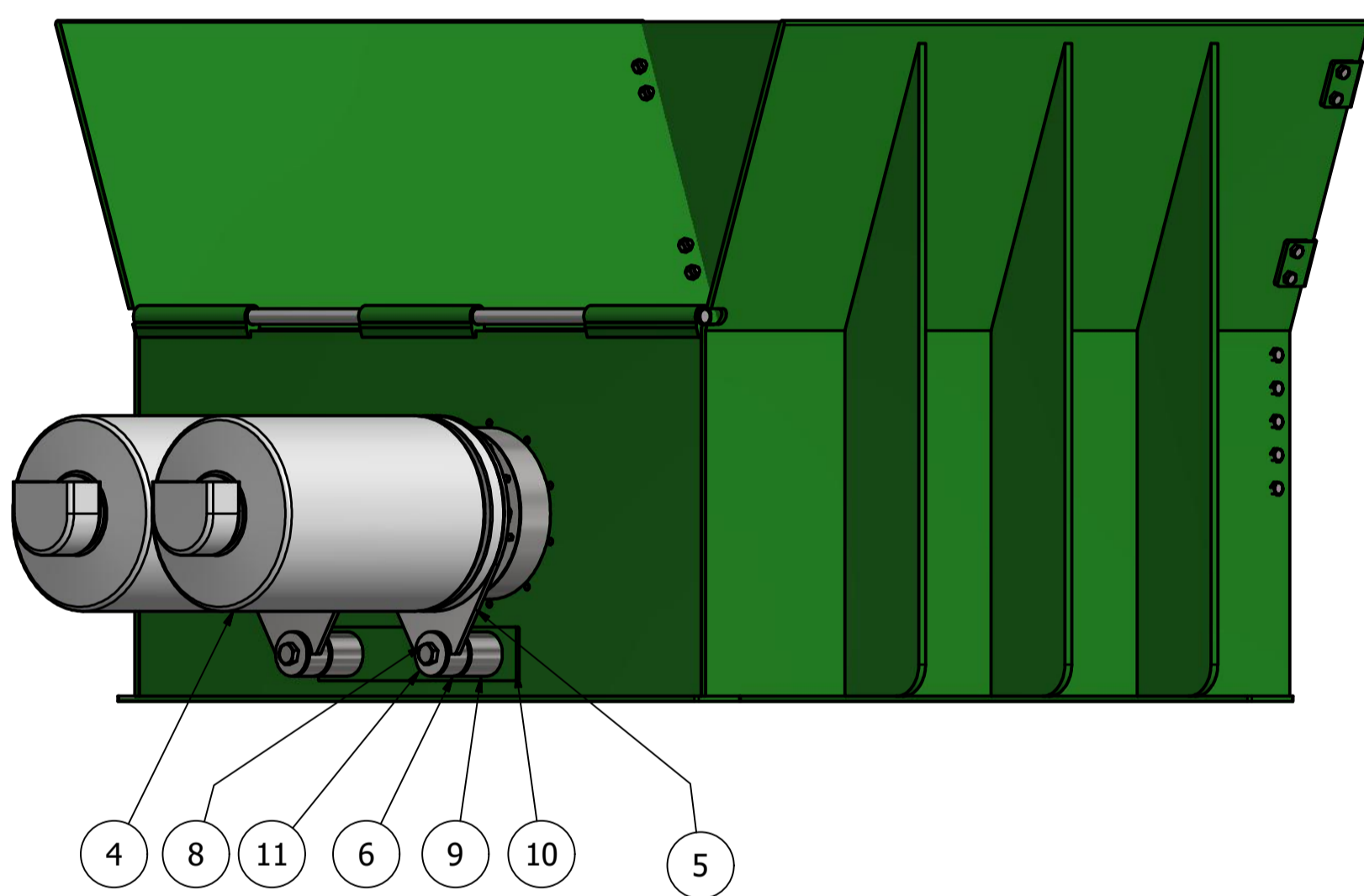
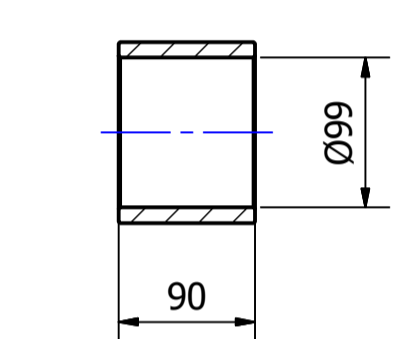
B-B (1 : 10)



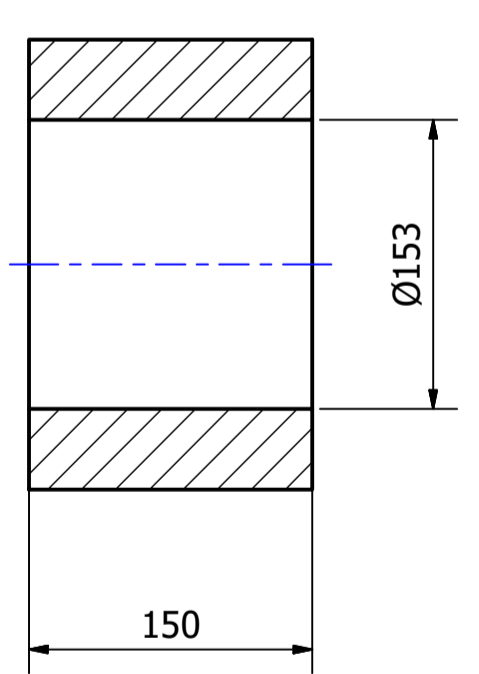
C-C (1 : 5)



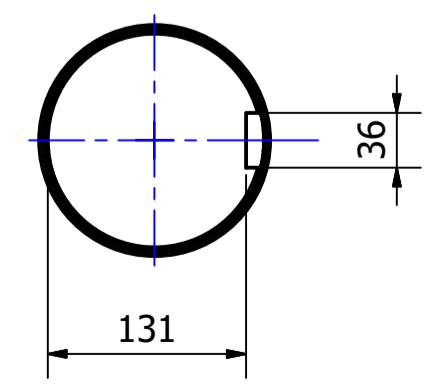
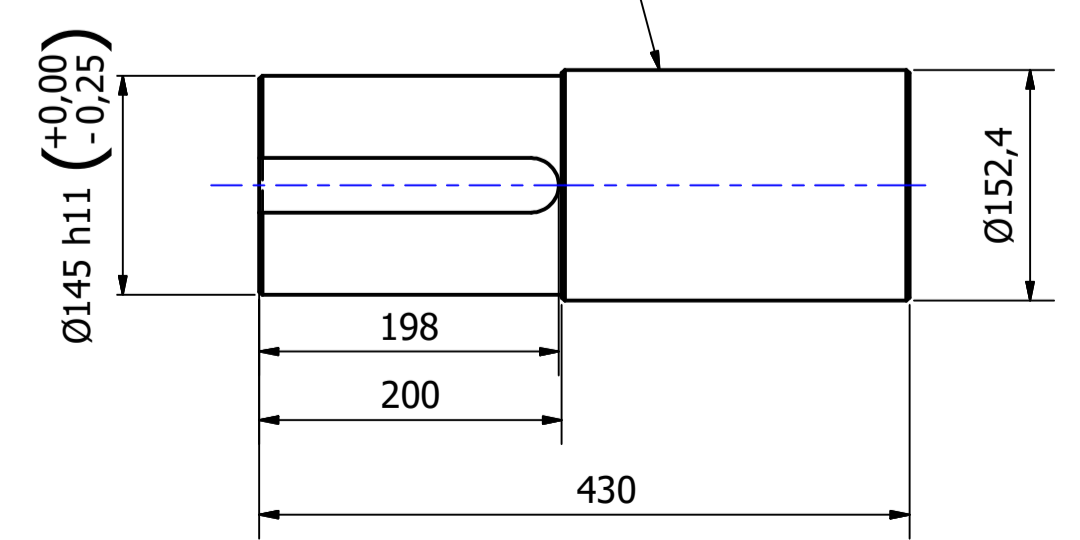
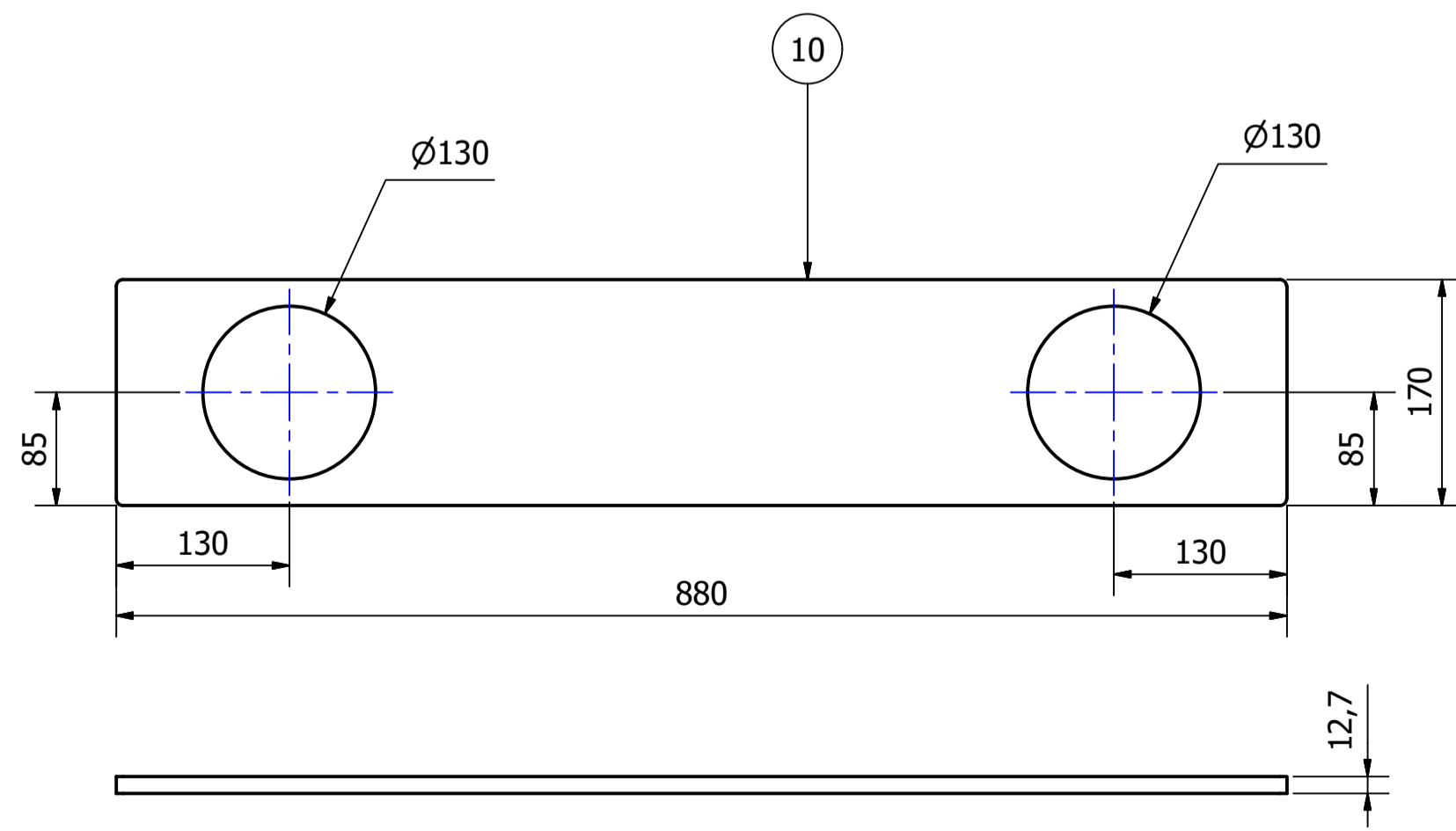
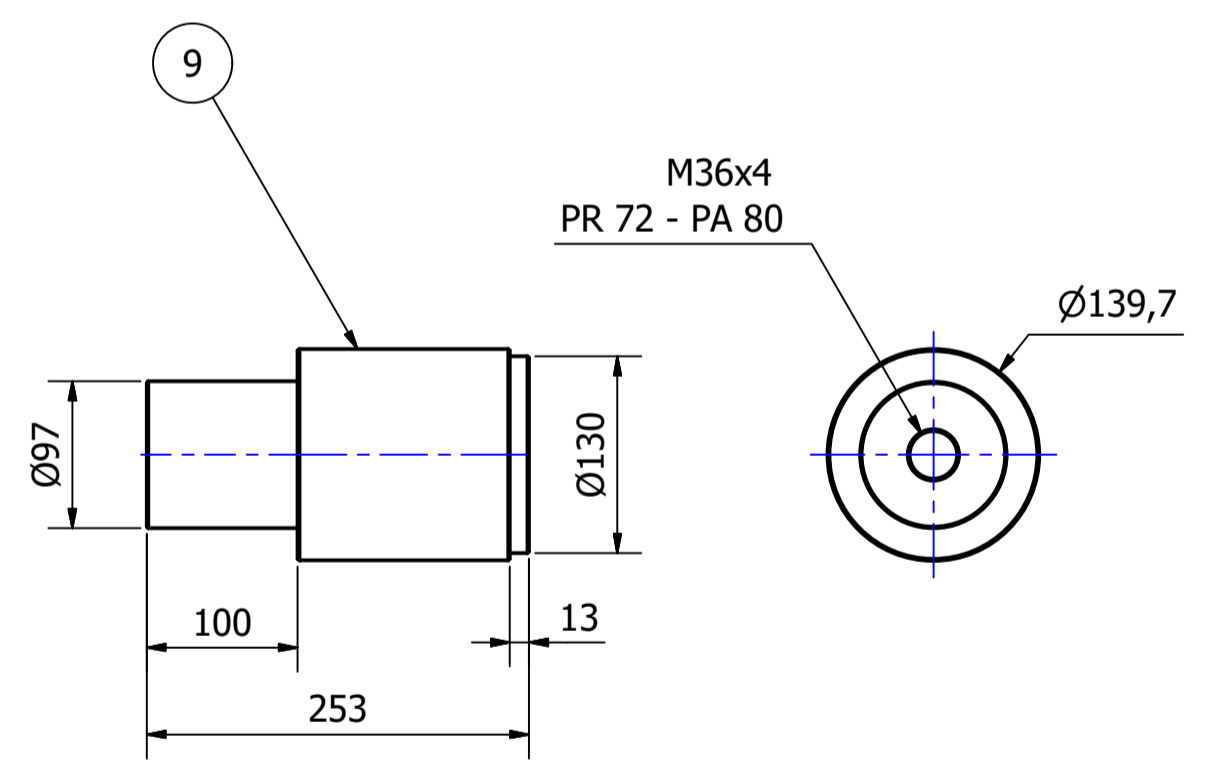
D-D (1 : 5)



E-E (1 : 4)



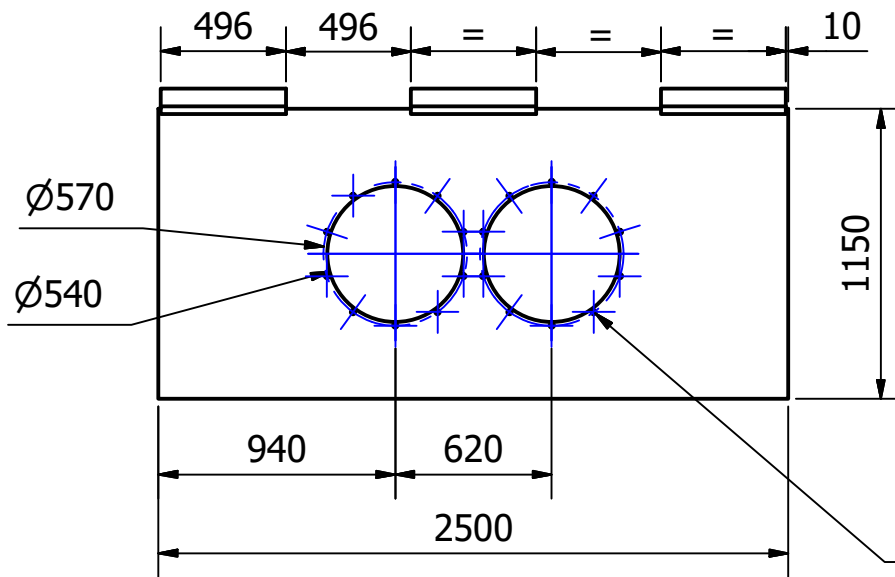
-Z12
-Paso circular 56 mm



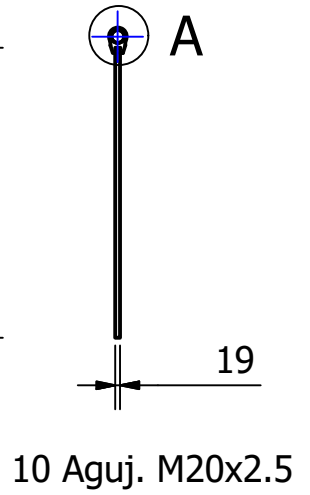
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO
11	2	Arandela retencion	AM-02-022
10	1	Refuerzo antigiro	AM-02-021
9	2	Perno antigiro 1	AM-04-010
8	18	Bulón hexagonal - M36 x 4 -L= 55	AC-07-007
7	2	Buje UHMW	AM-10-001
6	2	Soporte antigiro elem 2	AM-04-009
5	2	Soporte antigiro elem 1	AM-02-020
4	2	Motor hidraulico MRTE23000	AC-10-001
2	2	Piñón de acople	AM-04-008
1	2	Eje de acople	AM-03-002

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Dibujado		Pombo Juan M.		
Revisado				
Aprobado				
Observaciones:	Conjunto motores con soportes			Plano de conjunto
Escala:	1:20	PROYECTO FINAL Conjunto motores con soportes Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: AS-005
Tolerancias:				Material: Acero SAE 4140/ MLC 420 Tratamiento Térmico:

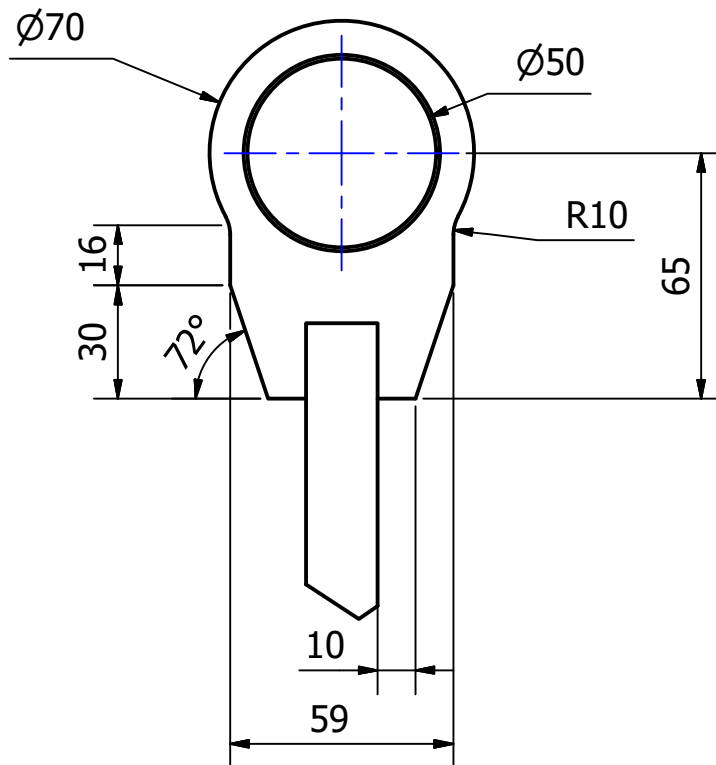
VISTA FRONTAL




VISTA LATERAL

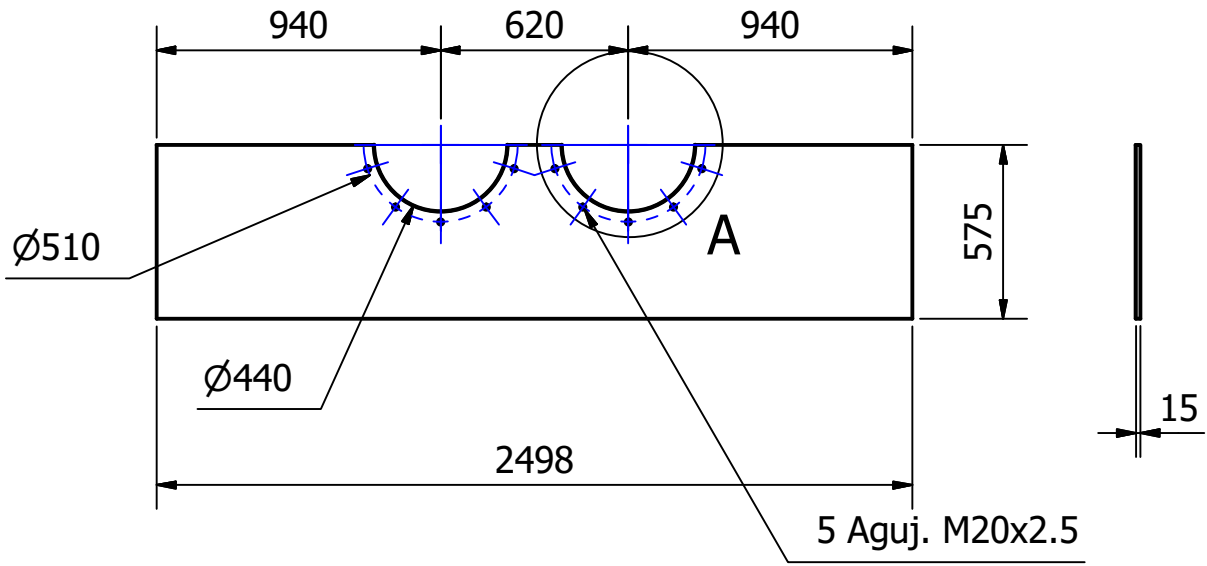


DETALLE "A" (1 : 2)

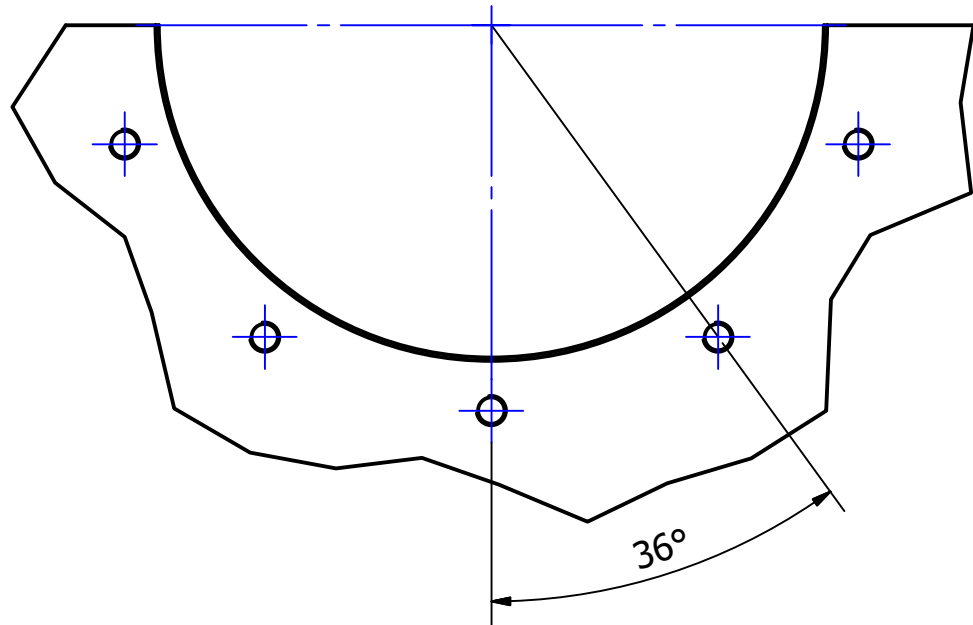



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa 4	
Observaciones:	Aprobado				Código: AM-02-001
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero MLC 420
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

VISTA FRONTAL

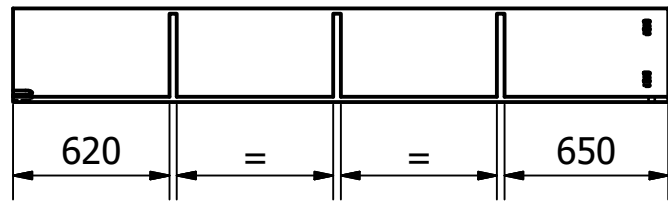


A (1:5)

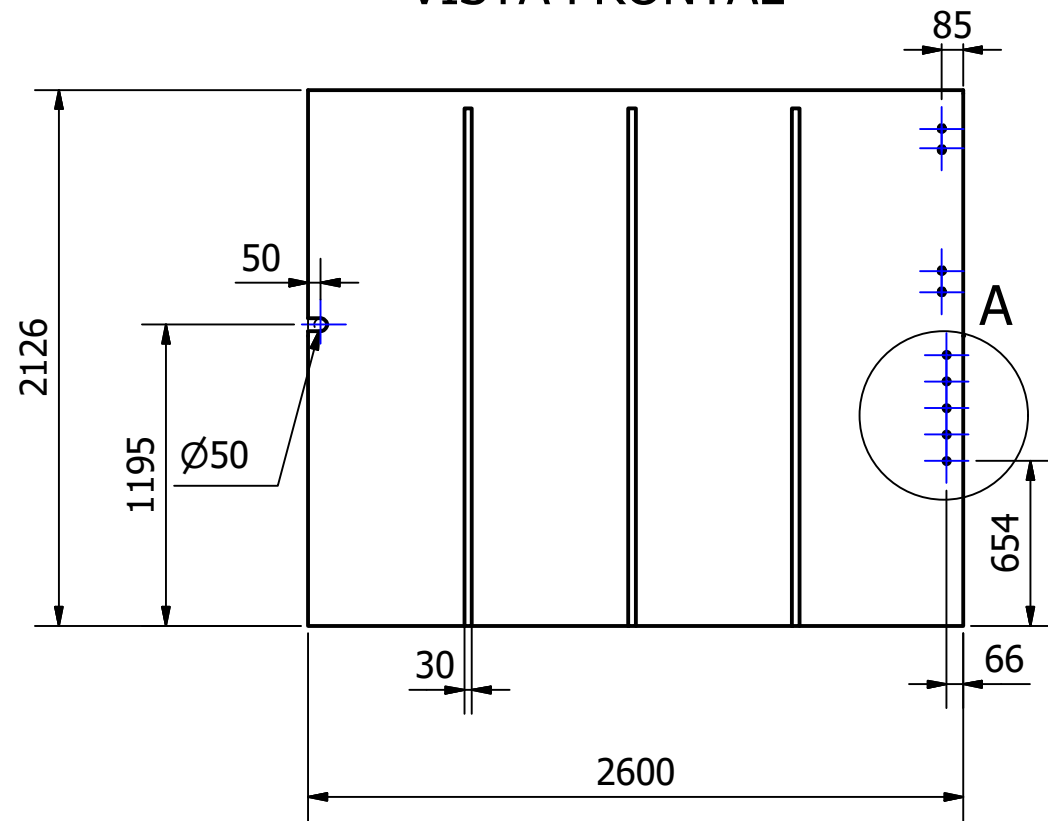


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa 0	
Observaciones:	Aprobado				Código: AM-02-002
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero MLC 420
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

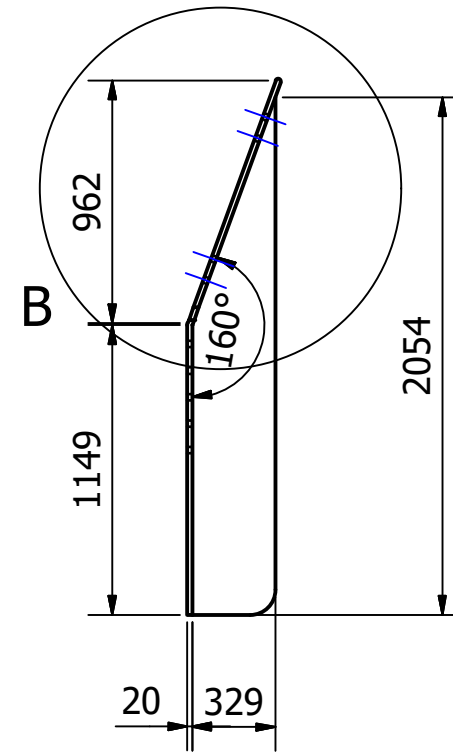
VISTA SUPERIOR



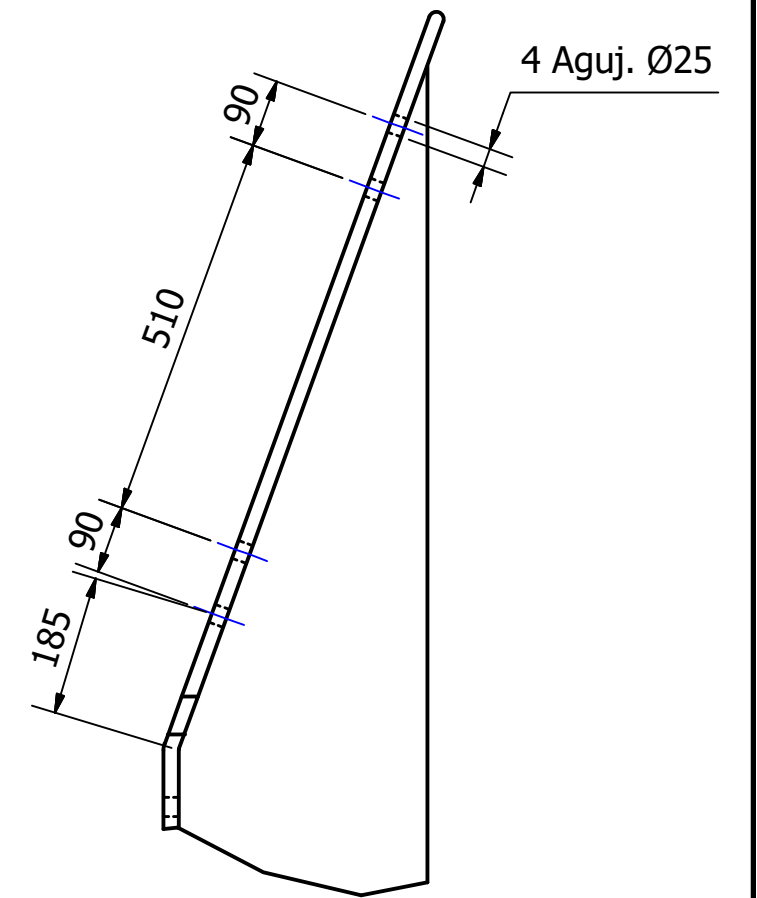
VISTA FRONTAL



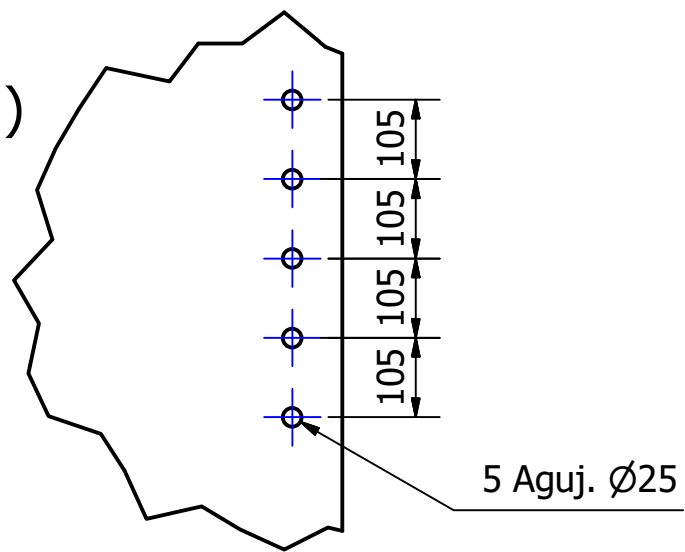
VISTA LATERAL




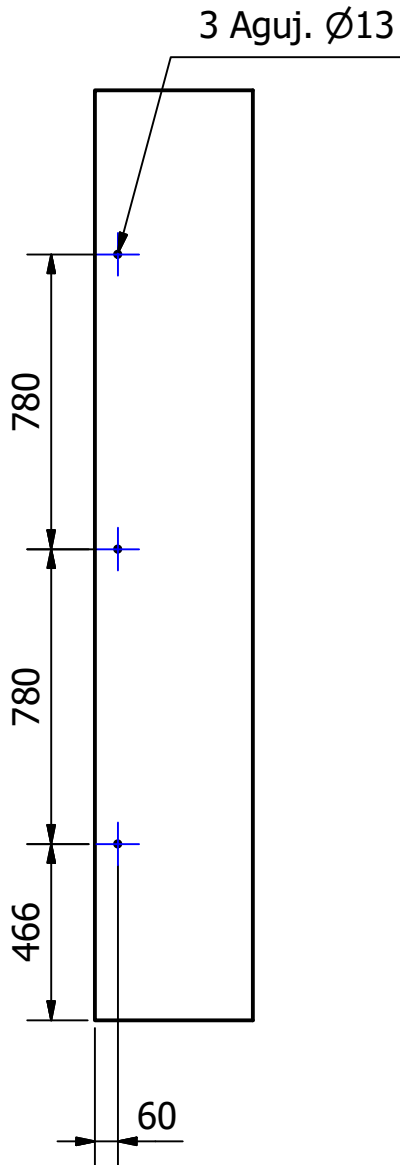
B (1 : 10)



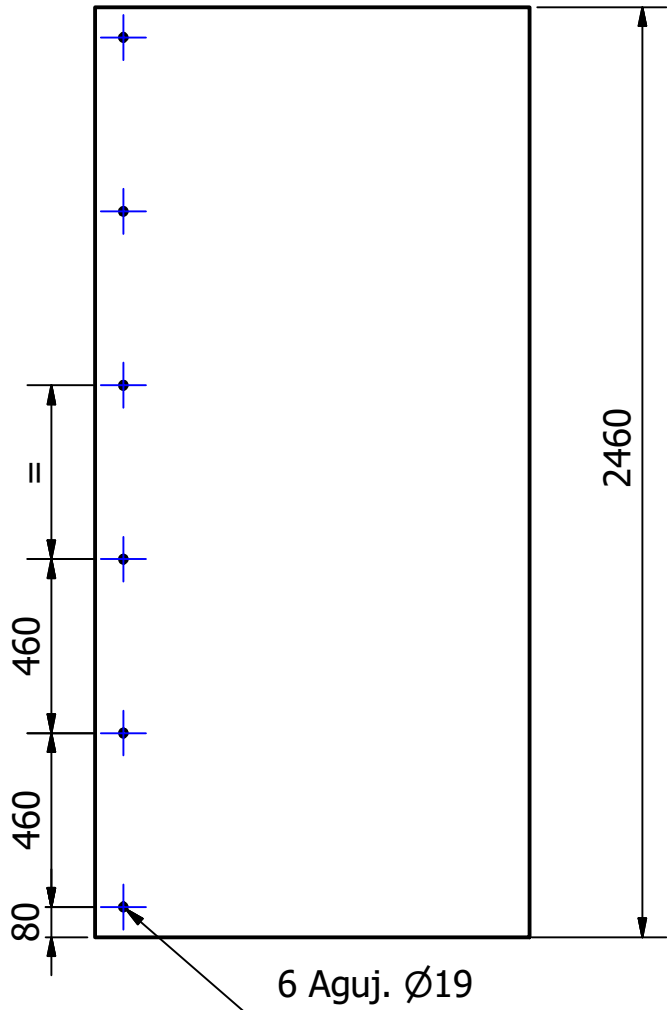
A (1 : 10)



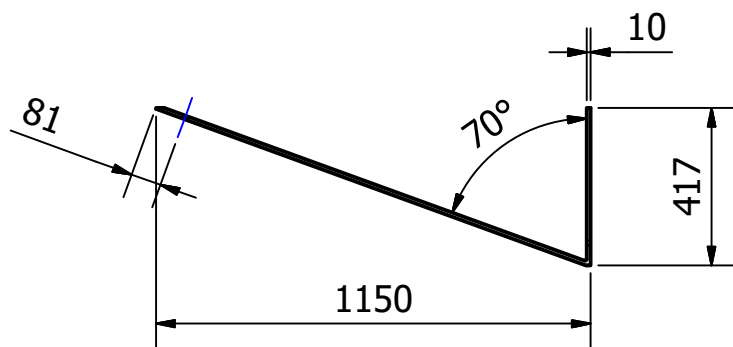
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa 1	Plano de Pieza
	Aprobado				
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 			Código: AM-02-003
	Tolerancias:				ISO 2768 - m
					Tratamiento Térmico:



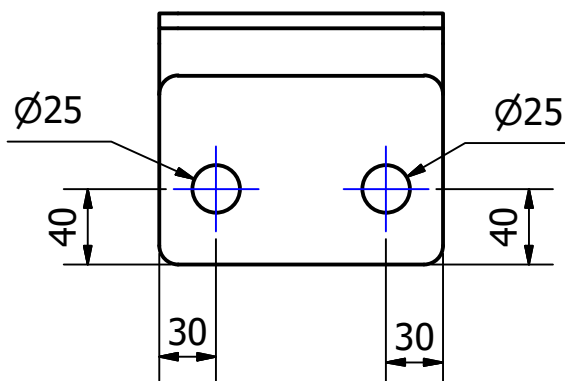
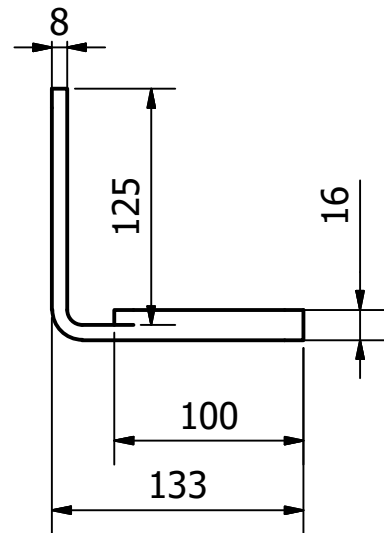
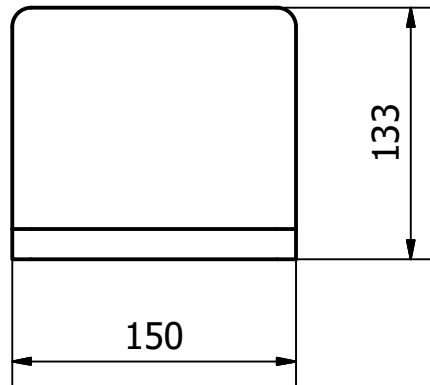
VISTA FRONTAL



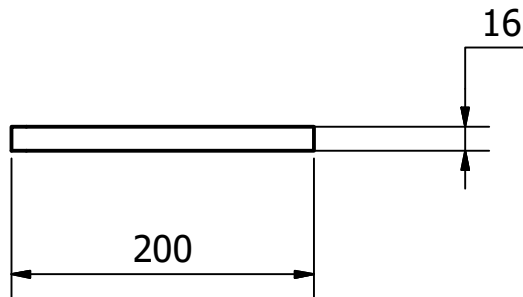
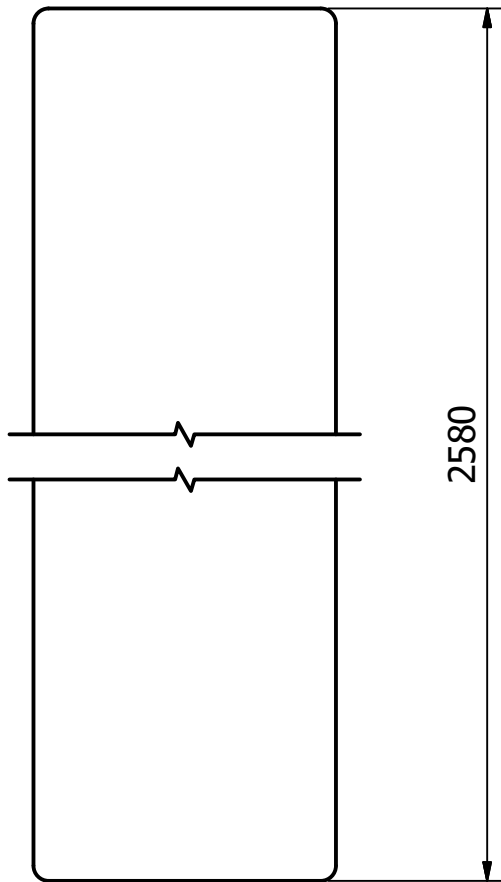
VISTA SUPERIOR



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa 2	
Observaciones:	Aprobado				Código: AM-02-004
	Escala: 1:20	<p align="center">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero MLC 420
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

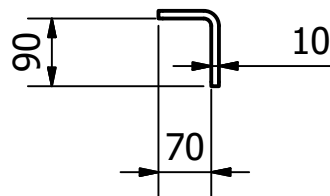
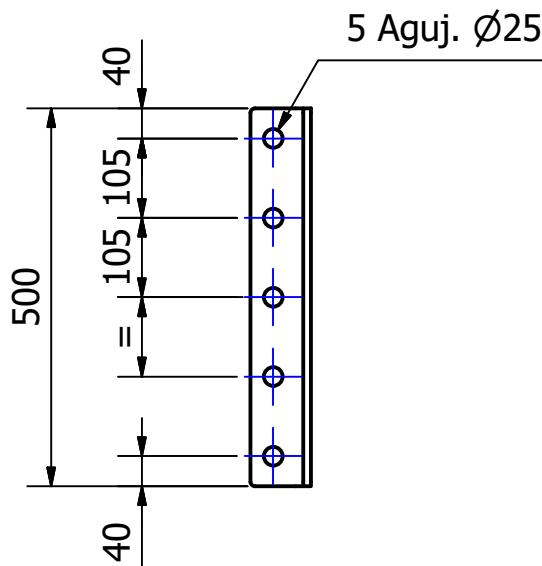
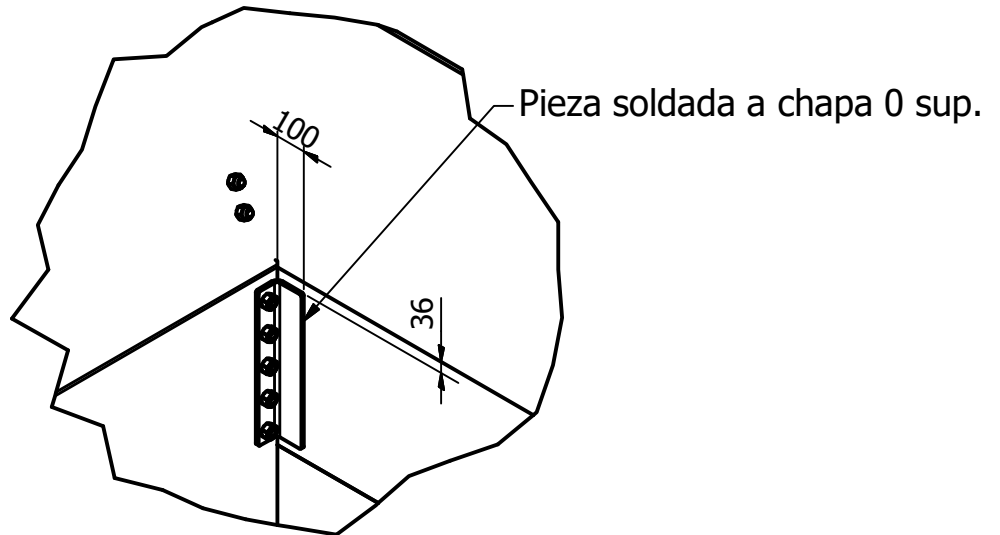


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Refuerzo chapa 4	Plano de pieza
	Aprobado			
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 		Código: AM-02-005
				Material: Acero SAE 1010
Tolerancias: ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:			



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Refuerzo inferior	
Observaciones:	Revisado			Código: AM-02-006
	Aprobado			Material: Acero MLC 420
	Escala: 1:5	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

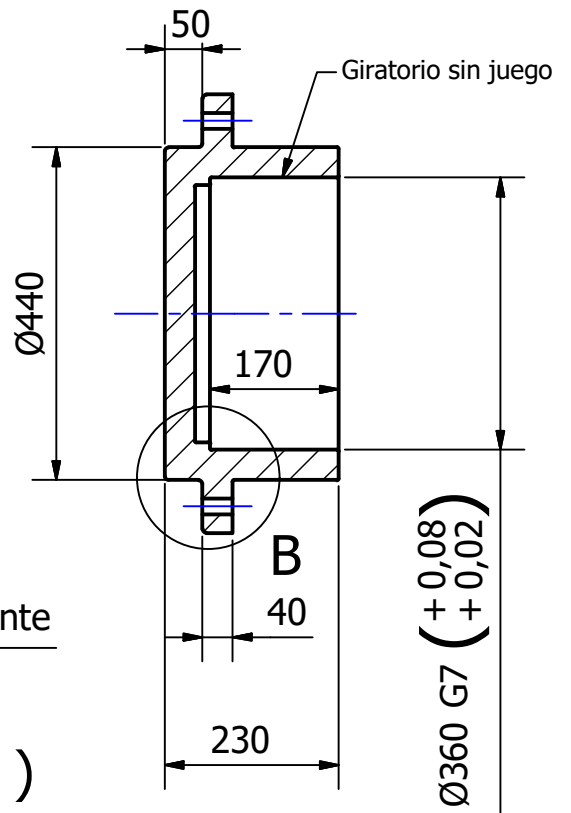
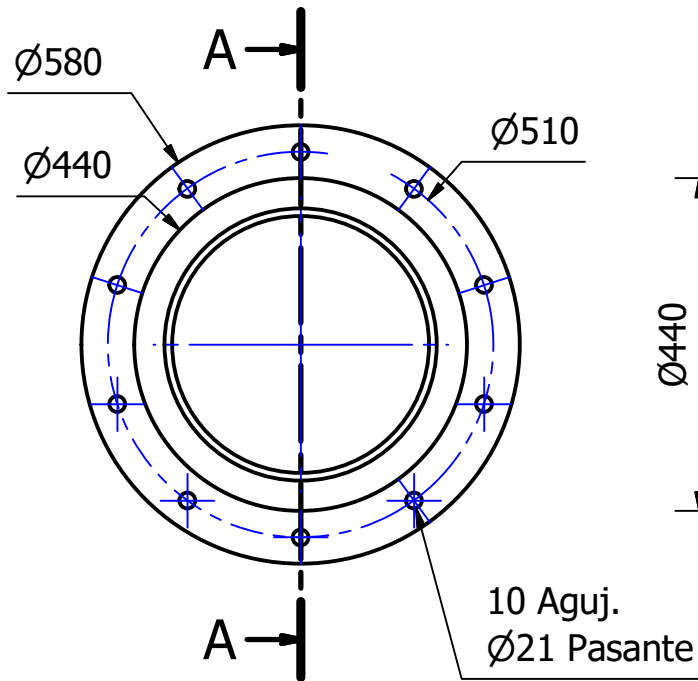
E (1 : 20)



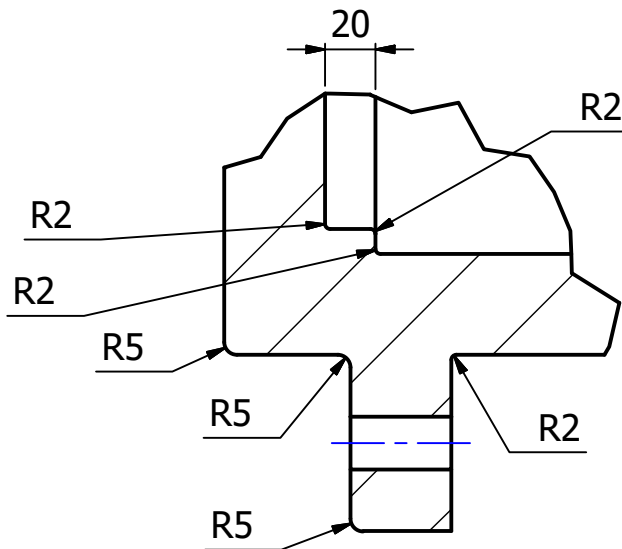
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Soporte chapa 0 sup.	
	Aprobado			
	Escala: 1:10	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: AM-02-007
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			Material: Acero MLC 420
			Tratamiento Térmico:	

VISTA FRONTAL

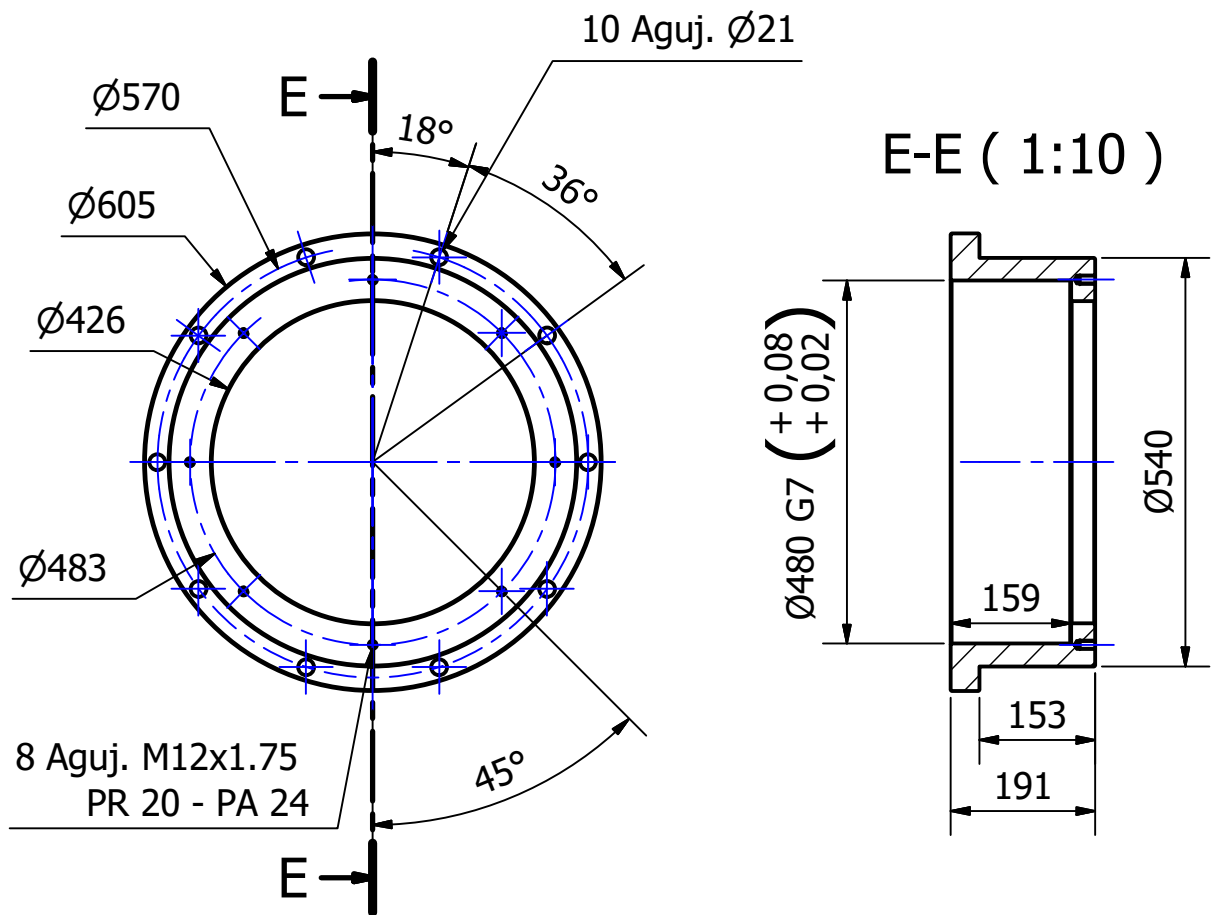
SECCIÓN A-A (1:10)



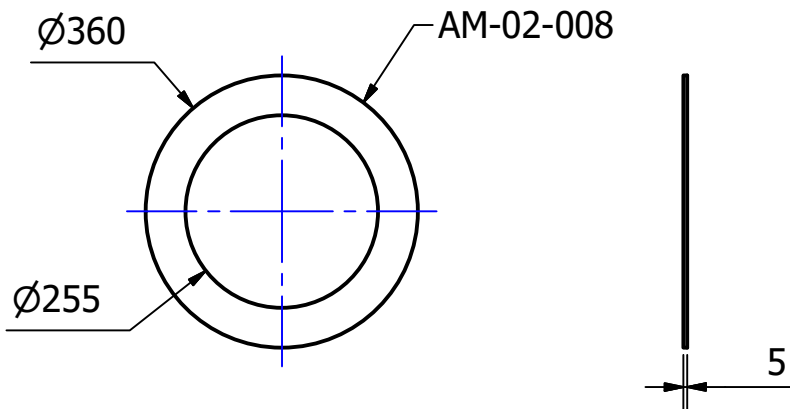
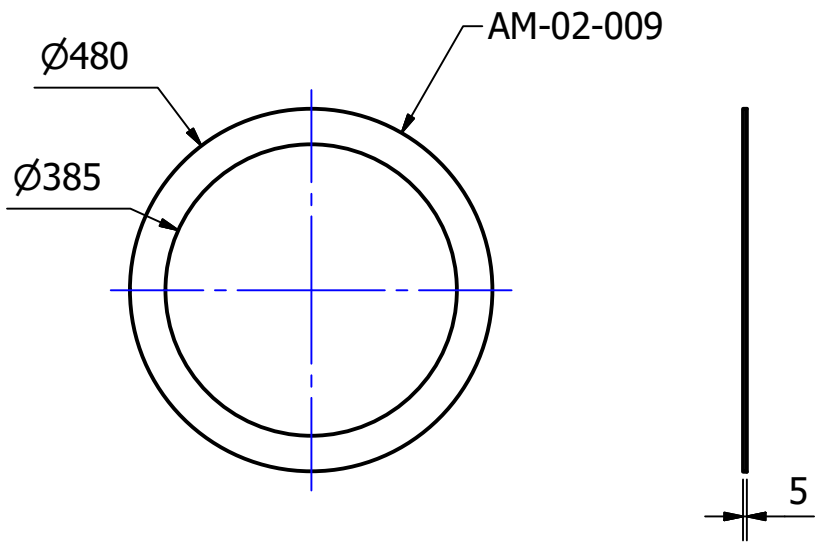
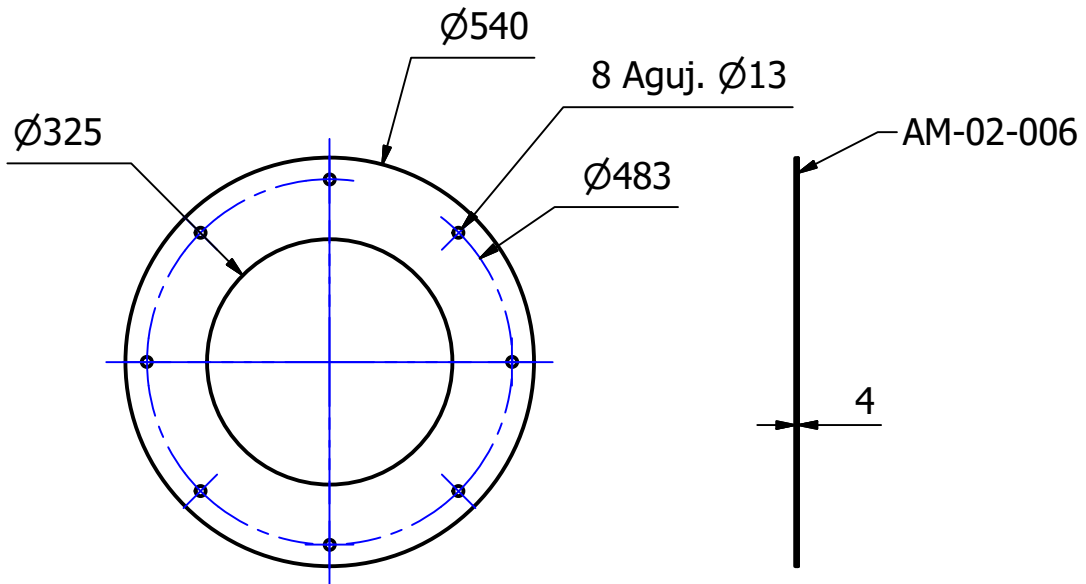
DETALLE B (1:3)




NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Pano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte p/rodamientos delantero	
Observaciones:	Aprobado				Código: AM-04-006
	Escala:	<h2>PROYECTO FINAL</h2> 			Material: Fundición Nodular
	Tolerancias:				<p>ISO 2768 - m</p>

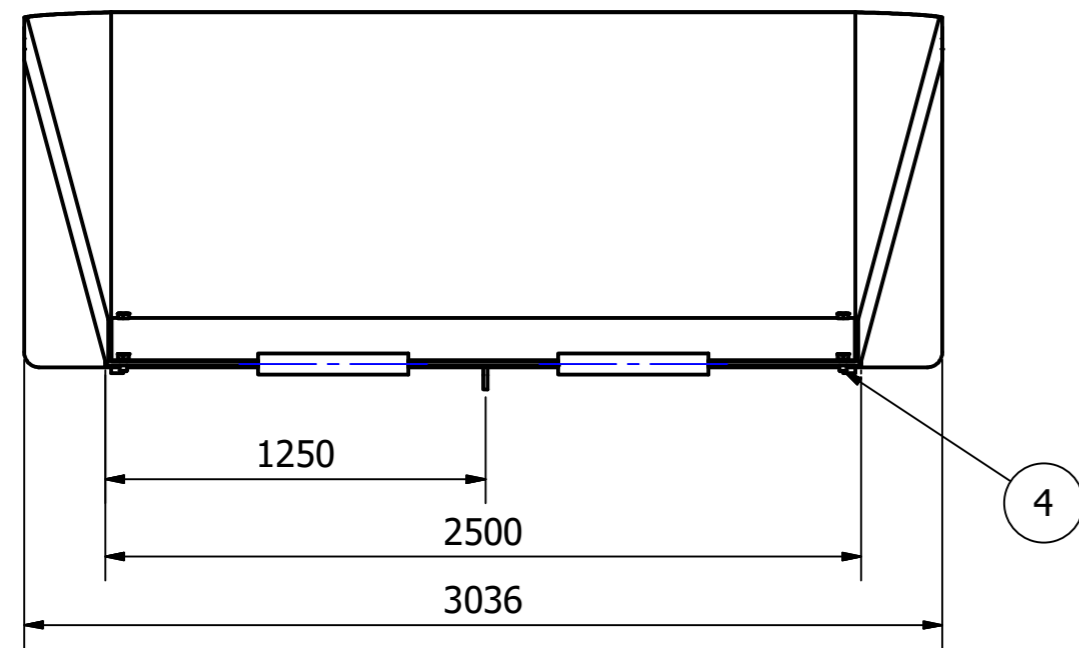


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Soporte p/rodamientos trasero	
	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  <p align="center">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Código: AM-04-007
					Material: Fundición Nodular
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

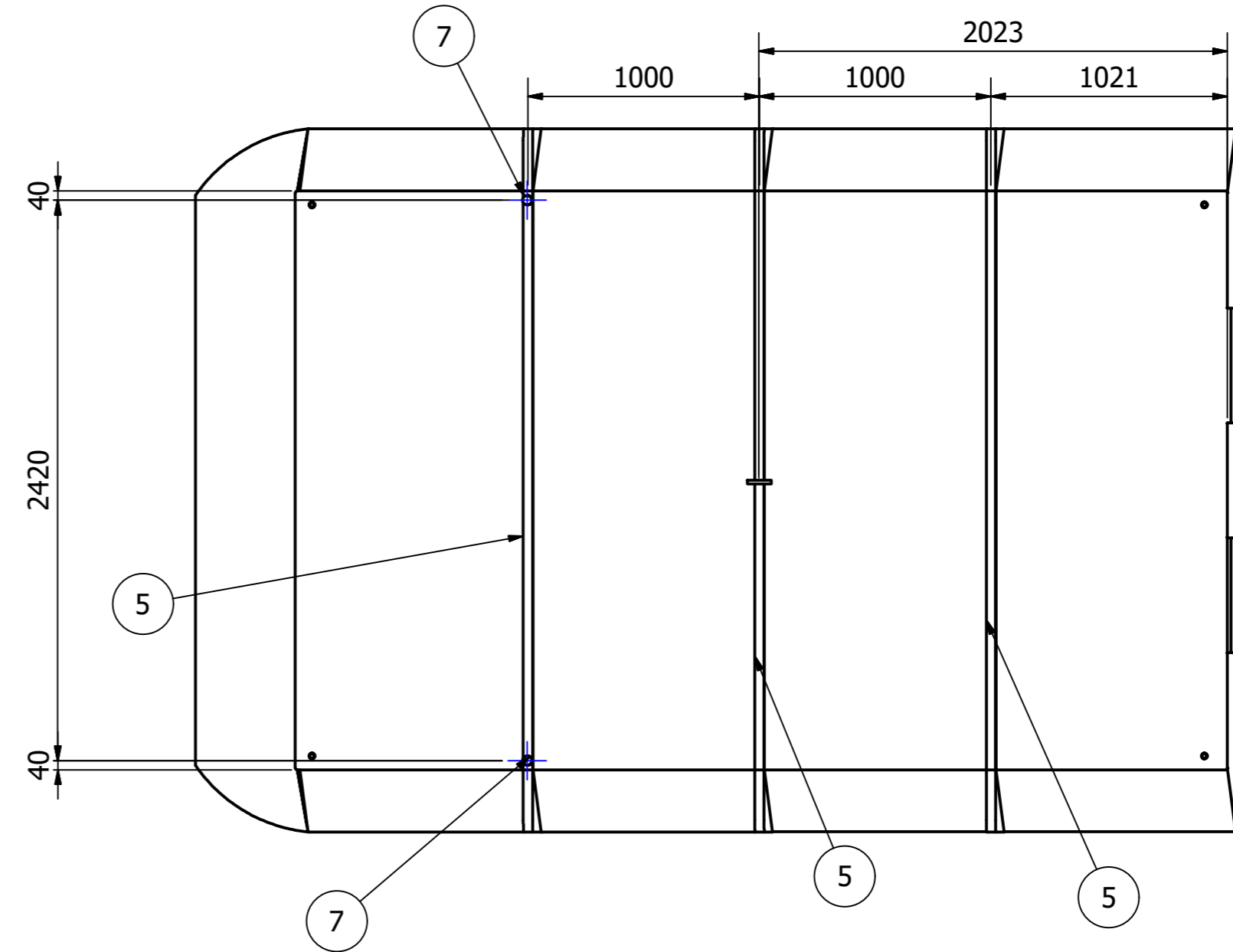


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Tapas	
Observaciones:	Aprobado				
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Código: AM-02-017/018/019
					Material: Acero SAE 1010
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
ISO 2768 - m					

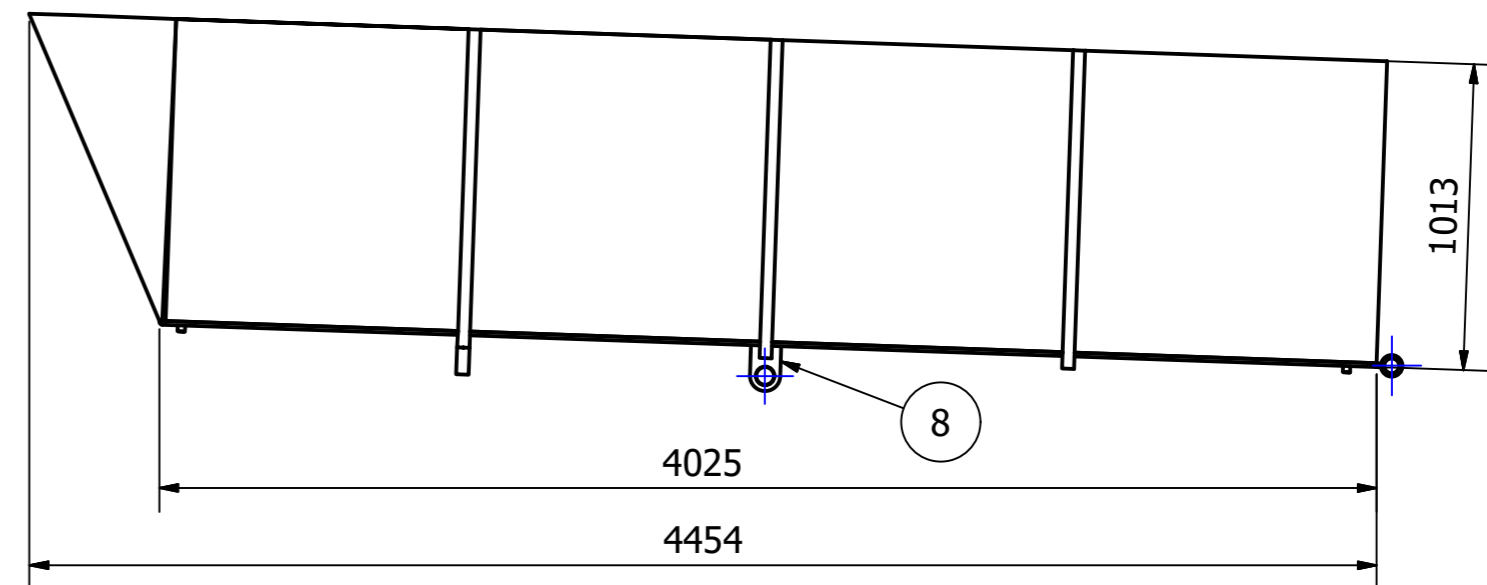
VISTA FRONTAL



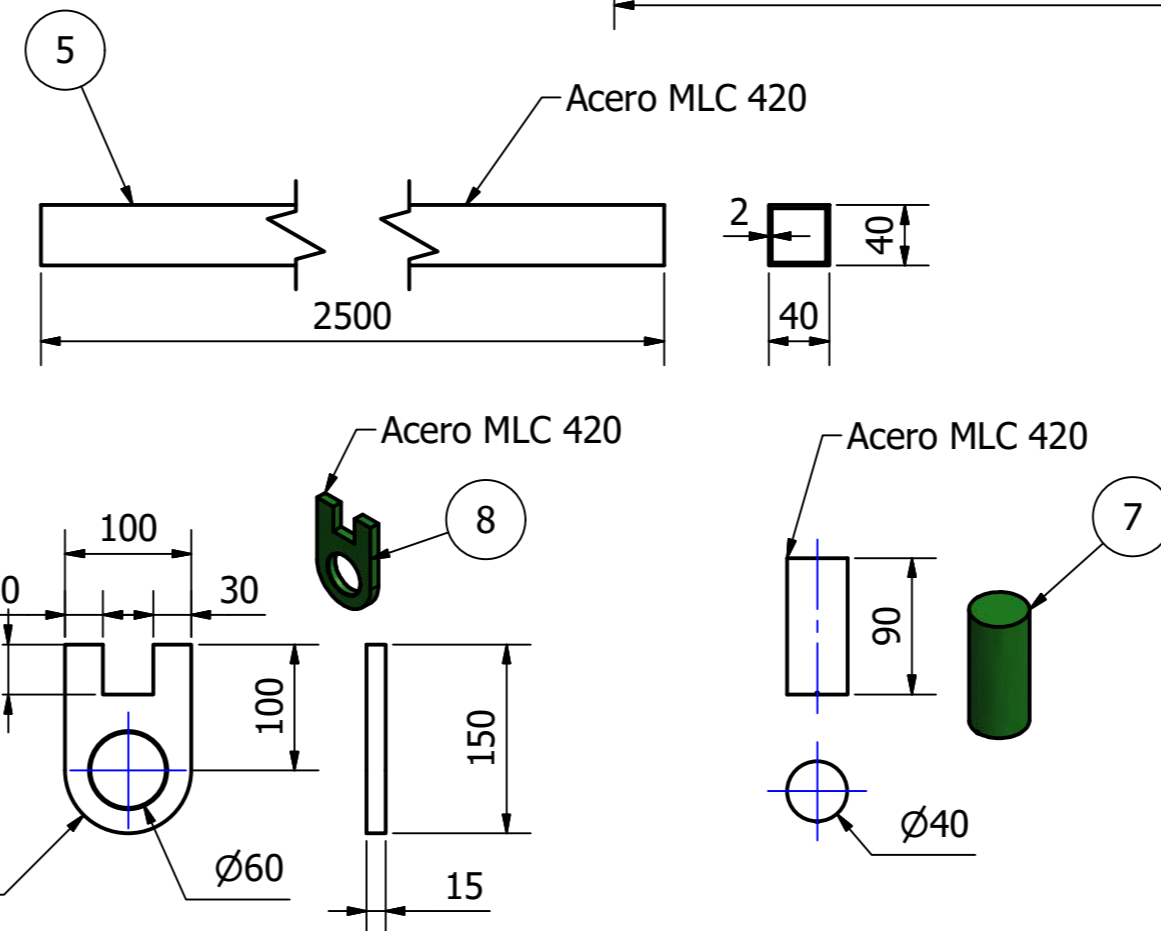
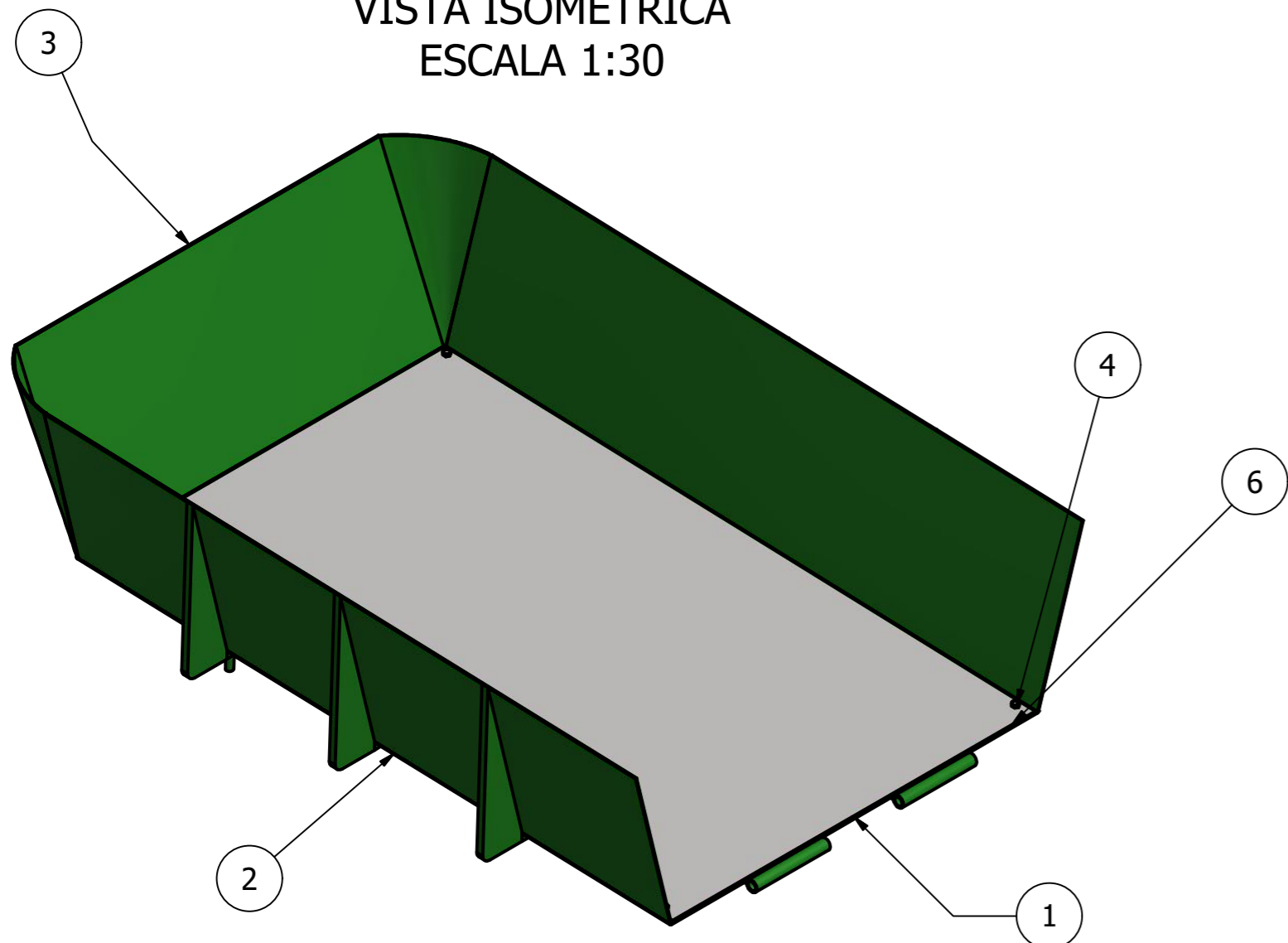
VISTA INFERIOR



VISTA LATERAL



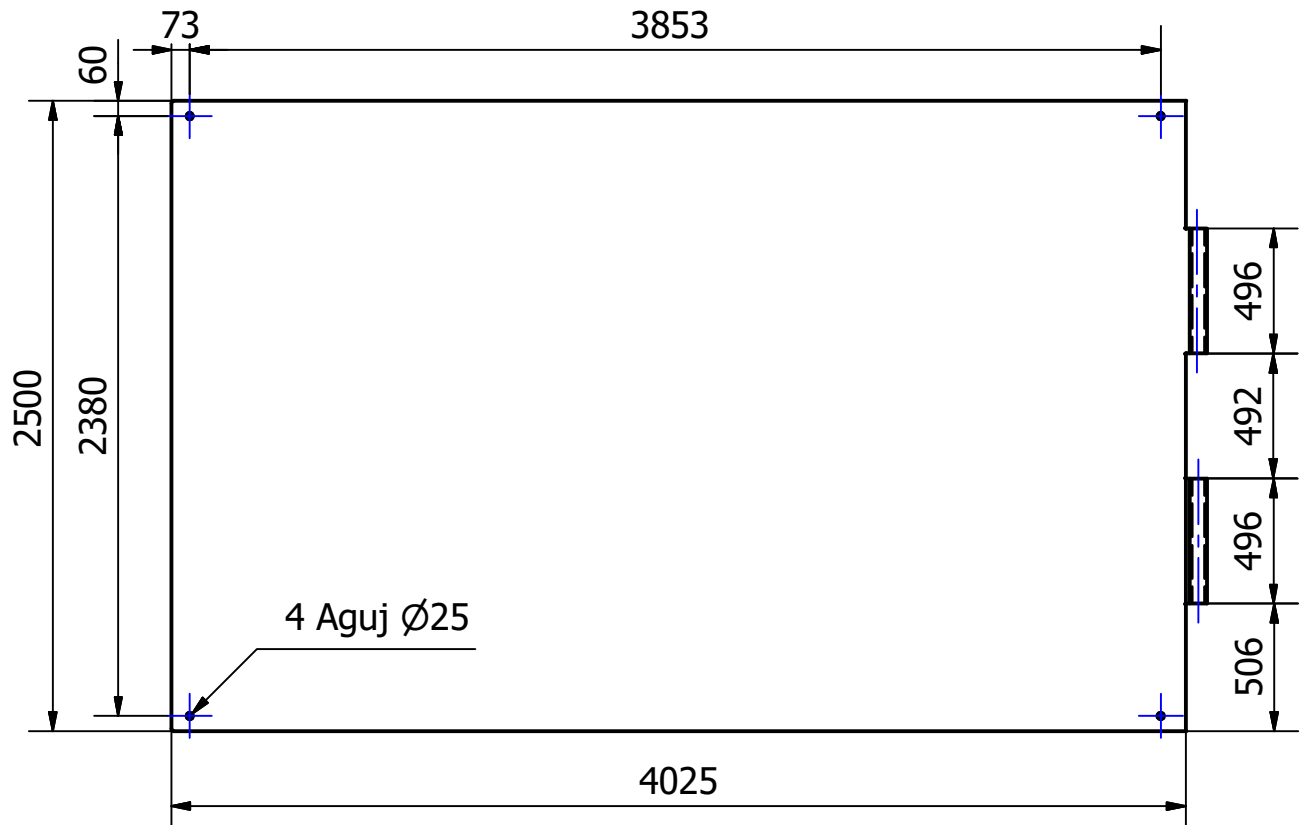
VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:30



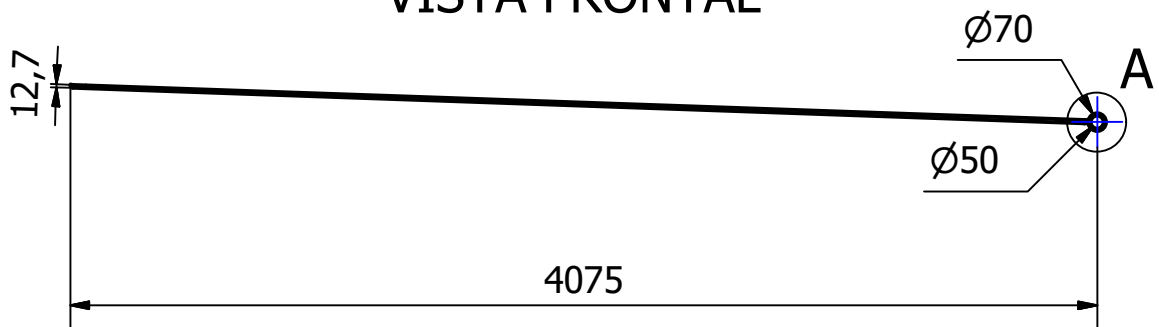
8	1	Soporte batea	BM-02-005
7	2	Pata batea	BM-01-002
6	1	Chapa antidesgaste batea	BM-02-004
5	3	Refuerzo batea	BM-01-001
4	4	Bulón - M24 x 3 x 40	BC-07-001
3	1	Chapa C batea	BM-02-003
2	1	Chapa B batea	BM-02-002
1	1	Chapa A batea	BM-02-001
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de conjunto
Observaciones:	Revisado		Pieza: Plano de conjunto B	Código:
	Aprobado			Material:
	Escala:	1:25		Tratamiento Térmico:
	Tolerancias:	ISO 2768 - m		
PROYECTO FINAL				

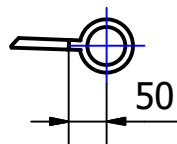
VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL

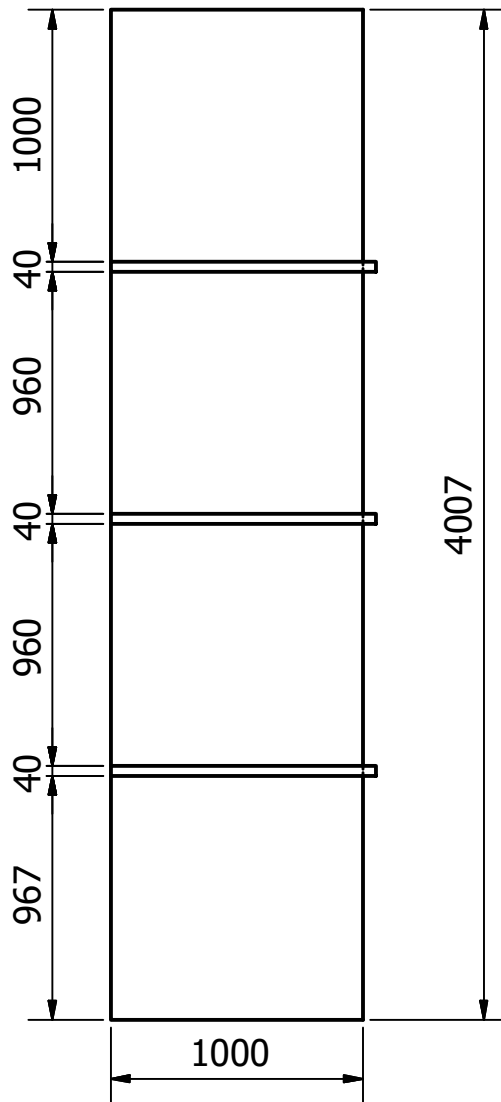


A (1 : 10)

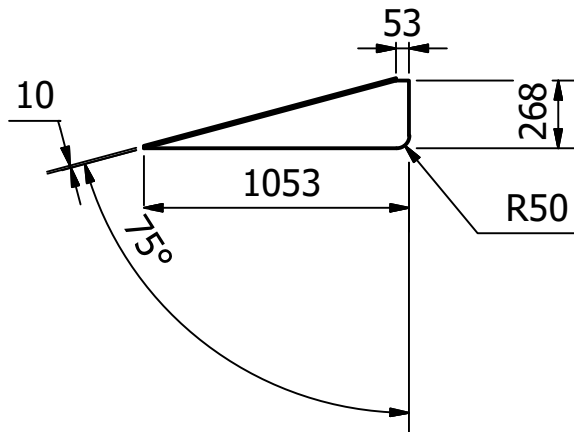


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa A batea	
Observaciones:	Aprobado				Código: BM-04-001
	Escala: 1:30	PROYECTO FINAL			Material: Acero SAE 1010 (F24)
	Tolerancias: ISO 2768 -c	Facultad Regional UTN VILLA MARIA			

VISTA FRONTAL

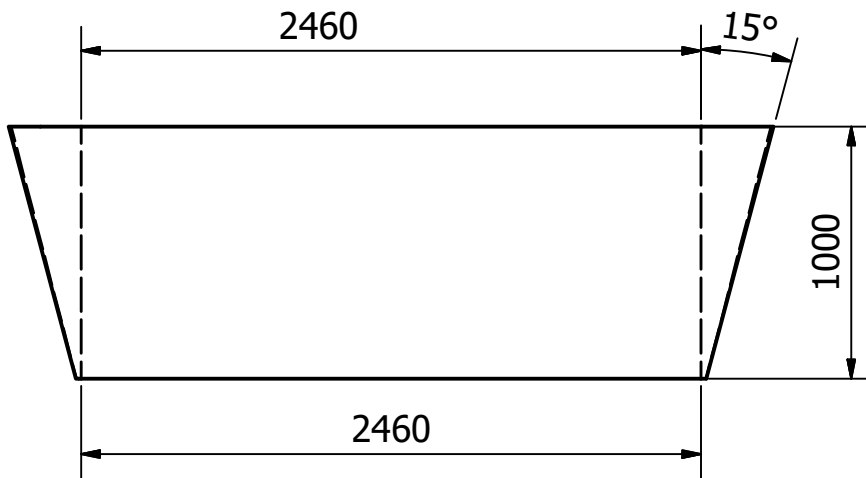


VISTA SUPERIOR

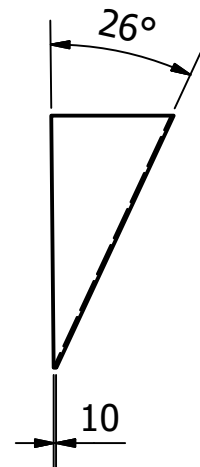


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Chapa B batea	
Observaciones:	Revisado			Código: BM-02-002
	Aprobado			Material: Acero MLC 420
	Escala: 1:30	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

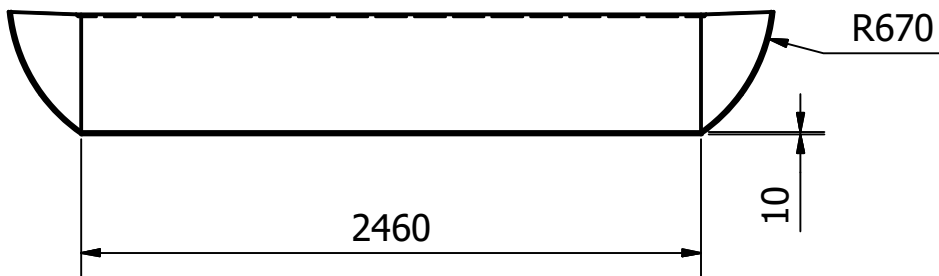
VISTA FRONTAL



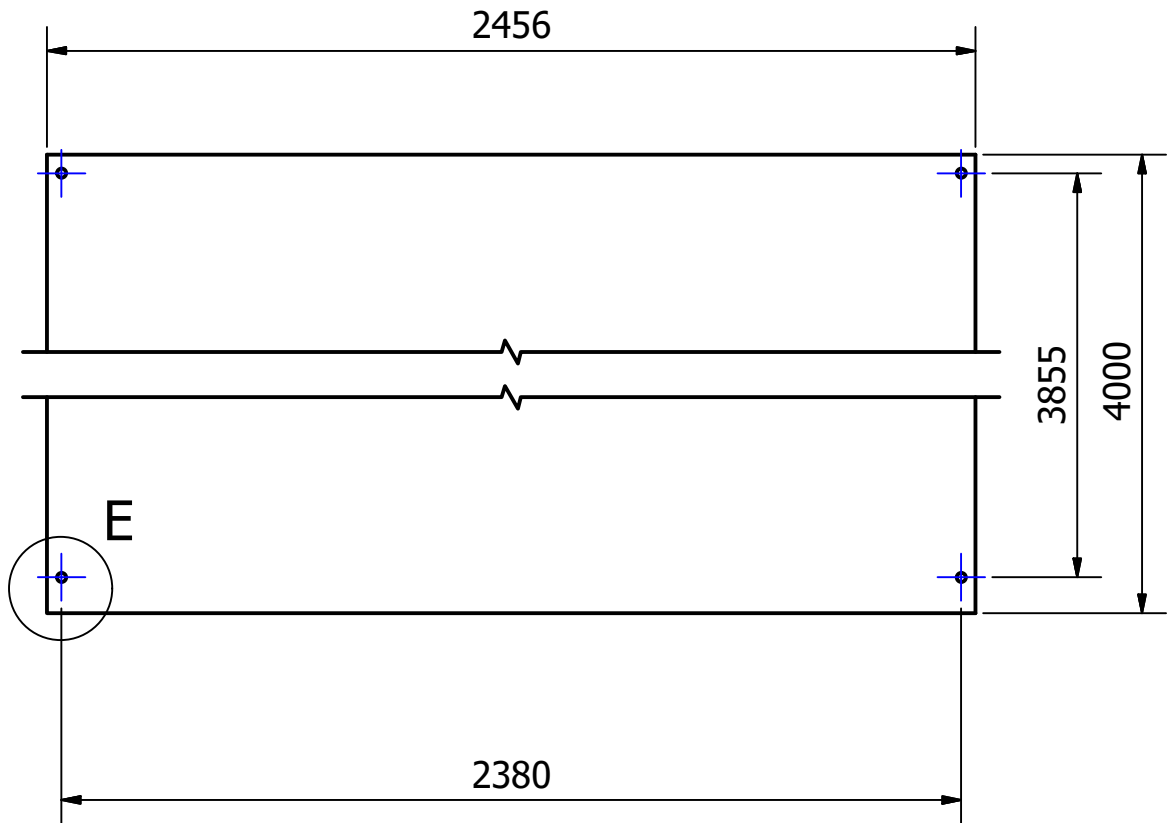
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

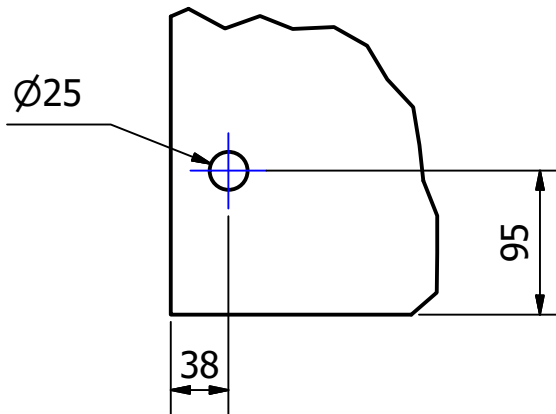



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Chapa C batea	Plano de pieza
	Aprobado			
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Código: BM-02-003
				Material: Acero MLC 420
Tolerancias: ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:			



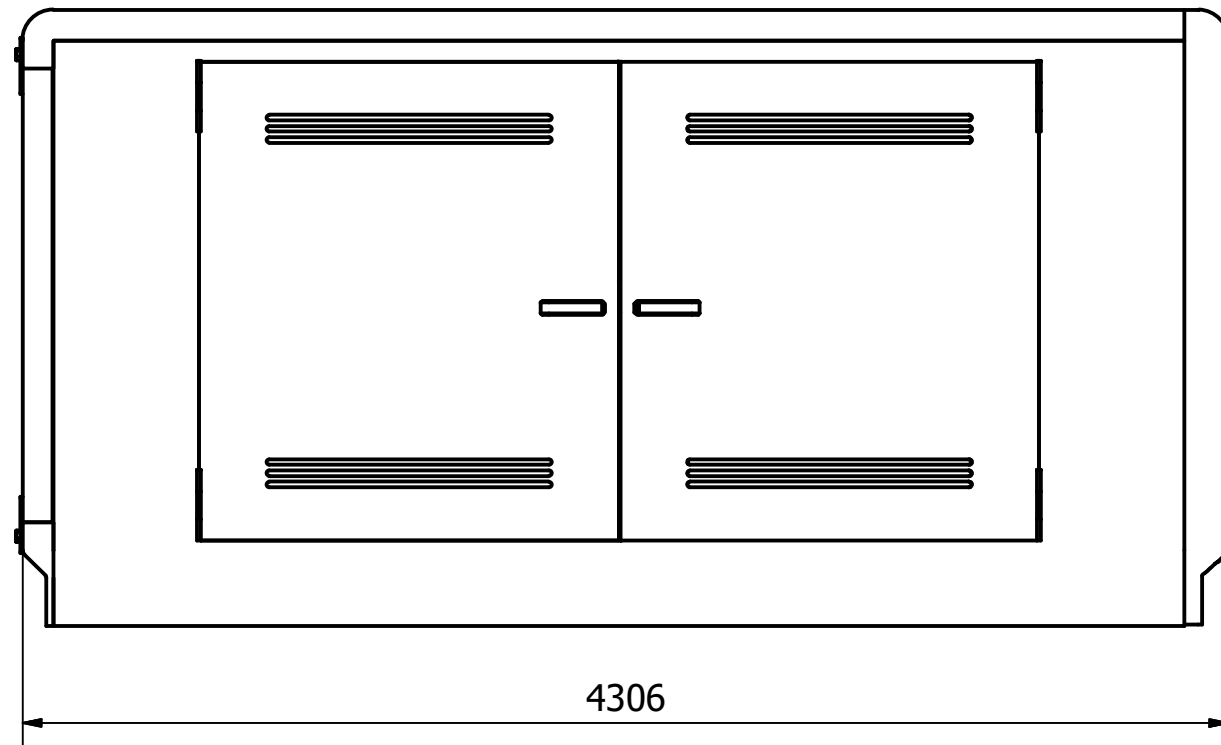
Espesor de chapa: 4mm

E (1 : 5)

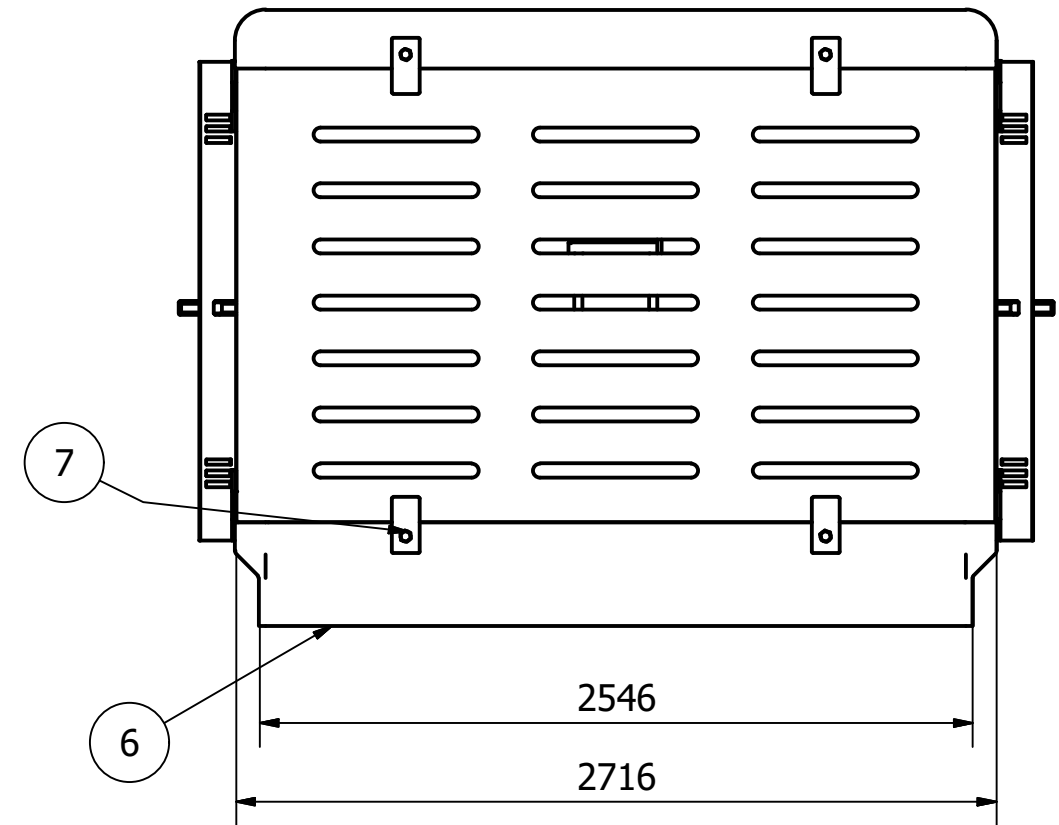


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza:	Código: BM-02-004
	Aprobado		Chapa antidesgaste	
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 		
Tolerancias:	Tratamiento Térmico:			
ISO 2768 -m				

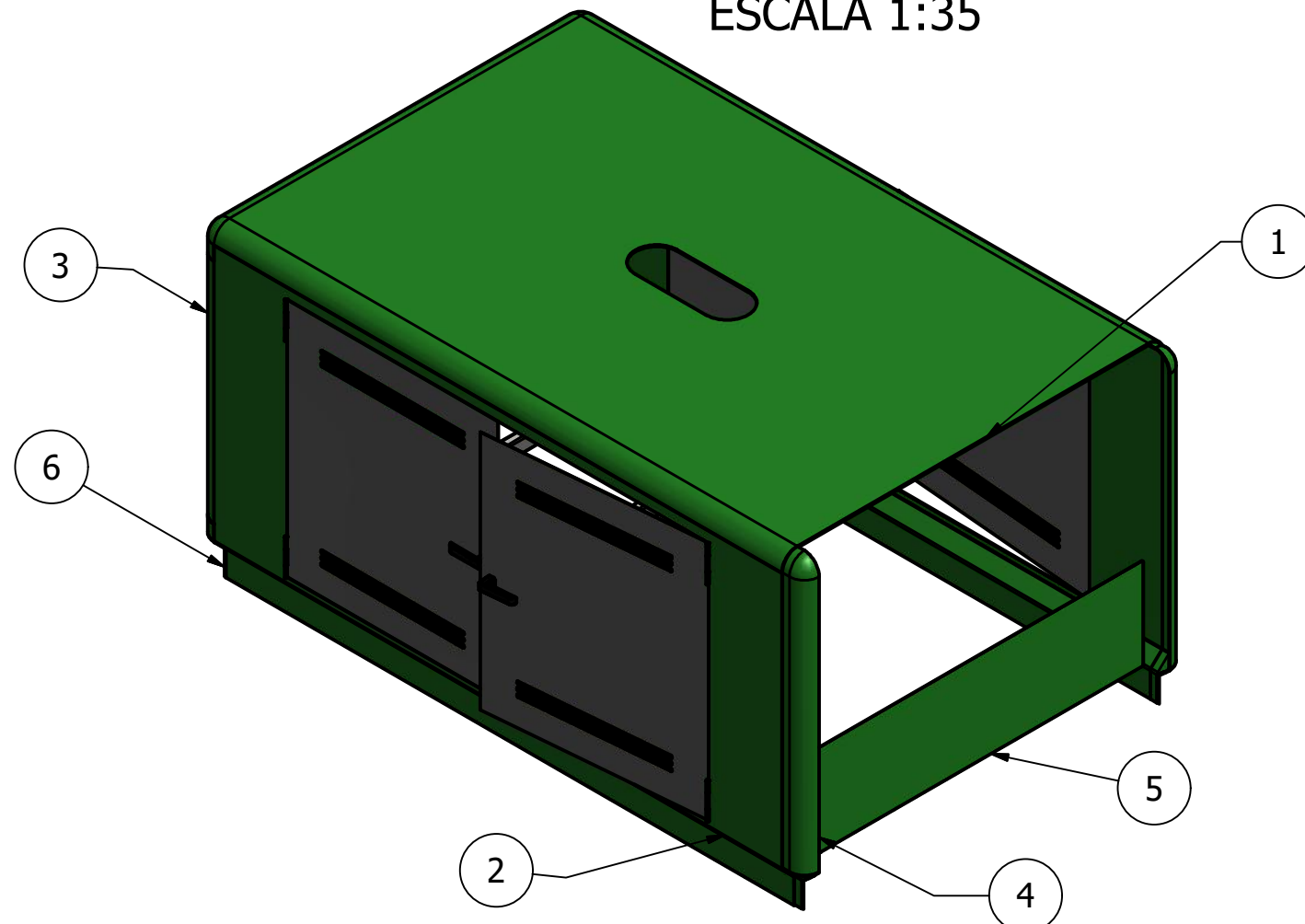
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



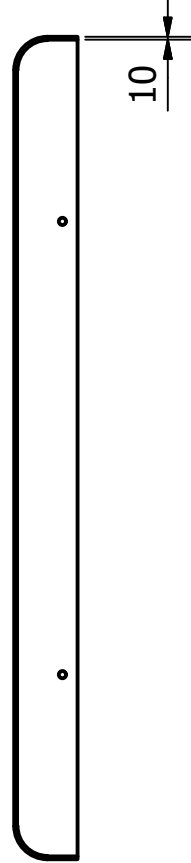
VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:35



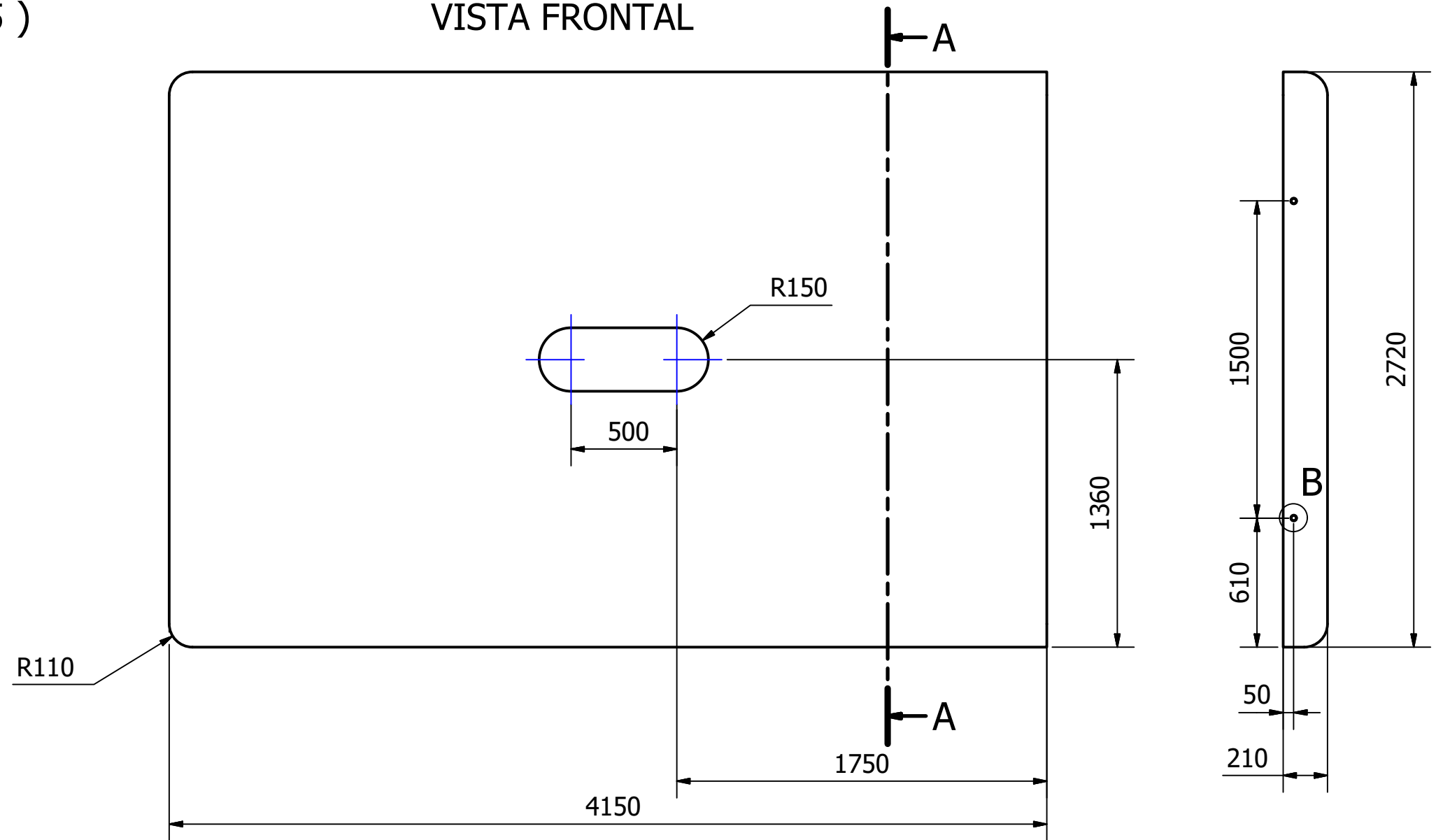
7	4	Bulón M24 x 3 - L=40	CC-07-001
6	1	Chapa F	CM-02-005
5	1	Chapa E (entre cinta y motor)	CM-02-004
4	1	Chapa D	CM-02-003
3	1	Chapa C	CM-02-002
2	2	Chapa B (subconjunto)	CS-001
1	1	Chapa A	CM-02-001
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de conjunto
Revisado			Pieza: Plano de conjunto C	
Aprobado				Código:
Escala:	1:27	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Material:
Tolerancias:	ISO 2768 - c			Tratamiento Térmico:

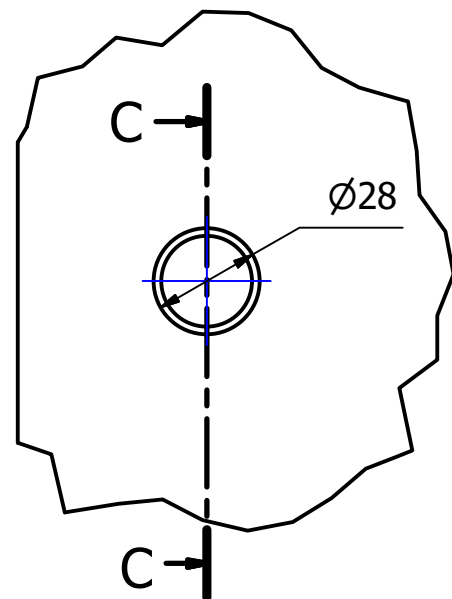
SECCION A-A (1 : 25)



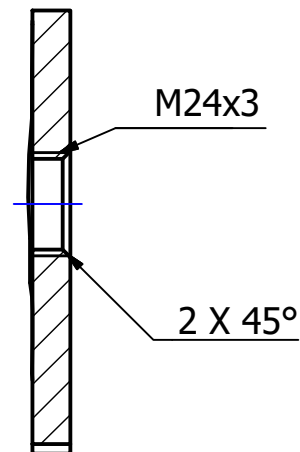
VISTA FRONTAL




DETALLE B (1:2)

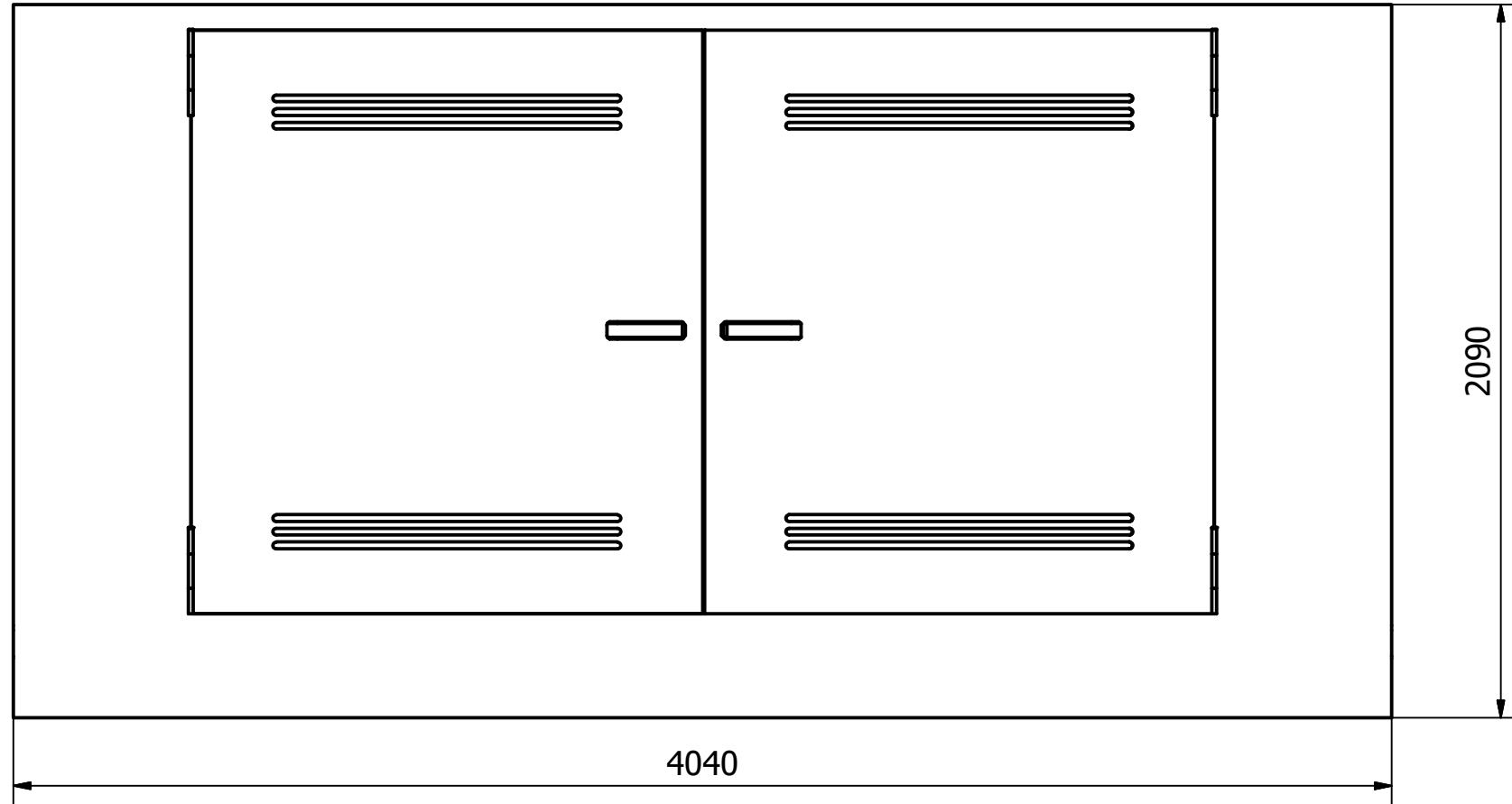


SECCION C-C (1:2)

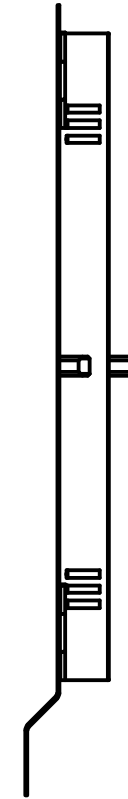


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa A	
Observaciones:	Aprobado				Código: CM-02-001
	Escala:	1:25	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Material: Acero MLC 420
	Tolerancias:	ISO 2768 - m			Tratamiento Térmico:

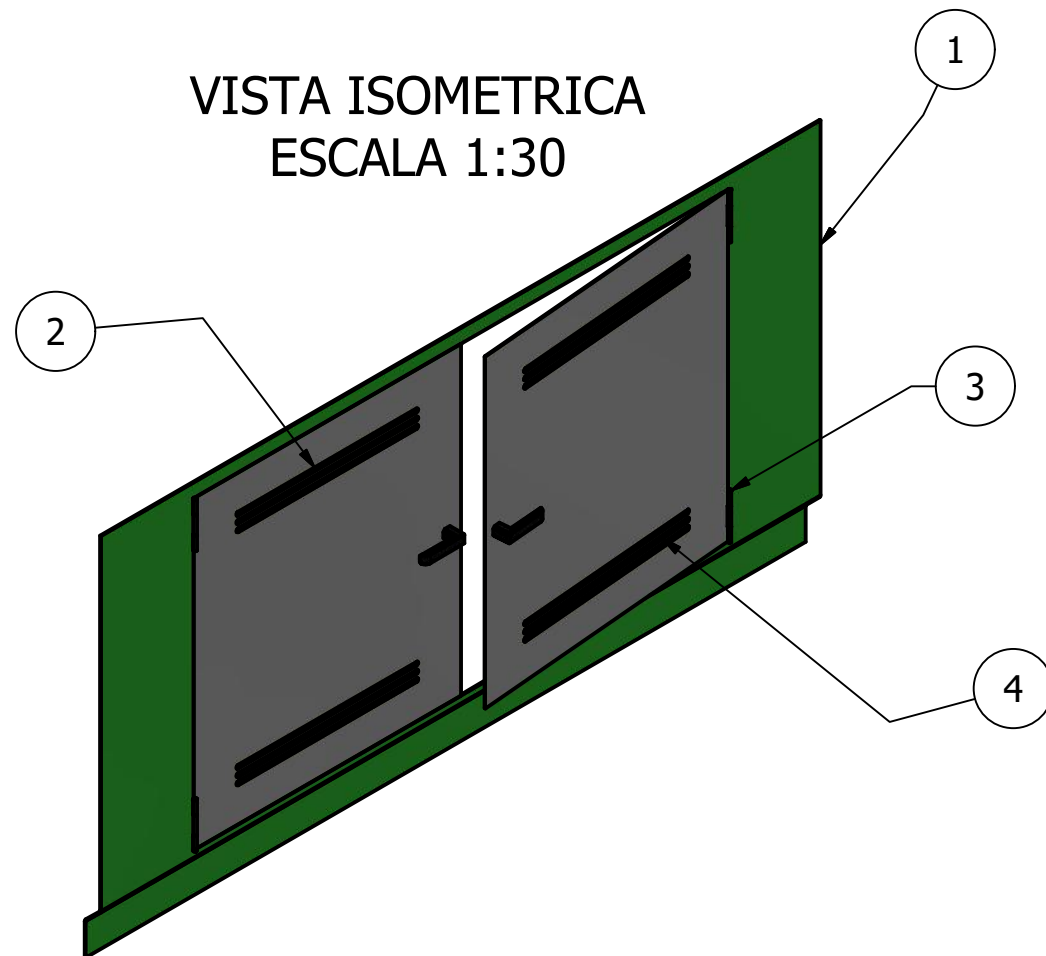
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



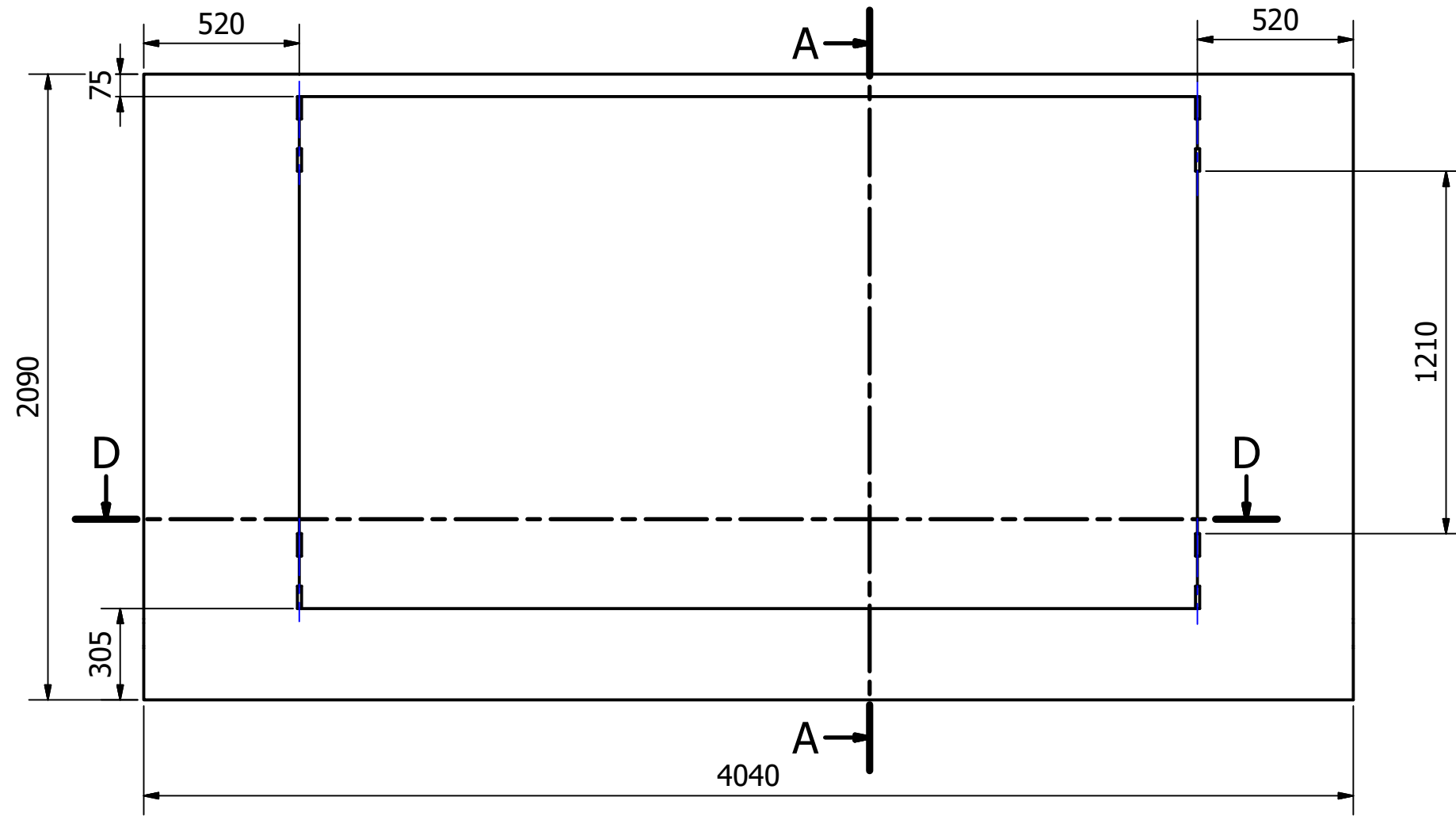
VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:30



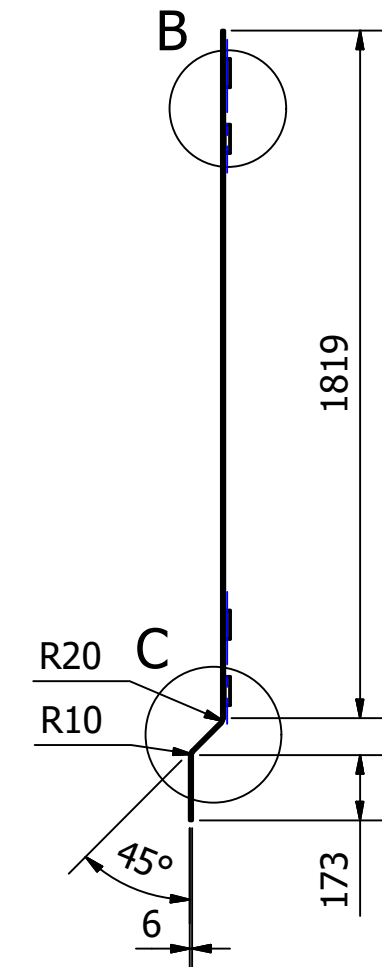
4	1	Puerta D	CM-09-001
3	4	Pasador	CC-07-002
2	1	Puerta I	CM-09-001
1	1	Chapa B	CM-02-006
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de conjunto
Observaciones:	Revisado		Pieza: Chapa B (subconjunto)	
	Aprobado			Código: CS-001
	Escala:			Material:
	1:20			Tratamiento Térmico:
	Tolerancias:			
	ISO 2768 - c			
<p>PROYECTO FINAL</p> <p>Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>				

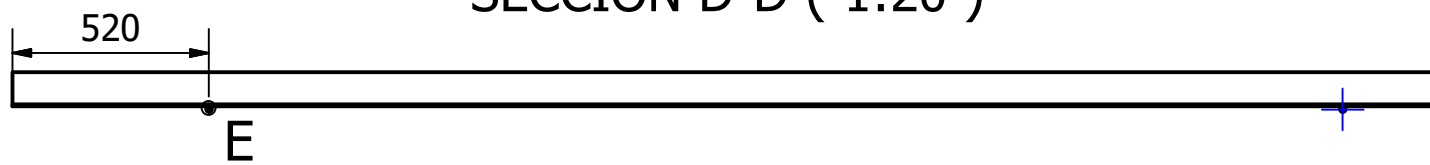
VISTA FRONTAL



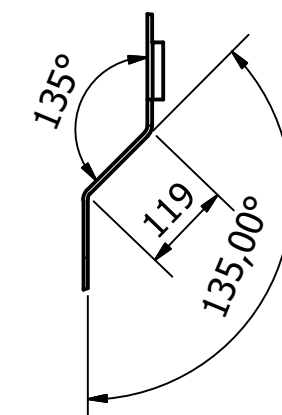
SECCION A-A (1:20)



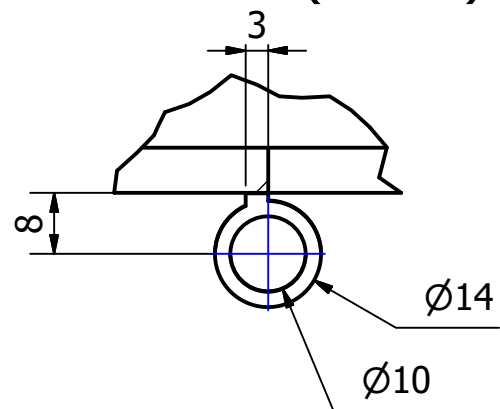
SECCION D-D (1:20)



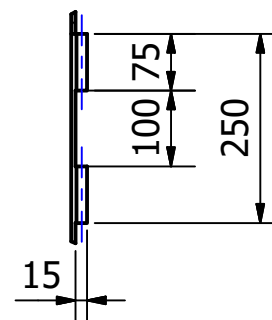
C (1 : 10)



DETALLE E (1 : 1)

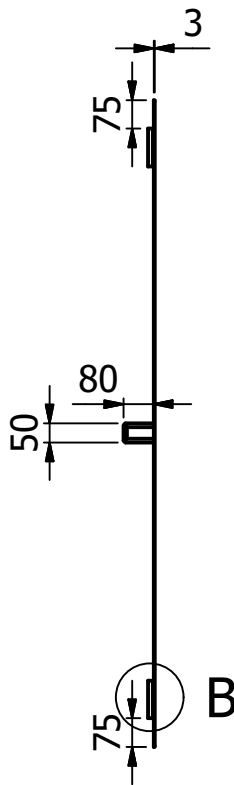


DETALLE B (1 : 10)

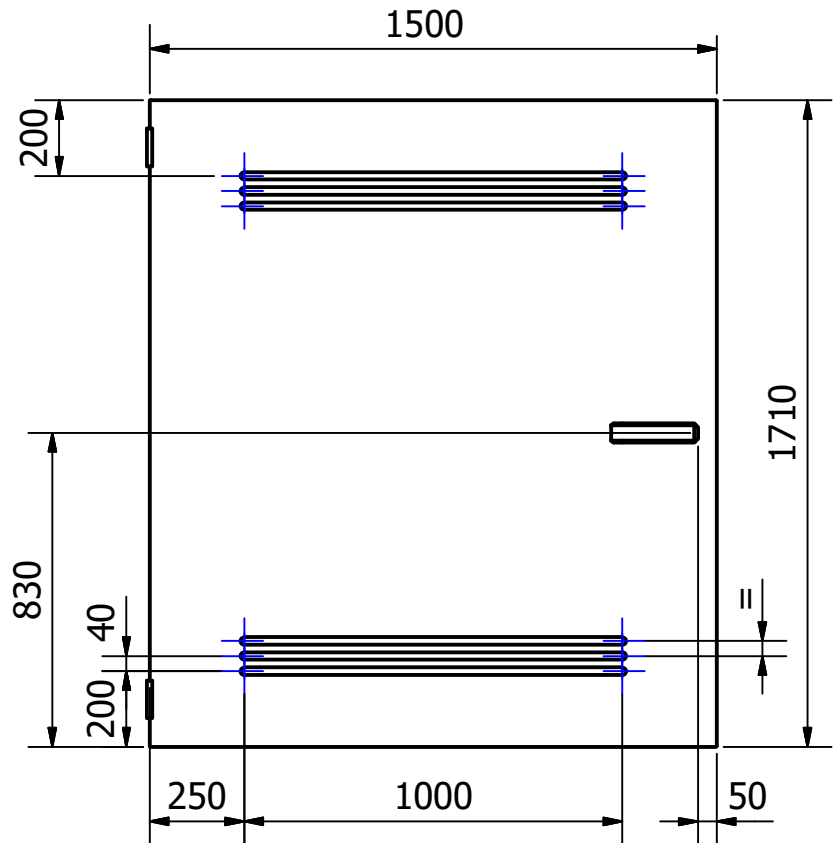


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa B	
Observaciones:	Aprobado				Código: CM-02-006
	Escala:				Material: Acero MLC 420
	1:20				Tratamiento Térmico:
		<p align="center">PROYECTO FINAL</p>			
Tolerancias:	ISO 2768 - m				

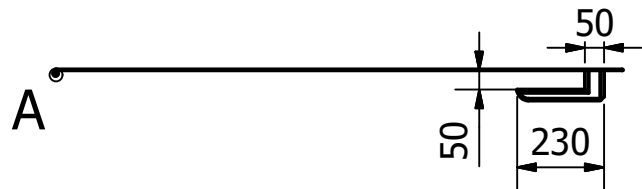
VISTA LATERAL



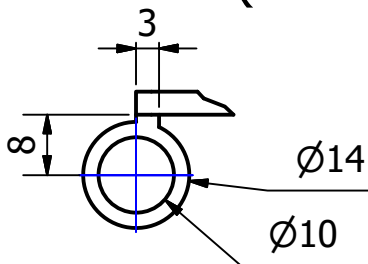
VISTA FRONTAL



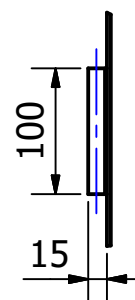
VISTA SUPERIOR



DETALLE A (1 : 1)



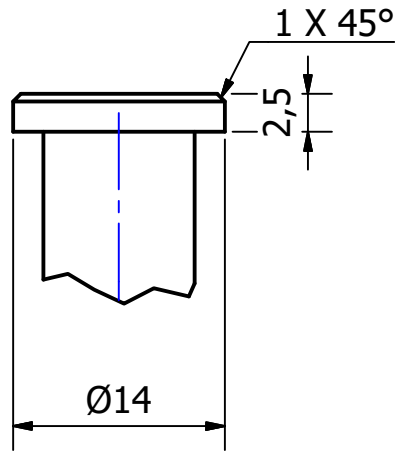
DETALLE B (1 : 6)



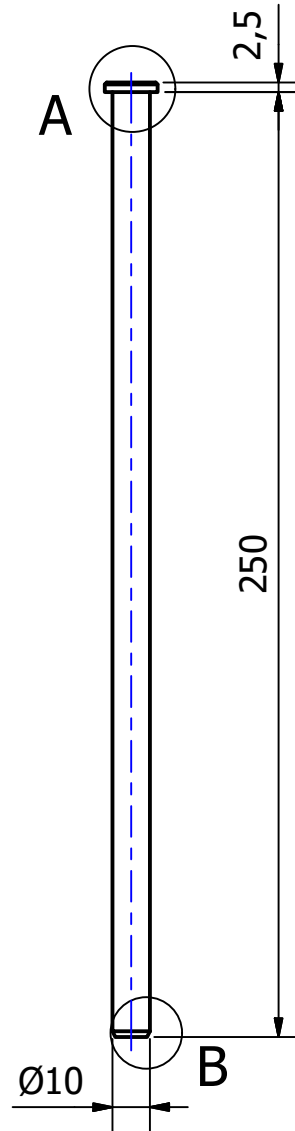
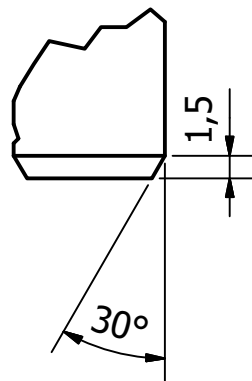
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Puerta I	
Observaciones: La puerta D es igual en dimensiones, solo cambia la ubicacion de la manija.	Aprobado				Código: CM-09-001
	Escala: 1:20	PROYECTO FINAL			Material: Aluminio
					 Facultad Regional UTN VILLA MARIA
	Tolerancias: ISO 2768 - m				

VISTA FRONTAL

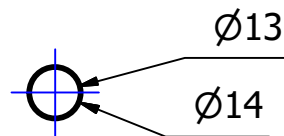
DETALLE A (2 : 1)



DETALLE B (2 : 1)

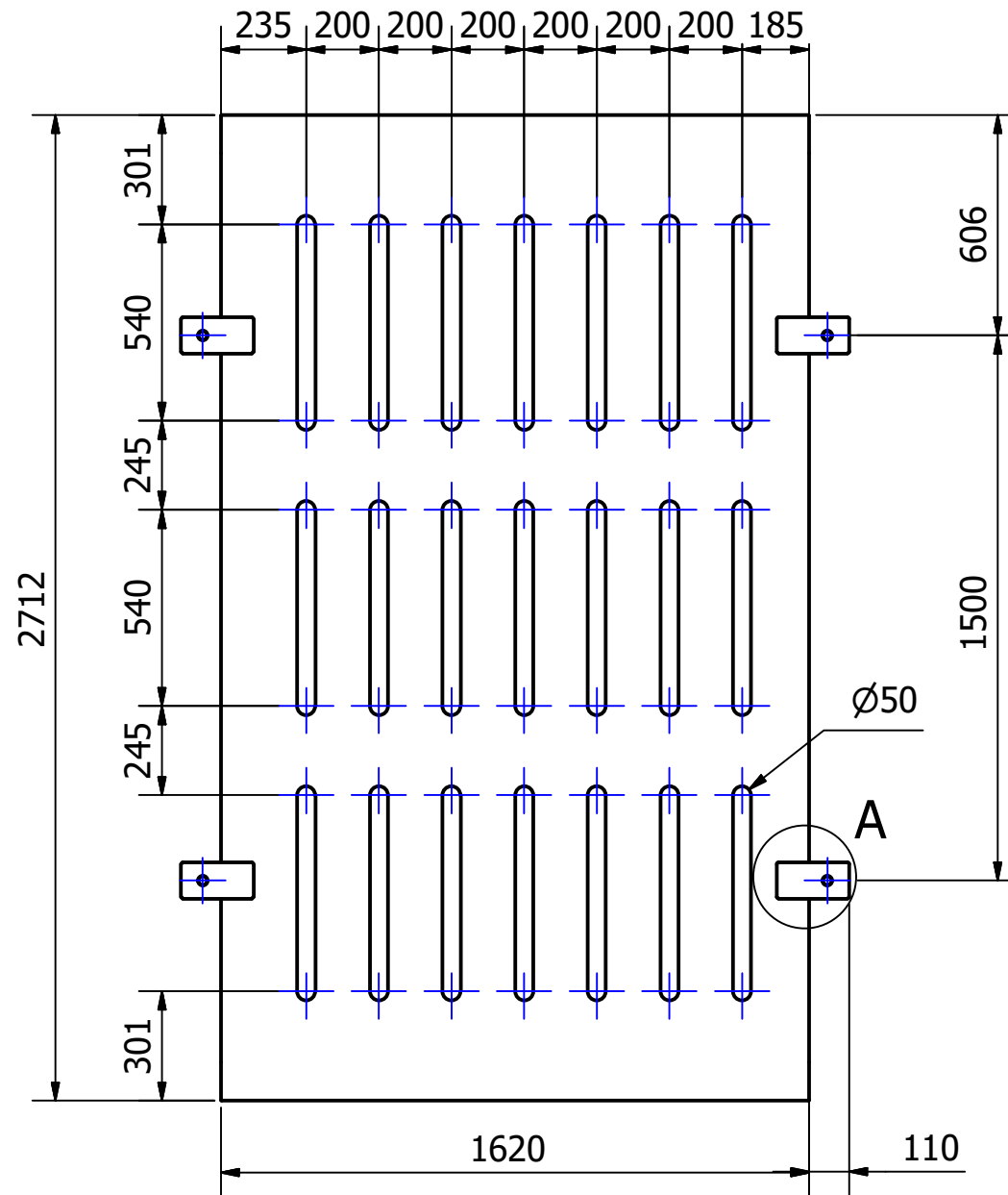


VISTA SUPERIOR

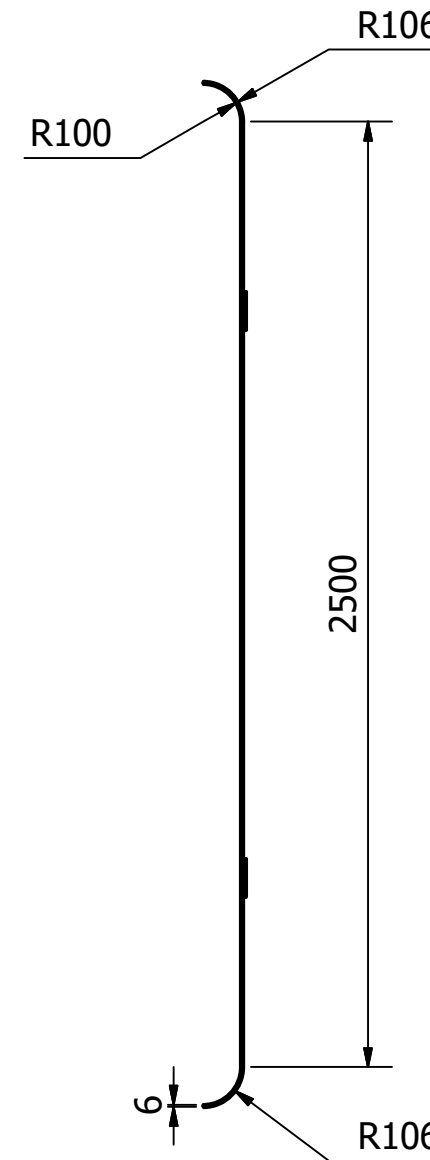


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Pasador	
Observaciones:	Aprobado				Código: CC-07-002
Código comercial: PIN GB/T 882-1986	Escala: 1:2	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material:
	Tolerancias: ISO 2768 -m				Tratamiento Térmico:

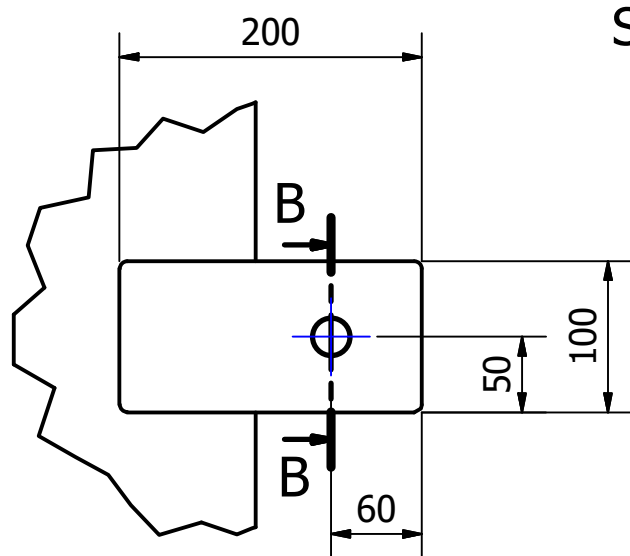
VISTA FRONTAL



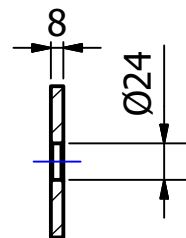
VISTA LATERAL



DETALLE A (1 : 5)

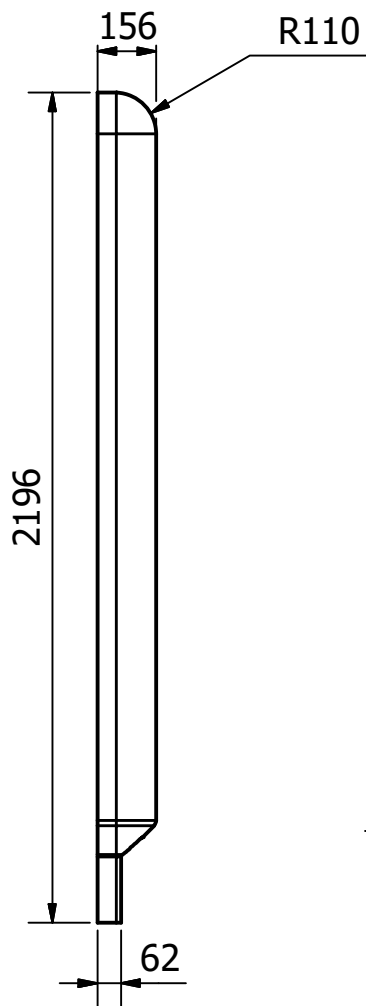


SECCION B-B (1 : 5)

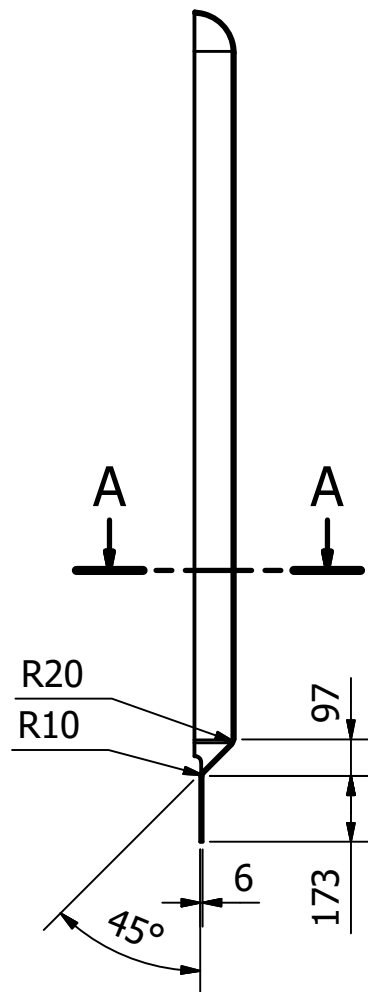


NO MEDIR SOBRE EL PLANO		Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:	
Observaciones:	Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de pieza	
	Revisado			Pieza: Chapa C		
	Aprobado					
	Escala:	1:20	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  <p align="center">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			
Tolerancias:	ISO 2768 - m	Código:				CM-02-002
		Material:				Acero MLC 420
				Tratamiento Térmico:		

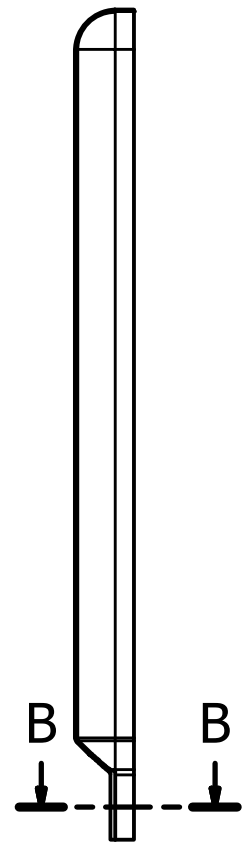
VISTA FRONTAL



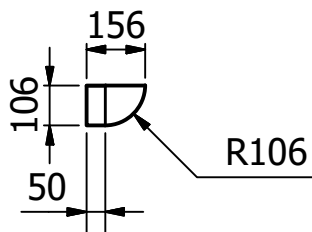
VISTA LATERAL



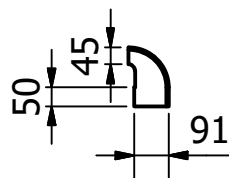
VISTA POSTERIOR



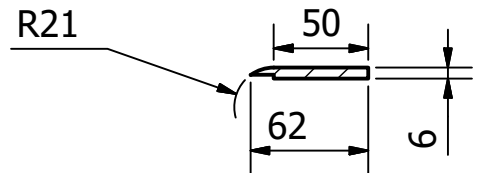
VISTA SUPERIOR




SECCION A-A
(1 : 20)

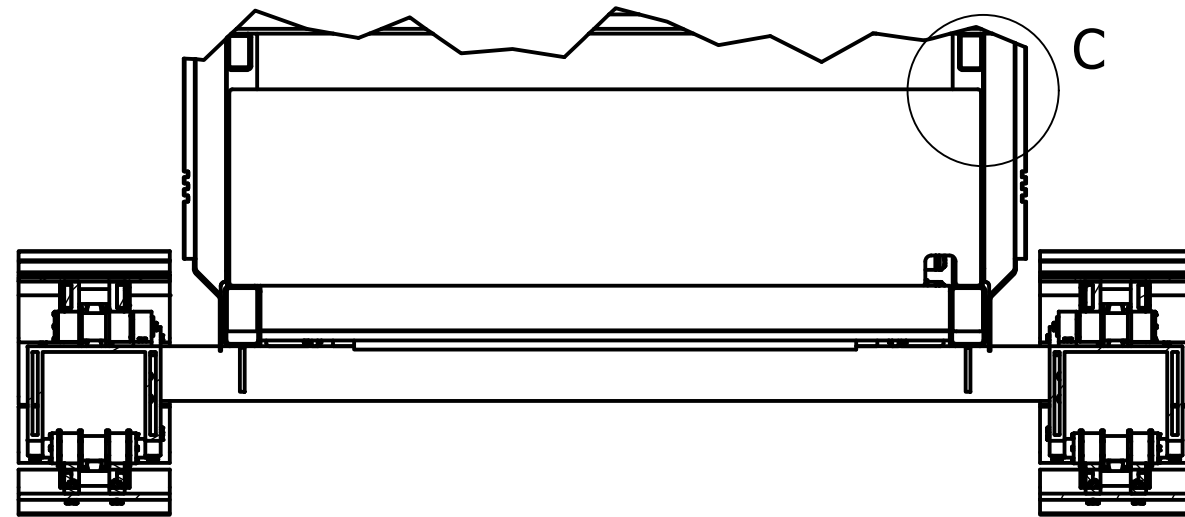


SECCION B-B
(1 : 4)

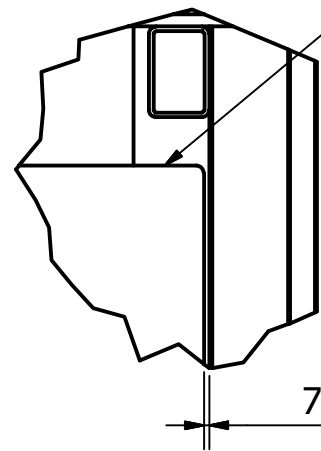


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Chapa D	
Observaciones:	Aprobado				Código: CM-02-003
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero MLC 420
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

B (1 : 25)

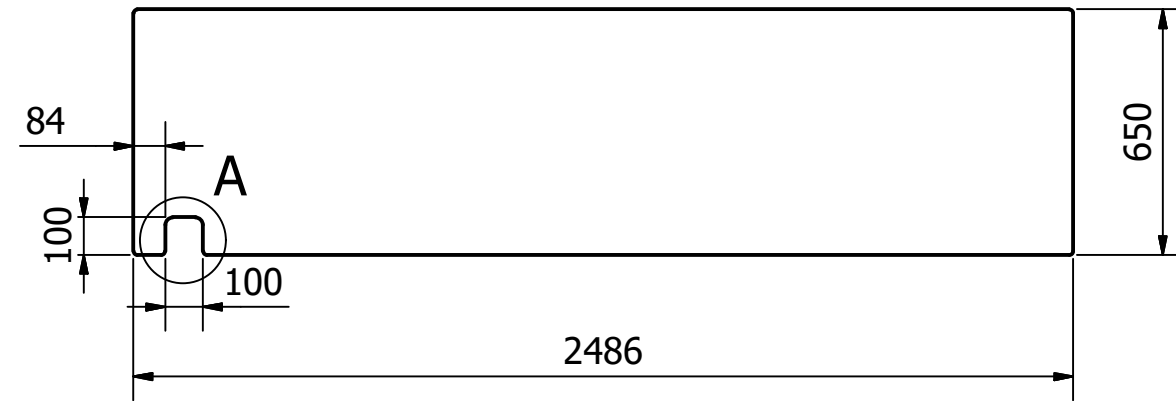


C (1 : 10)

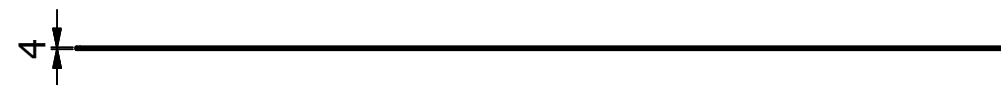


Apoyar y soldar con las columnas de la estructura

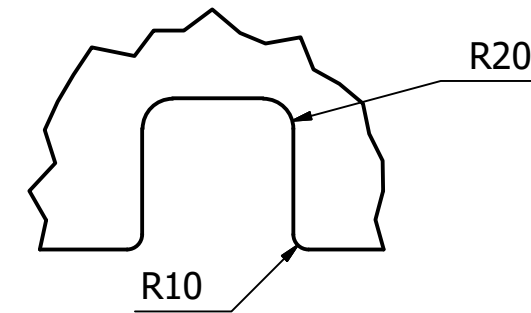
VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

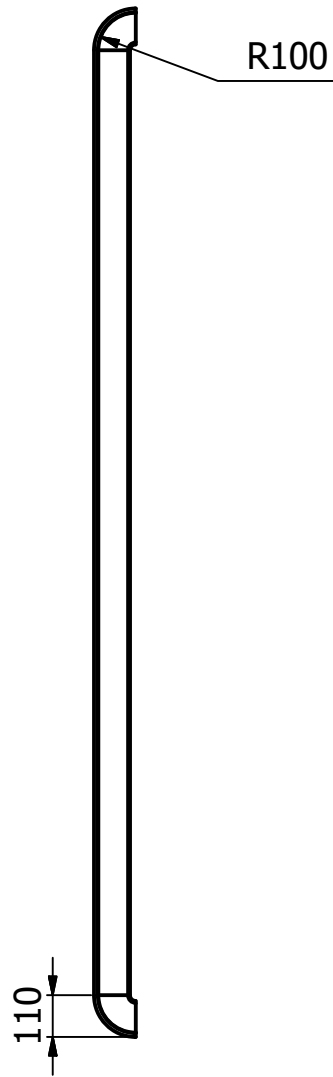


DETALLE A (1 : 5)

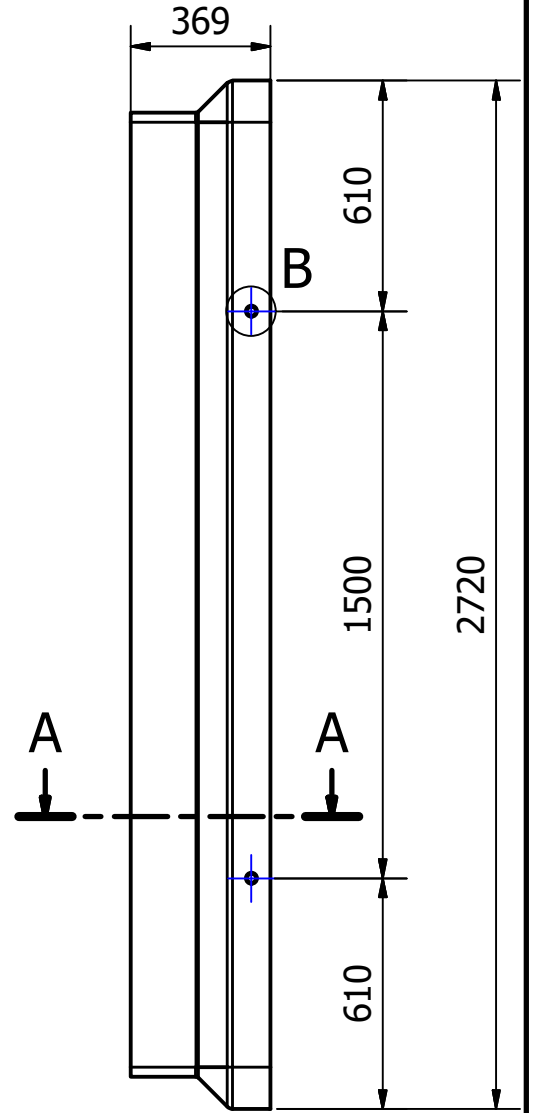


NO MEDIR SOBRE EL PLANO		Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:	
Observaciones:	Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de pieza	
	Revisado			Pieza: Chapa E (Entre cinta y motor)		
	Aprobado					
	Escala:	1:20	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  <p align="center">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			
Tolerancias:	ISO 2768 - m	Código:				CM-02-004
		Material:				Acero SAE 1010
					Tratamiento Térmico:	

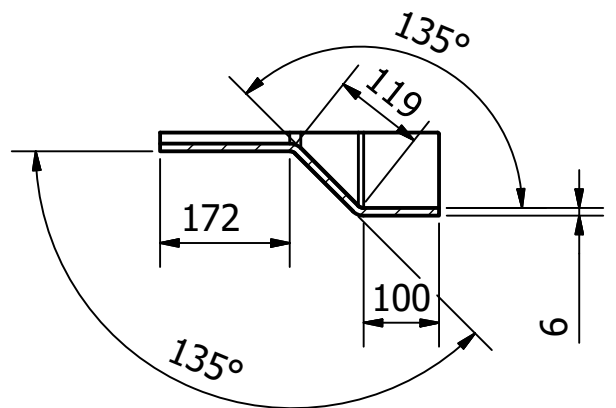
VISTA LATERAL



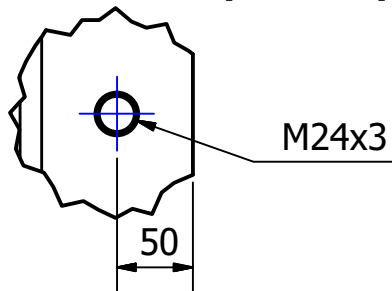
VISTA FRONTAL




DETALLE A-A (1 : 10)

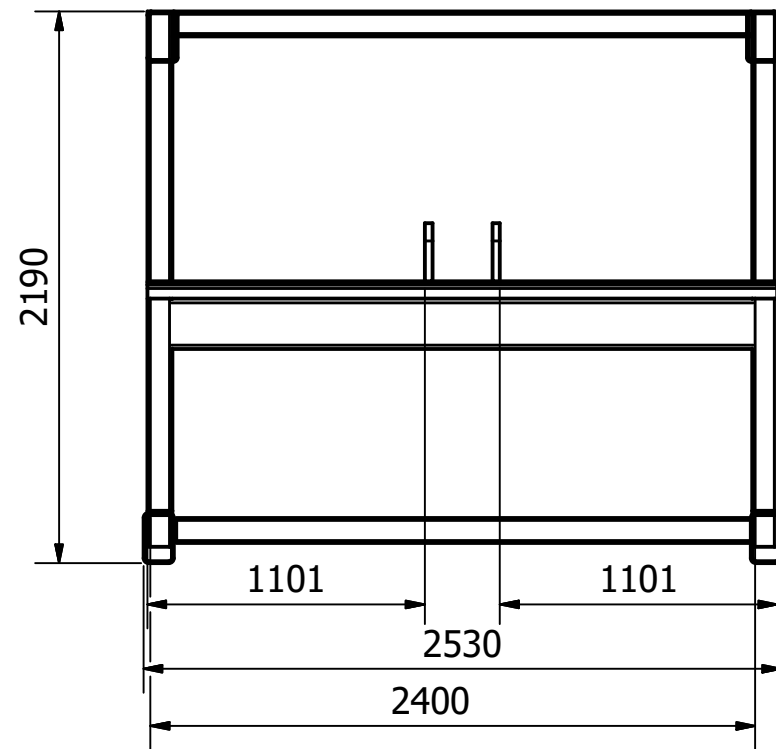


DETALLE B (1 : 5)

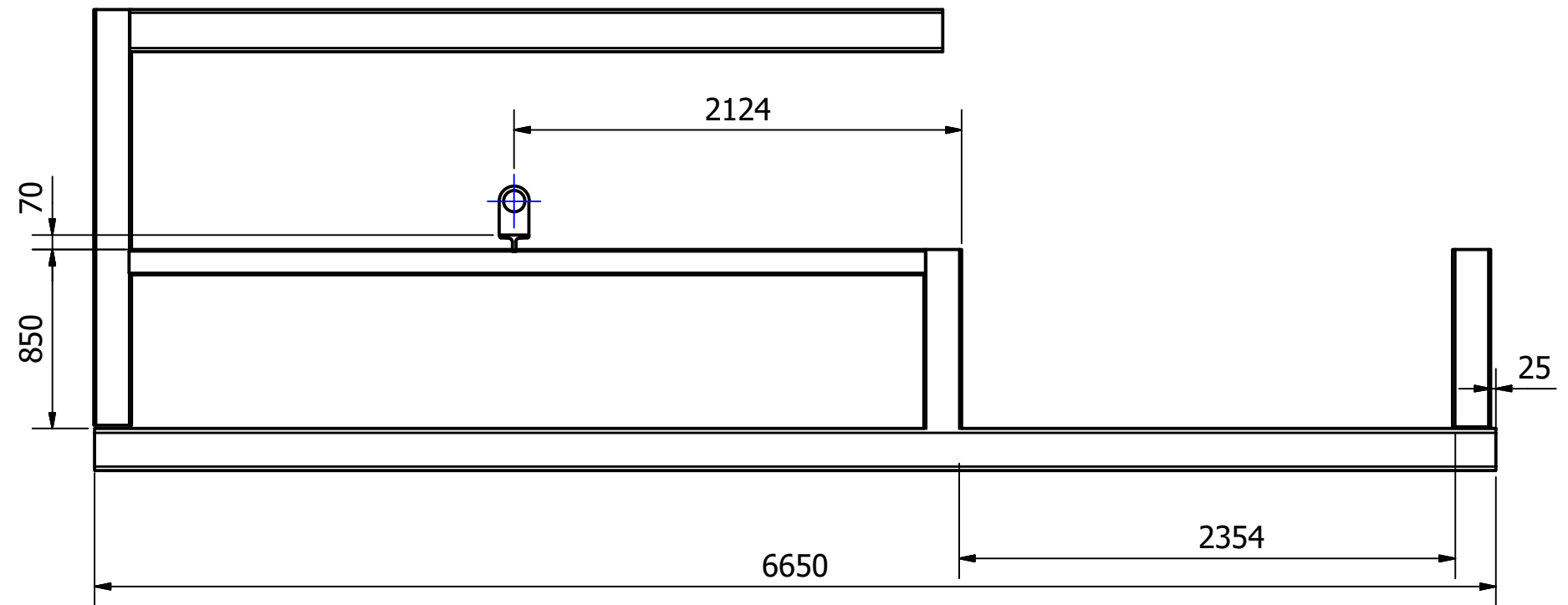


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	DE AUTOMÓVILES	
Observaciones:	Revisado		Pieza: Chapa F	Código: CM-02-005
	Aprobado			
	Escala: 1:20	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

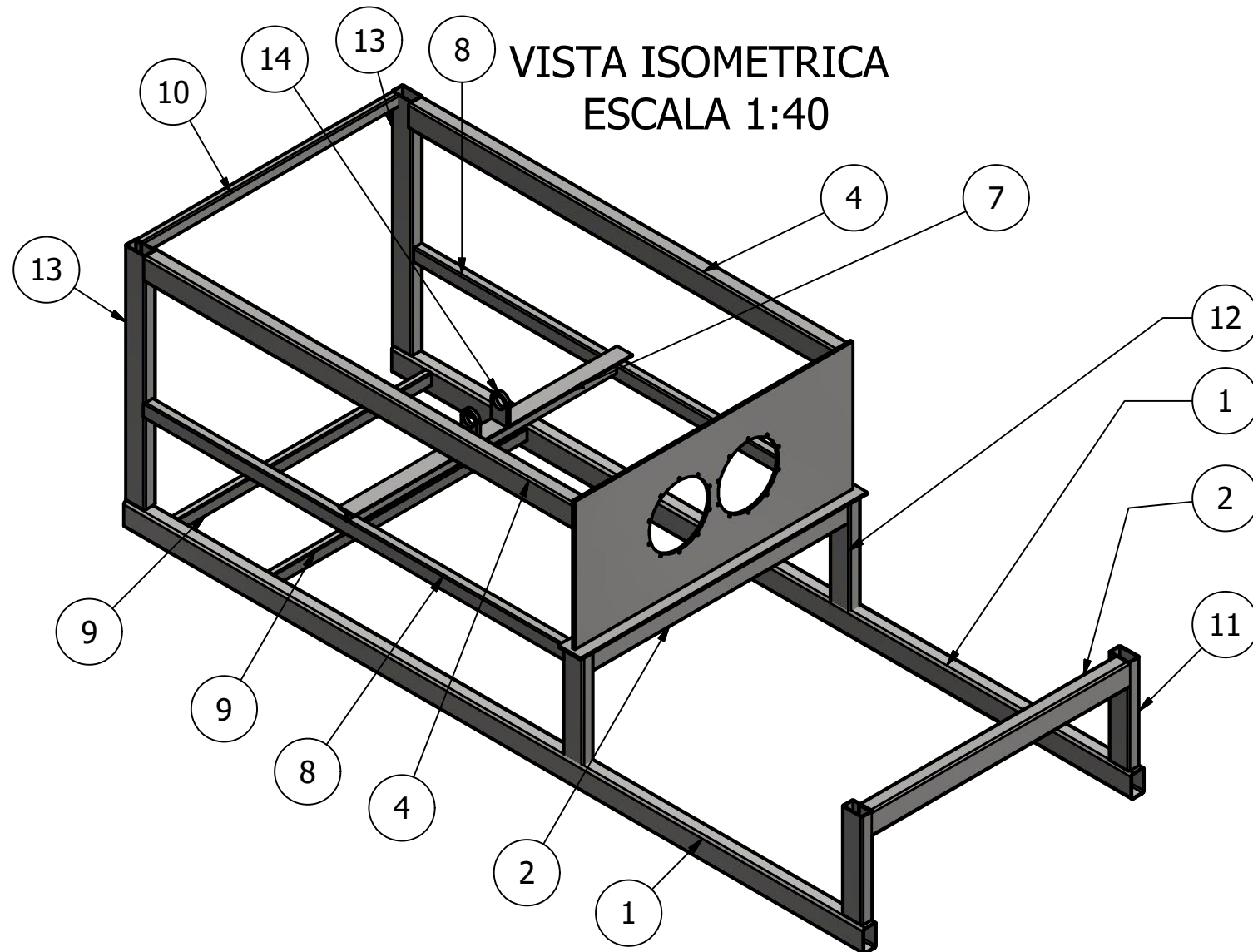
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



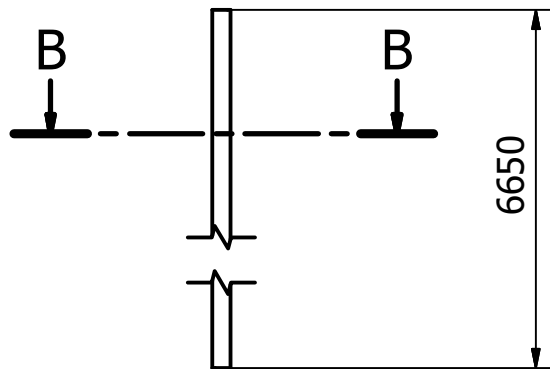
VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:40



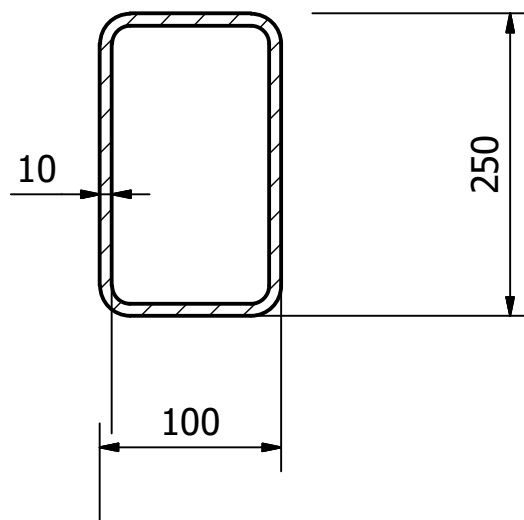
14	2	Enganche para cilindro	DM-04-001
13	2	Columnas finales	DM-01-010
12	2	Columnas traseras	DM-01-009
11	2	Columnas delanteras	DM-01-008
10	1	Viga 4	DM-01-007
9	2	Viga motor	DM-01-006
8	2	Viga 5	DM-01-005
7	1	Viga T	DM-01-004
4	2	Viga 3	DM-01-003
2	1	Viga 1	DM-01-002
1	2	Larguero Chasis	DM-01-001
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de Conjunto
Observaciones:	Revisado		Pieza: Plano de conjunto D	
	Aprobado			Código:
	Escala:	1:30		Material: Acero MLC 420
	Tolerancias:	ISO 2768 - c		Tratamiento Térmico:
PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA				

VISTA FRONTAL

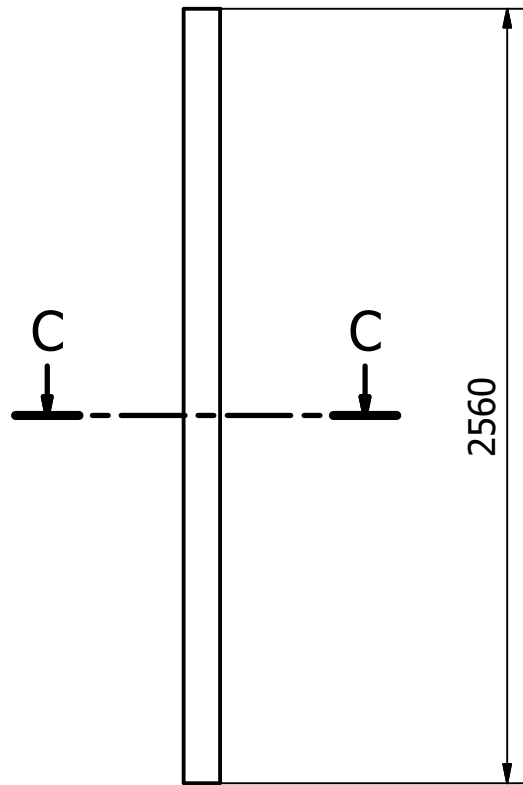


B-B (1 : 5)

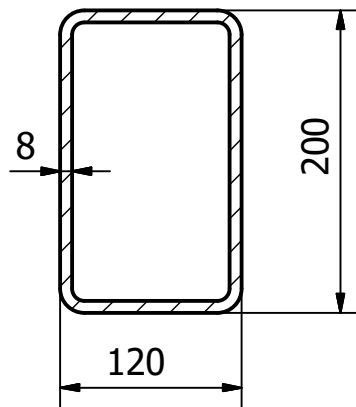




NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Larguero Chasis	
Observaciones:	Revisado			Código: DM-01-001
	Aprobado			Material: Acero MLC 420
	Escala: 1:50	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

VISTA FRONTAL

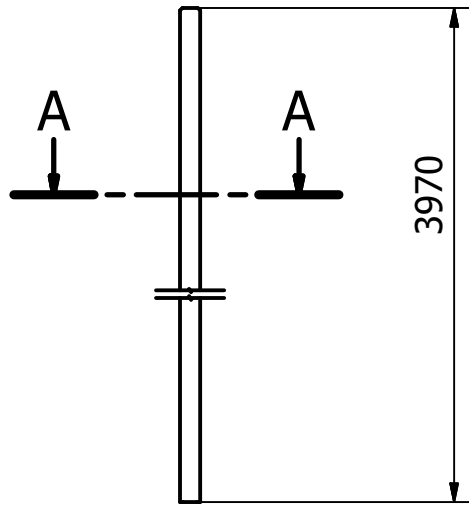


SECCION C-C (1 : 5)

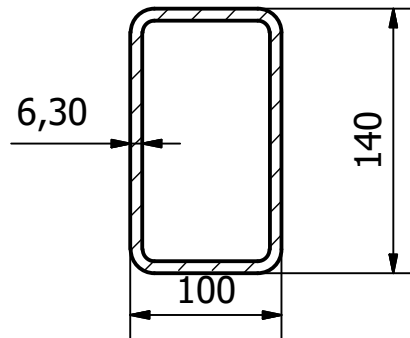



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Viga 1	
	Aprobado			
	Escala: 1:25	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: DM-01-002
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			Material: Acero MLC 420
			Tratamiento Térmico:	

VISTA FRONTAL

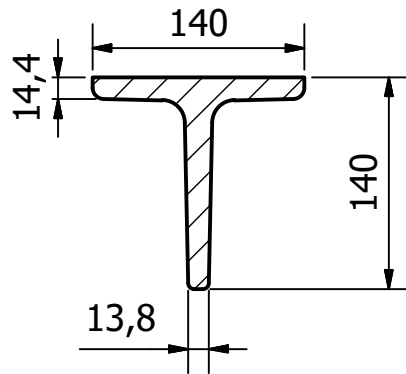


SECCION A-A (1:4)

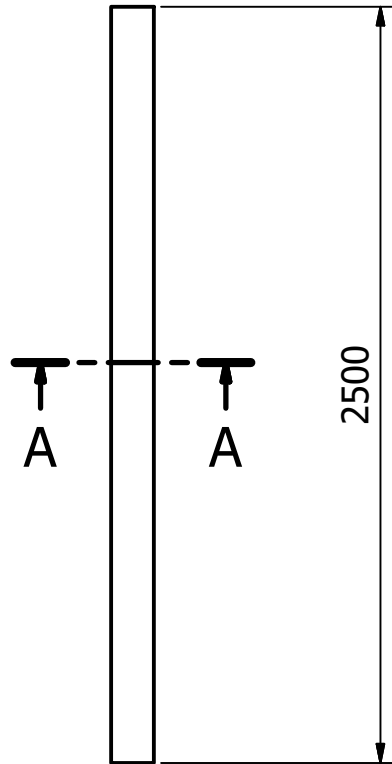




NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Viga 3	
Observaciones:	Revisado			Código: DM-01-003
	Aprobado			Material: Acero MLC 420
	Escala: 1:30	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

SECCION A-A (1 : 5)

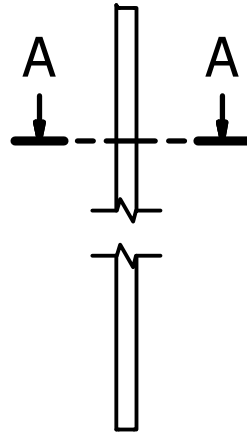


VISTA FRONTAL

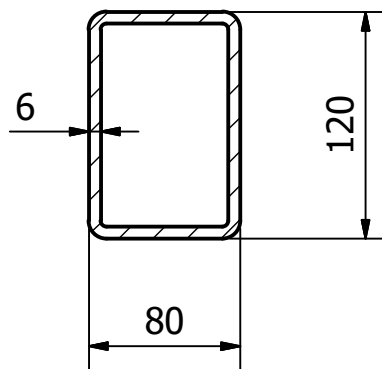



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza	
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Viga T		
Observaciones:	Aprobado				Código: DM-01-004	
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero MLC 420	
					Tolerancias:	Tratamiento Térmico:
					ISO 2768 - m	

VISTA FRONTAL

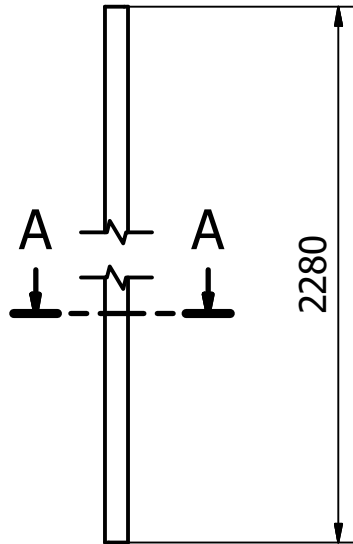


SECCION A-A (1:4)

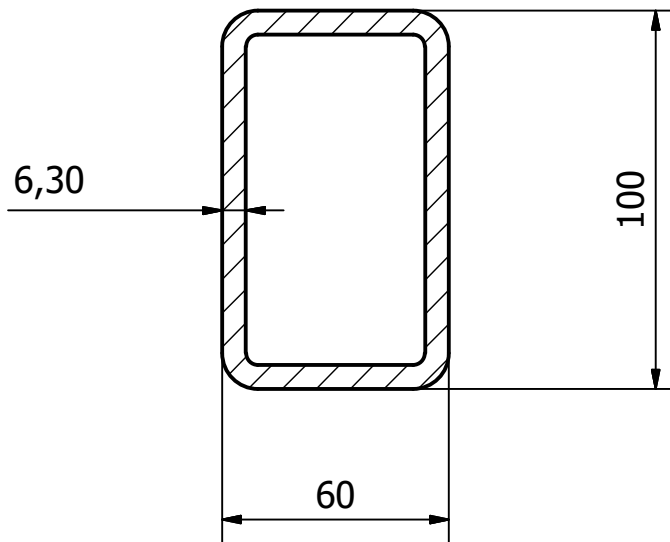



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Viga 5	
Observaciones:	Revisado			Código: DM-01-005
	Aprobado			Material: Acero MLC 420
	Escala: 1:30	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

VISTA FRONTAL

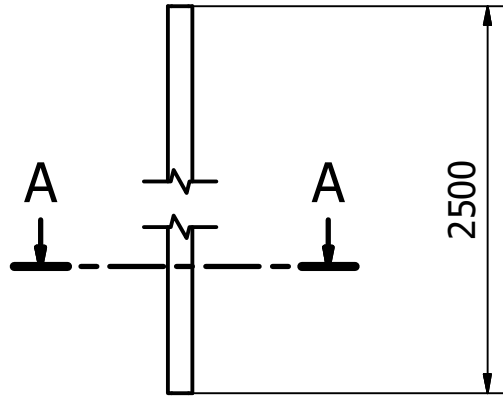


SECCION A-A (1 : 2)

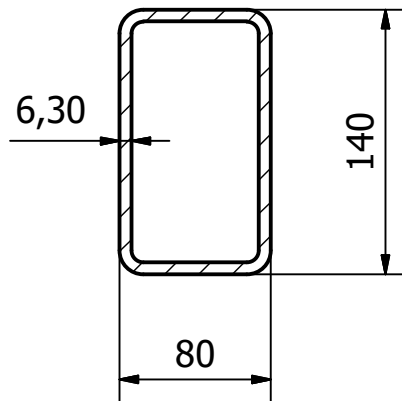




NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Viga Motor	
Observaciones:	Revisado			Código: DM-01-006
	Aprobado			Material: Acero MLC 420
	Escala: 1:20	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

VISTA FRONTAL

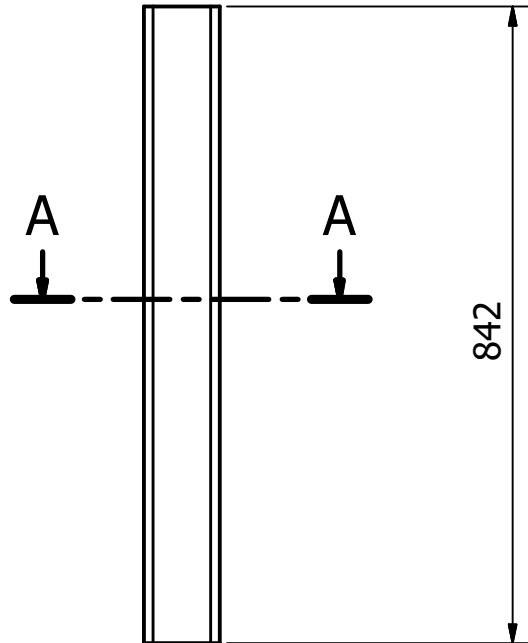


SECCION A-A (1 : 4)

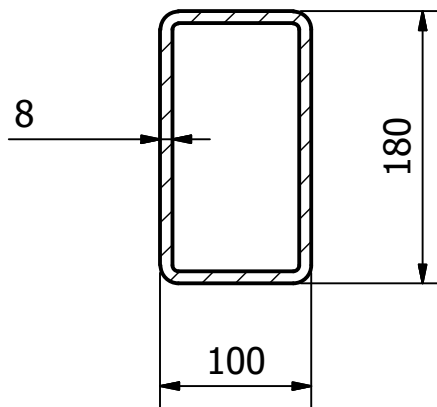


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Viga 4	
	Aprobado			
	Escala: 1:25	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: DM-01-007
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			Material: Acero MLC 420
			Tratamiento Térmico:	

VISTRA FRONTAL

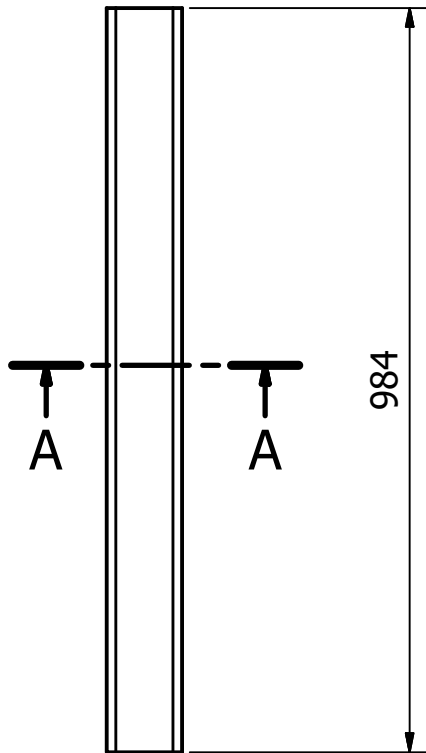


A-A (1:5)

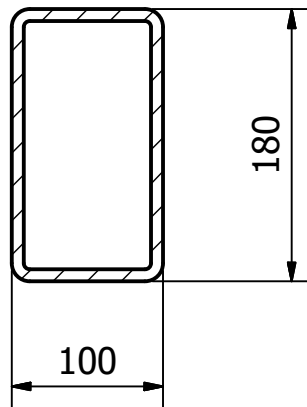


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Columnas delanteras	
	Aprobado			
	Escala: 1:10	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: DM-01-008
	 Tolerancias: ISO 2768 - c			Material: Acero MLC 420
			Tratamiento Térmico:	

VISTA FRONTAL

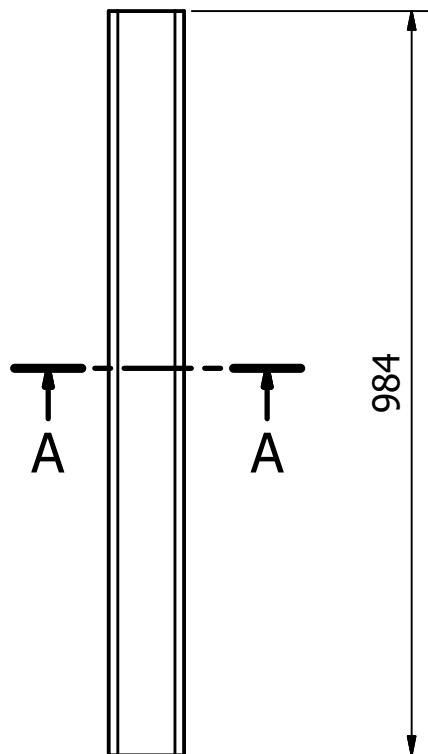


A-A (1 : 5)

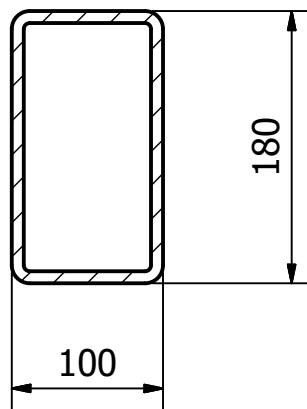




NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Columnas Traseras	
Observaciones:	Revisado			Código: DM-01-009
	Aprobado			Material: Acero MLC 420
	Escala: 1:10	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - c			

VISTA FRONTAL

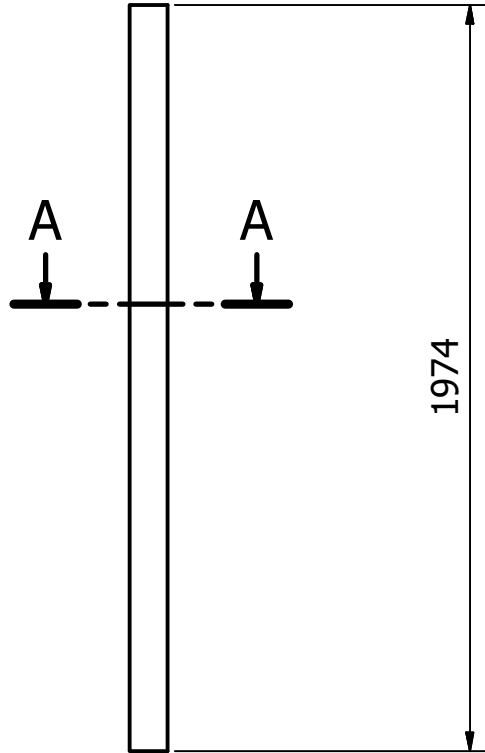


A-A (1 : 5)

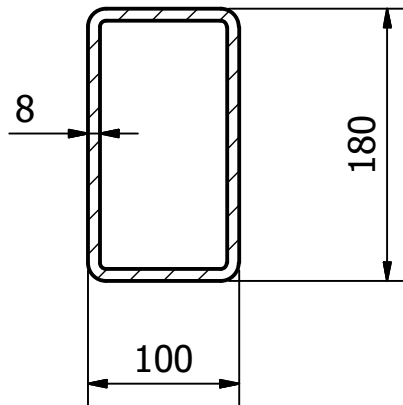


NO MEDIR SOBRE EL PLANO		Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado			Pieza: Columnas Traseras	
	Aprobado				
	Escala: 1:10	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Código: DM-01-009
	 Tolerancias: ISO 2768 - c				Material: Acero MLC 420
				Tratamiento Térmico:	

VISTA FRONTAL

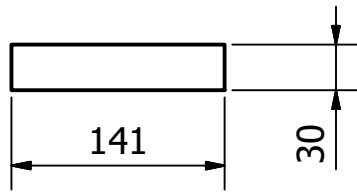


A-A (1 : 5)

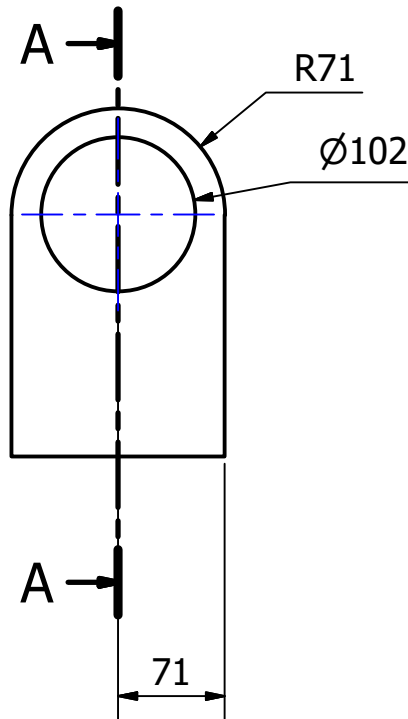


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Columna Final	Plano de pieza
	Aprobado			
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 		Código: DM-01-010
				Material: Acero MLC 420
Tolerancias: ISO 2768 - c	Tratamiento Térmico:			

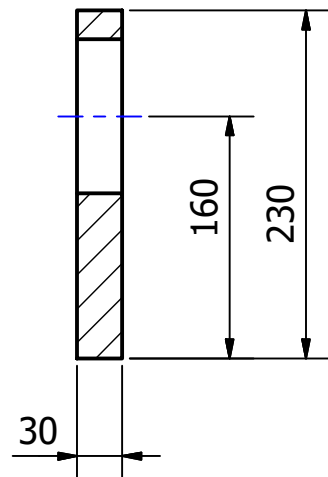
VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL

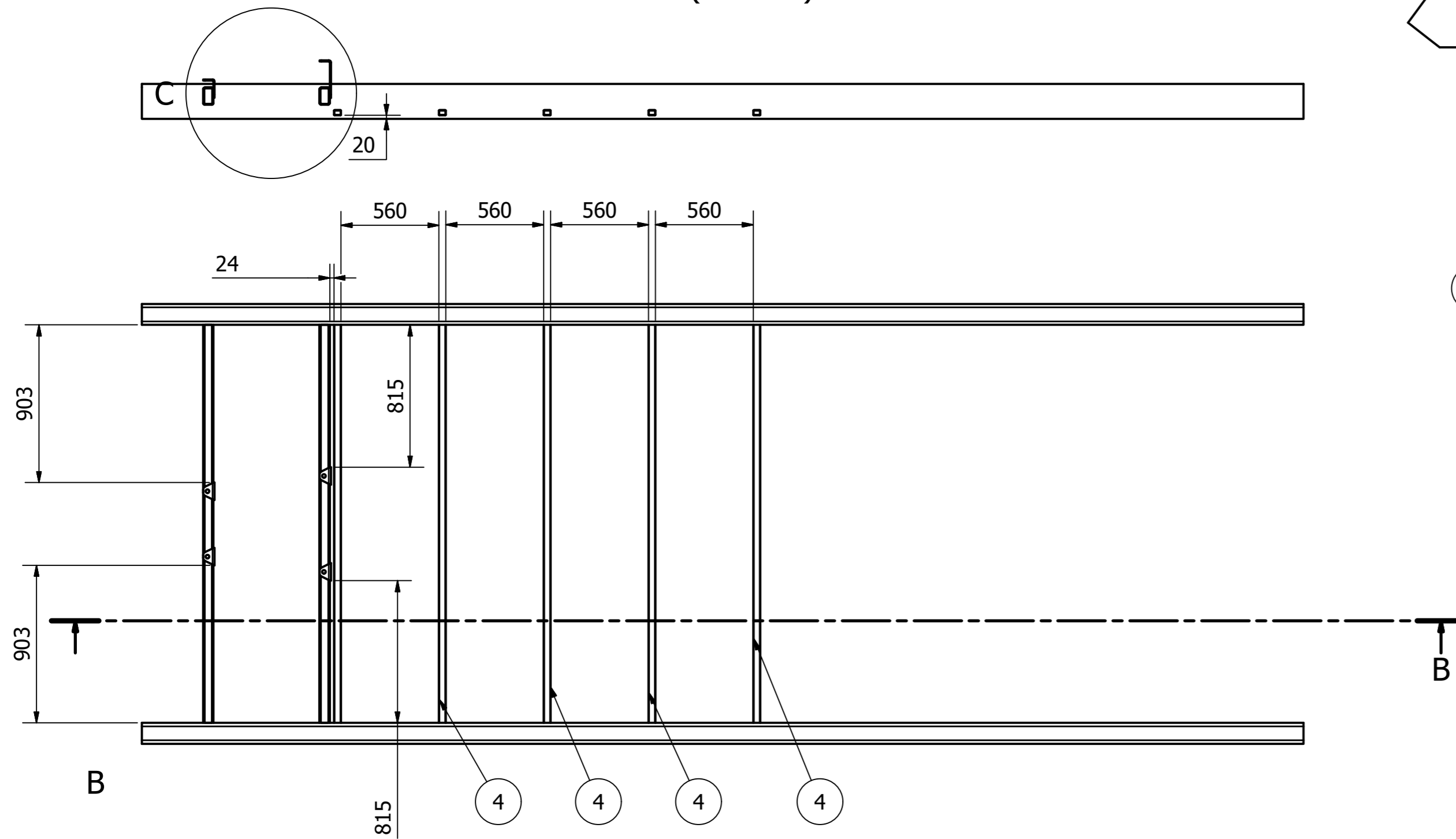


SECCION A-A (1 : 5)

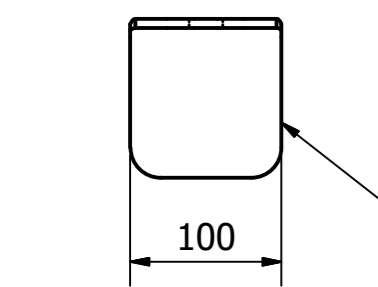
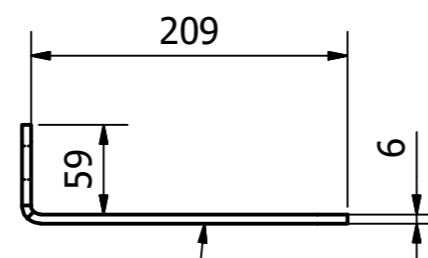
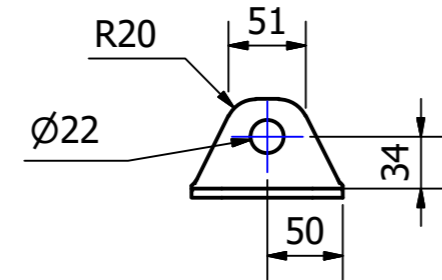
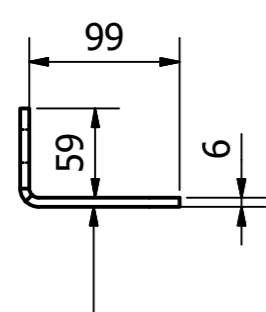
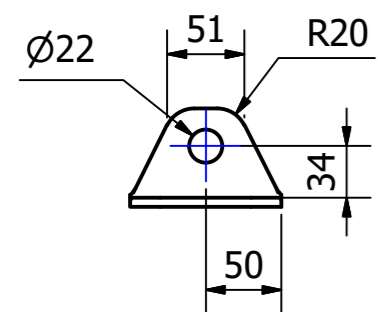
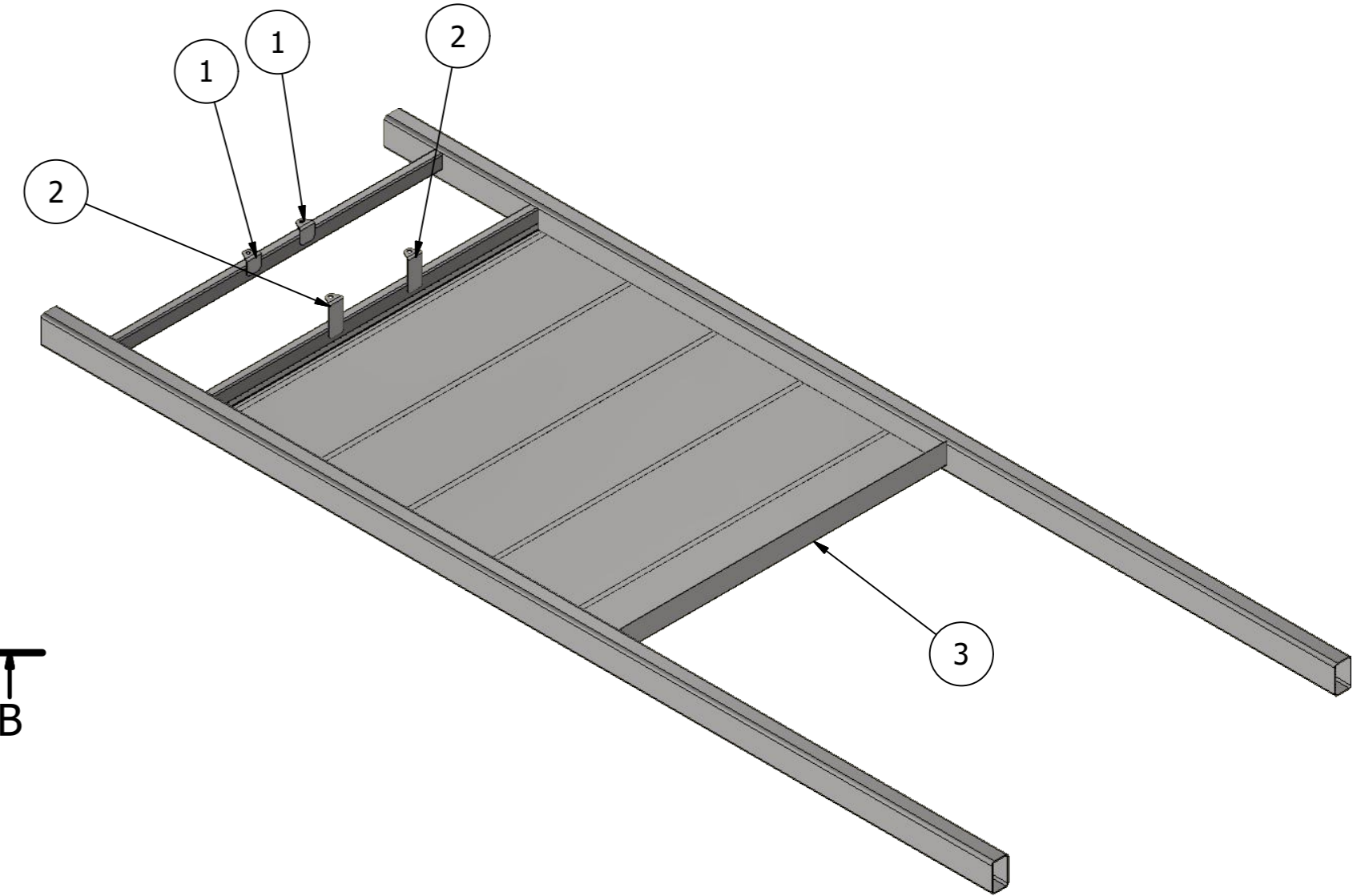
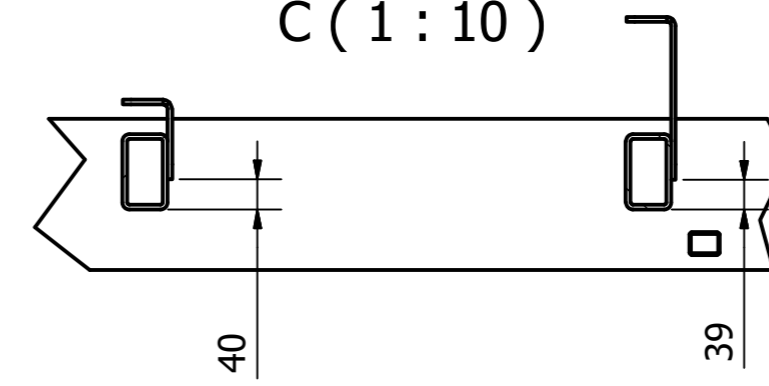


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Enganche para cilindro	
Observaciones:	Aprobado				Código: DM-04-001
	Escala: 1:5	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero MLC 420
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

B-B (1 : 25)

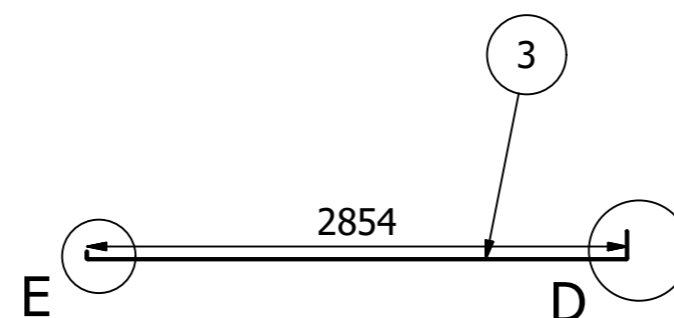


C (1 : 10)

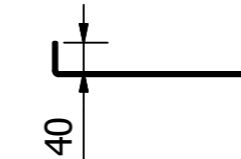


Acero MLC 420

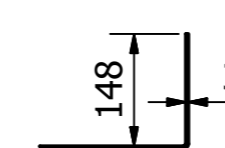
Acero MLC 420



E (1 : 10)

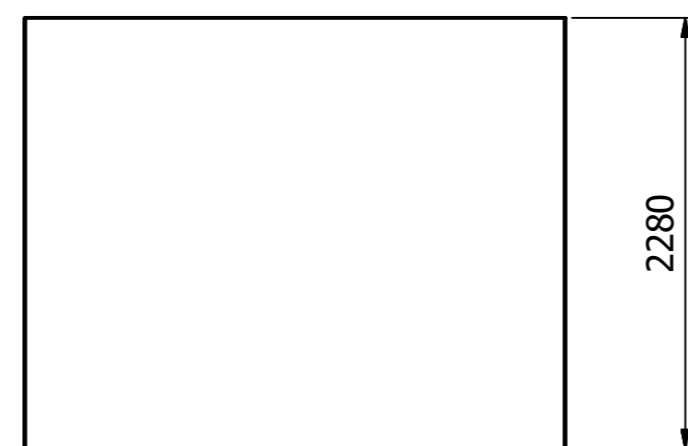
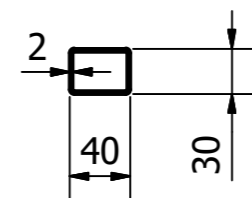
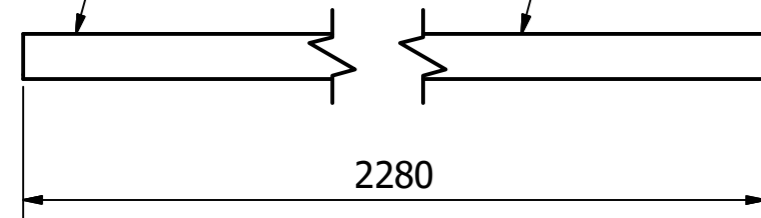


D (1 : 10)



Acero SAE 1010


4



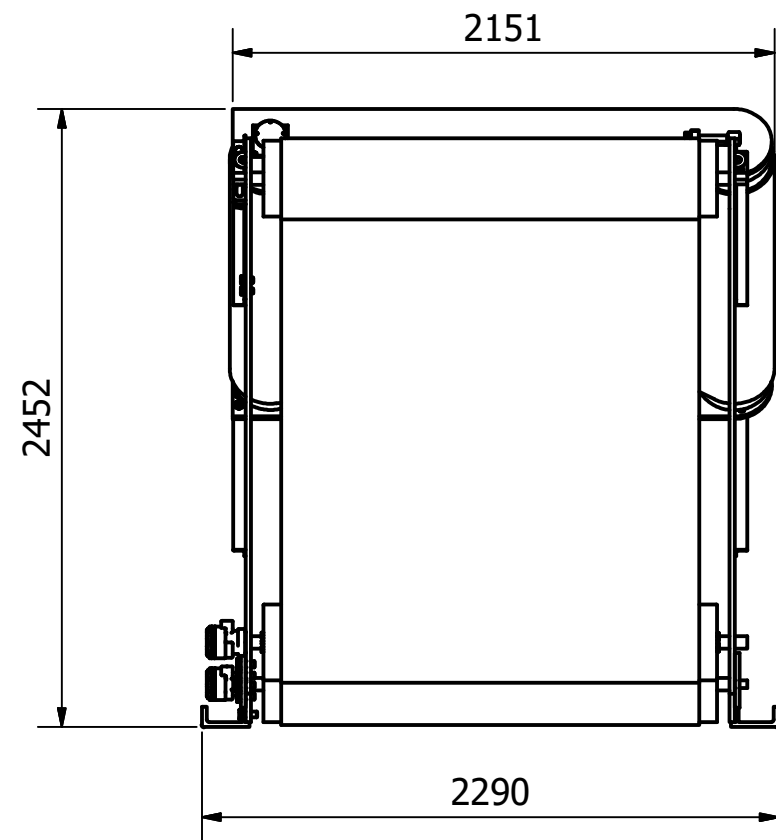
Acero SAE 1010

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Código
4	5	refuerzo chapon	DM-01-011
3	1	Chapon	DM-02.003
2	2	soporte motor 2	DM-02-002
1	2	soporte motor	DM-02-001

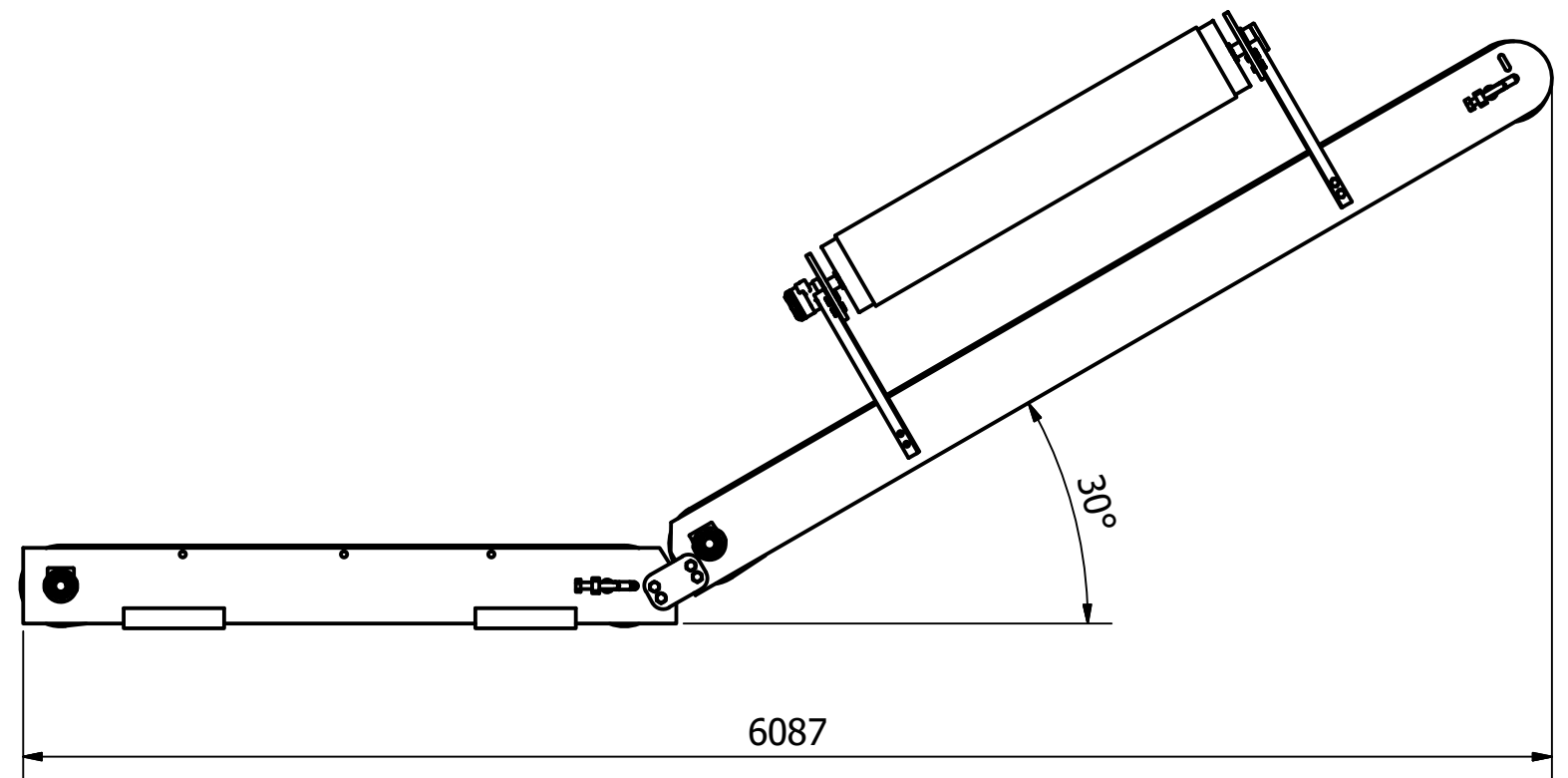
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano subconjunto
Aprobado			Pieza: Componentes extras del chasis	
Observaciones:	Revisado			Código: DS-001
	Aprobado			Material:
	Escala:	1:20		Tratamiento Térmico:
	Tolerancias:	ISO 2768 - m		

PROYECTO FINAL	
 Facultad Regional UTN VILLA MARIA	

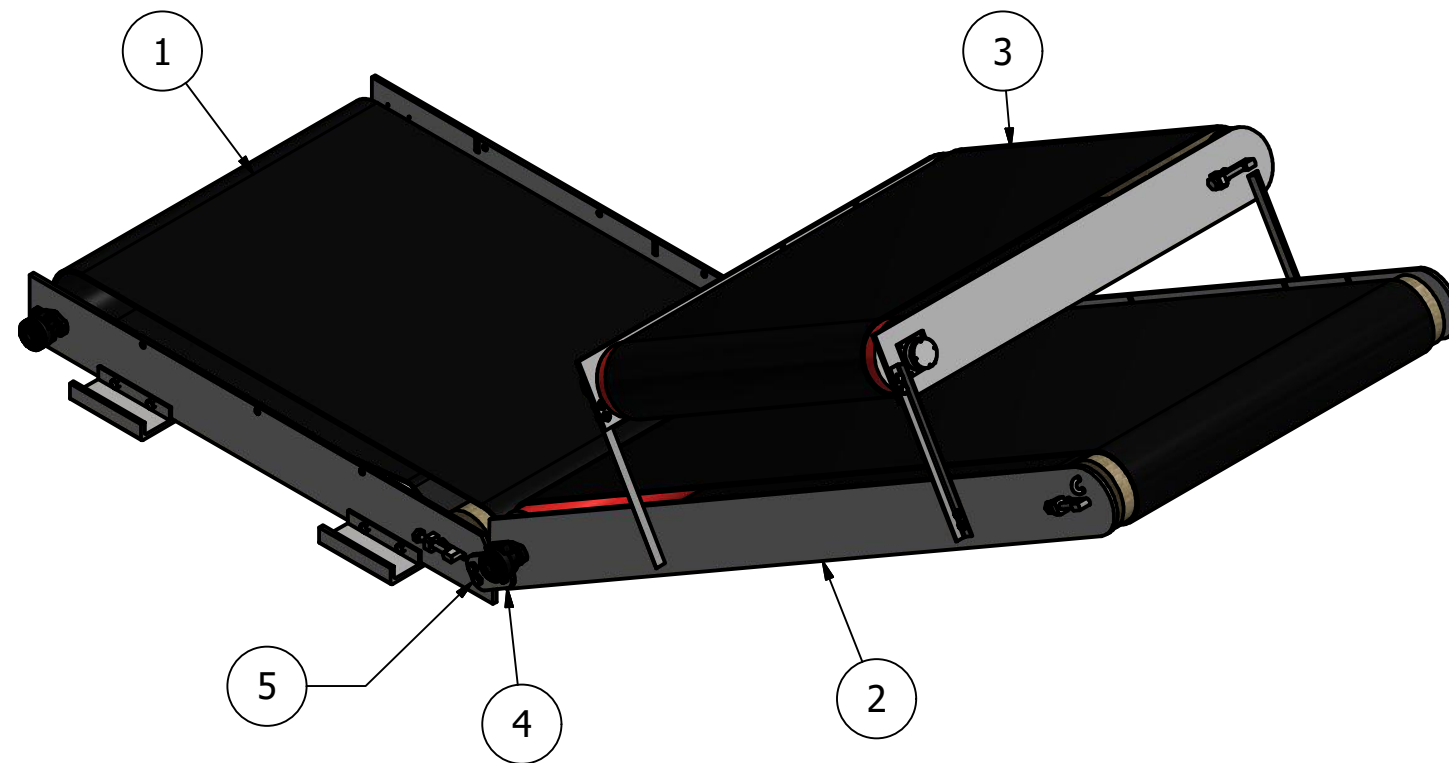
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

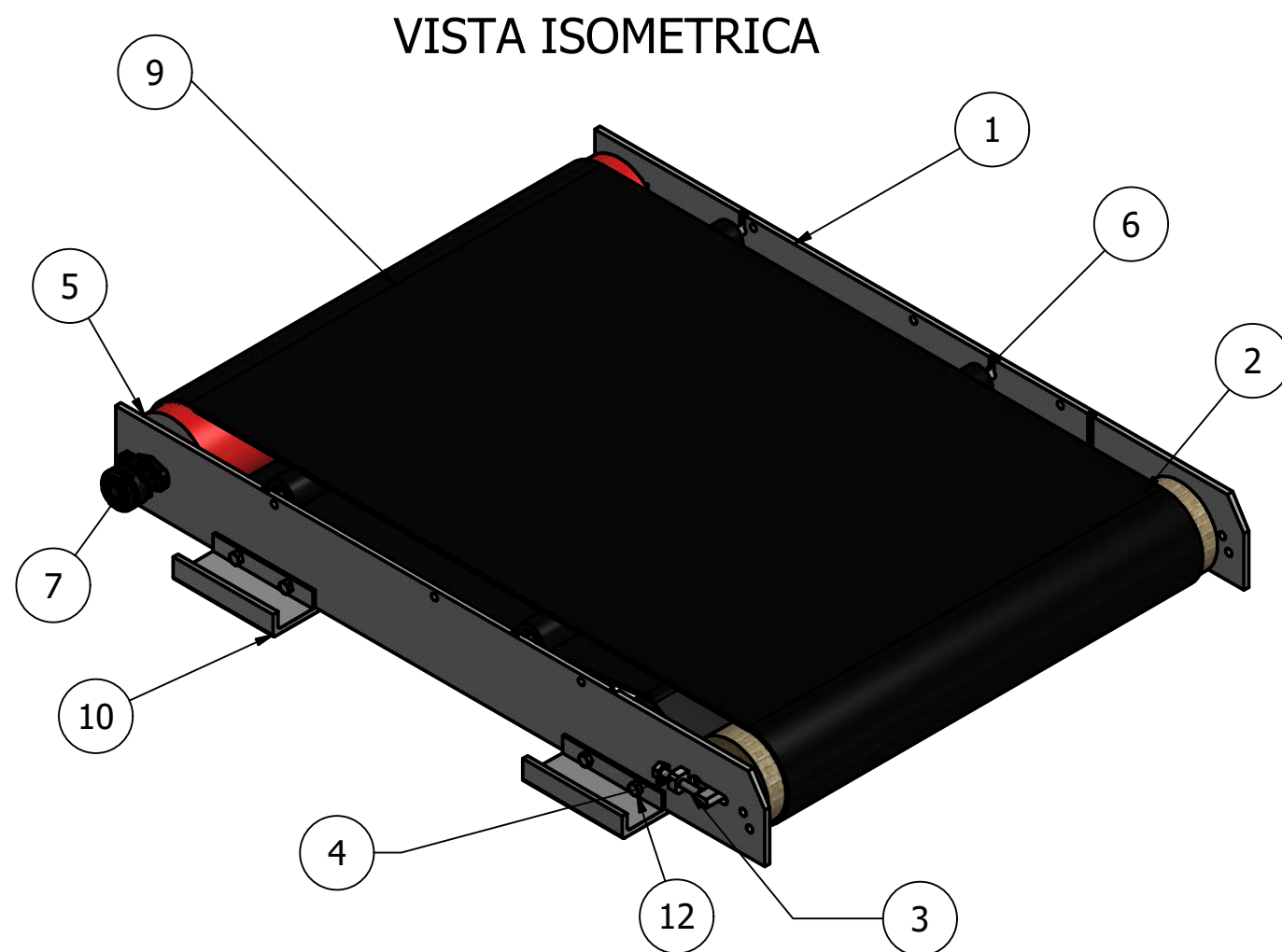
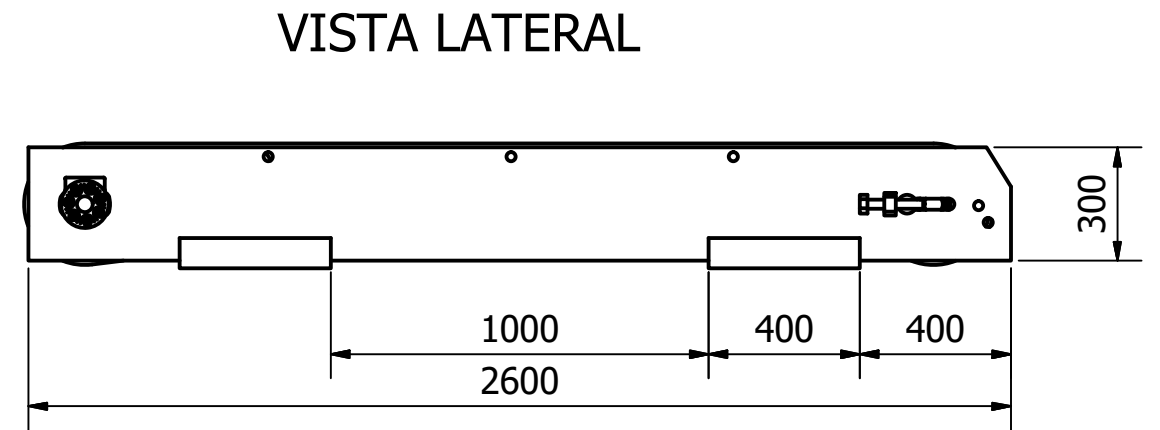
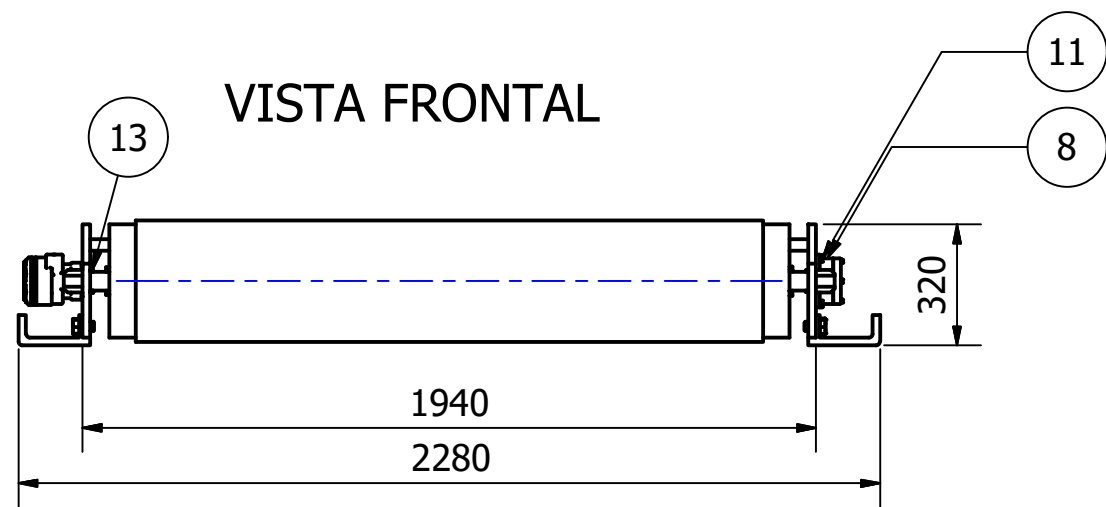


VISTA ISOMETRICA



5	8	Bulón M24 x 3 - L=55	EC-07-001
3	1	Cinta T. Magnetizada	ES-003
4	2	placa de union	EM-04-001
2	1	Cinta T. Inclineda	ES-002
1	1	Cinta T. Horizontal	ES-001
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO

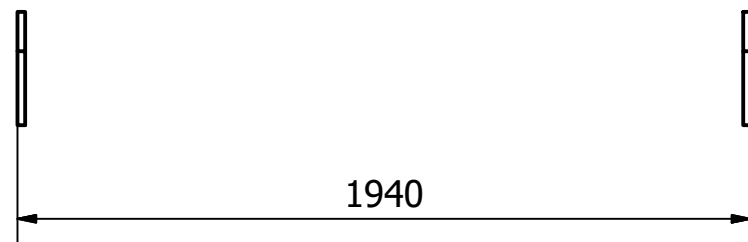
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Plano de conjunto E	Plano de conjunto
	Revisado			Código:
	Aprobado			Material:
Escala:	1:30		 Facultad Regional UTN VILLA MARIA	Tratamiento Térmico:
Tolerancias:				



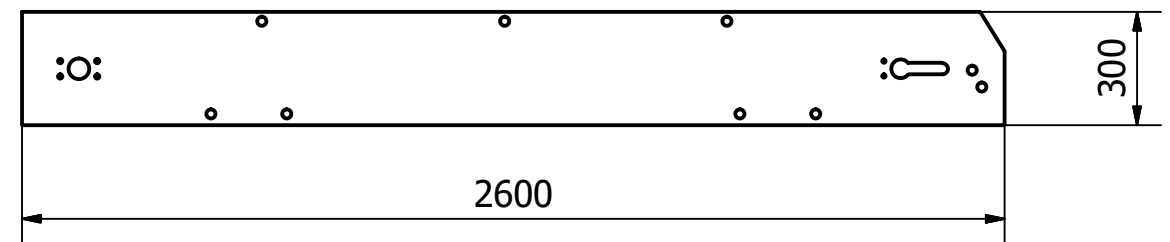
13	4	Bulón M12 x 1.75 - L=35	EC-07-005
12	8	Bulón M24 x 3 - L=40	EC-07-004
11	4	Bulón M10 x 1.5 - L=20	EC-07-003
10	4	Porta soporte	EM-04-002
9	1	Banda	EC-08-001
8	1	Soporte de eje tambor motriz	ES-008
7	1	Motor hidraulico	EC-10-001
6	3	Rodillo portante armado	ES-007
5	1	Tambor motriz armado	ES-006
4	2	Soporte rodillo tensor	EM-04-003
3	2	Bulón M25x2 - L=150	EC-07-002
2	1	Rodillo tensor armado	ES-005
1	1	Soporte	ES-004
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de conjunto
Observaciones:	Revisado		Pieza: Cinta T. Horizontal	
	Aprobado			
	Escala:	1:20		Código: ES-001
	Tolerancias:	ISO 2768 - c		Material:
		<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 		Tratamiento Térmico:

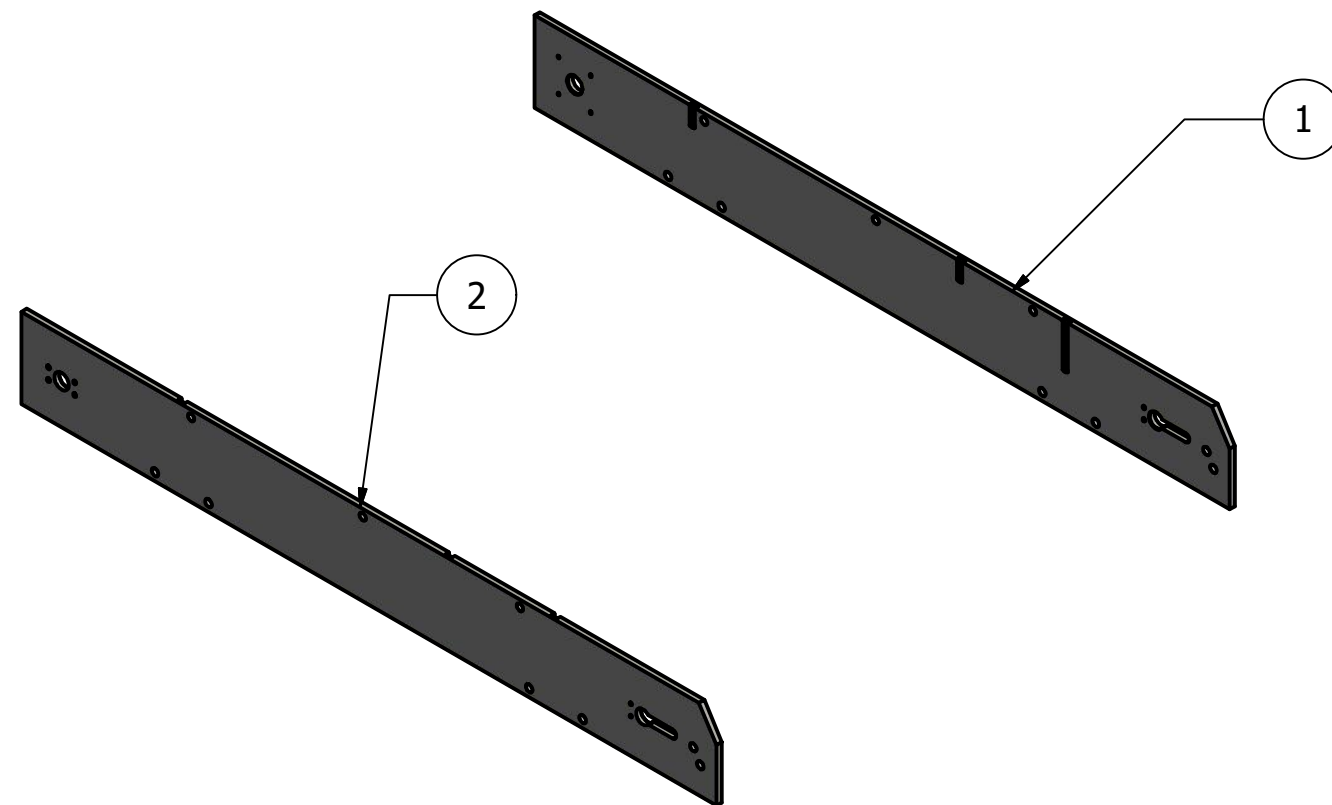
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



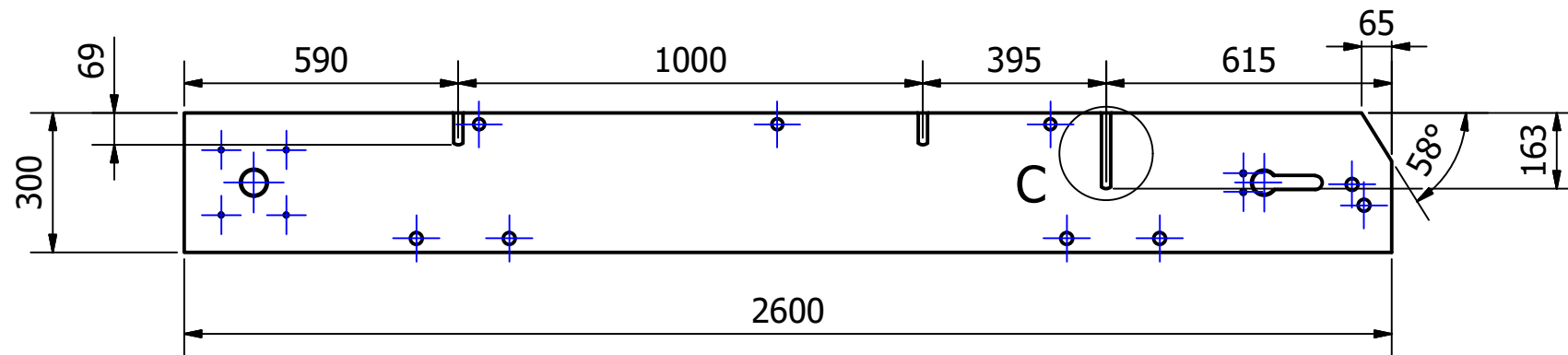
VISTA ISOMETRICA



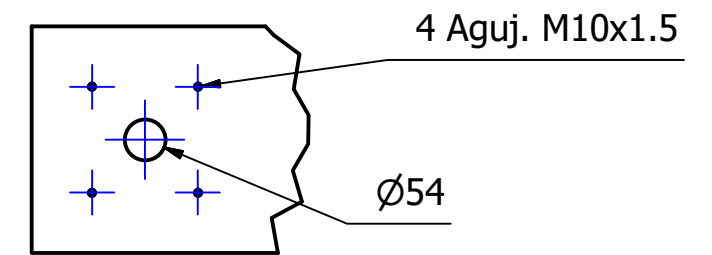
2	1	Soporte derecho	EM-02-002
1	1	Soporte izquierdo	EM-02-001
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte	Plano de conjunto
	Aprobado				
	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p> 			Código: ES-004
	Tolerancias:				Material: Acero SAE 1010 (F24)
					Tratamiento Térmico:

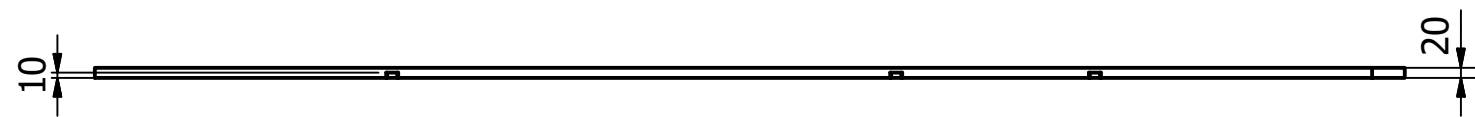
VISTA FRONTAL



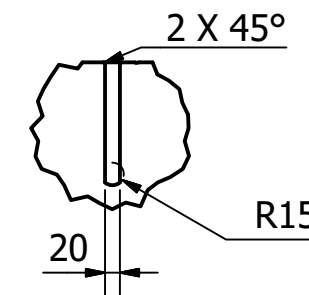
DETALLE B (1:10)



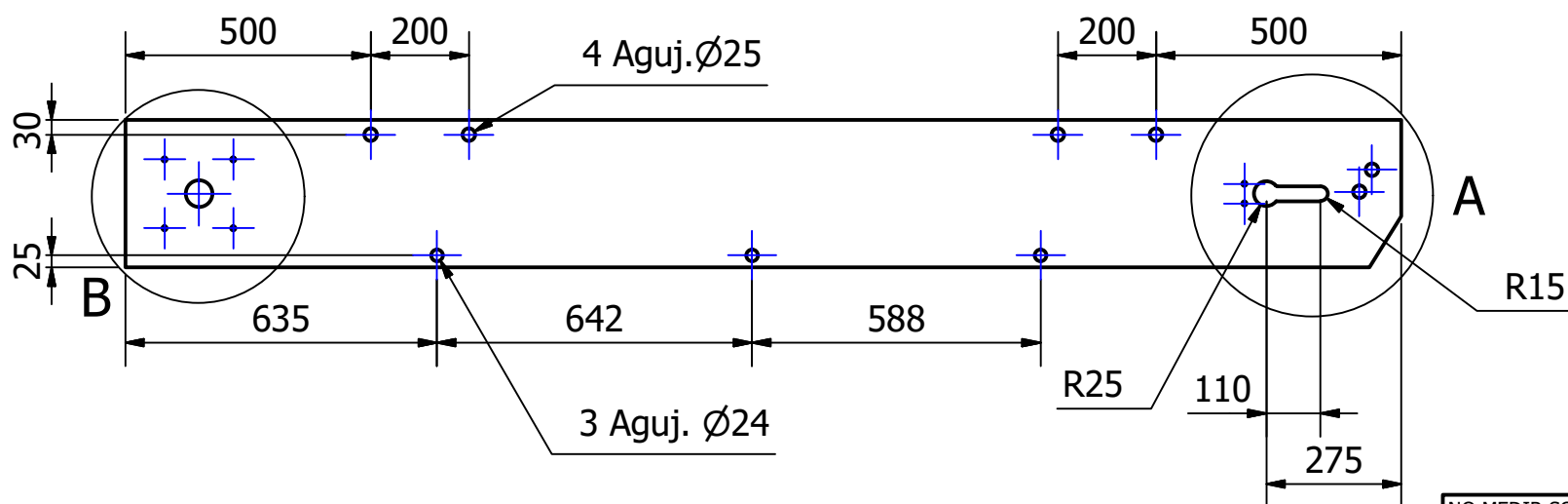
VISTA SUPERIOR



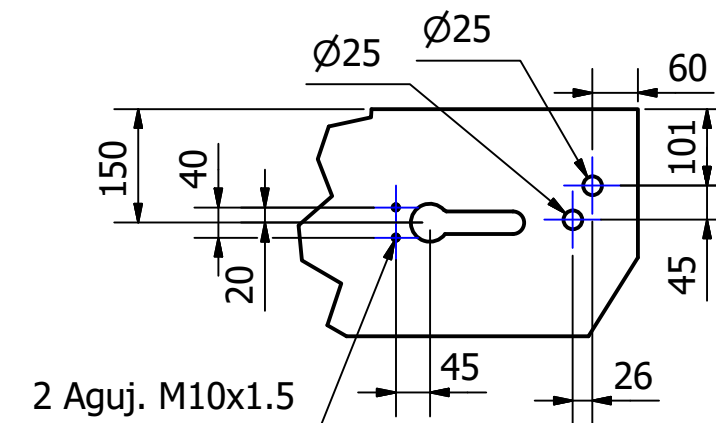
DETALLE C (1:10)



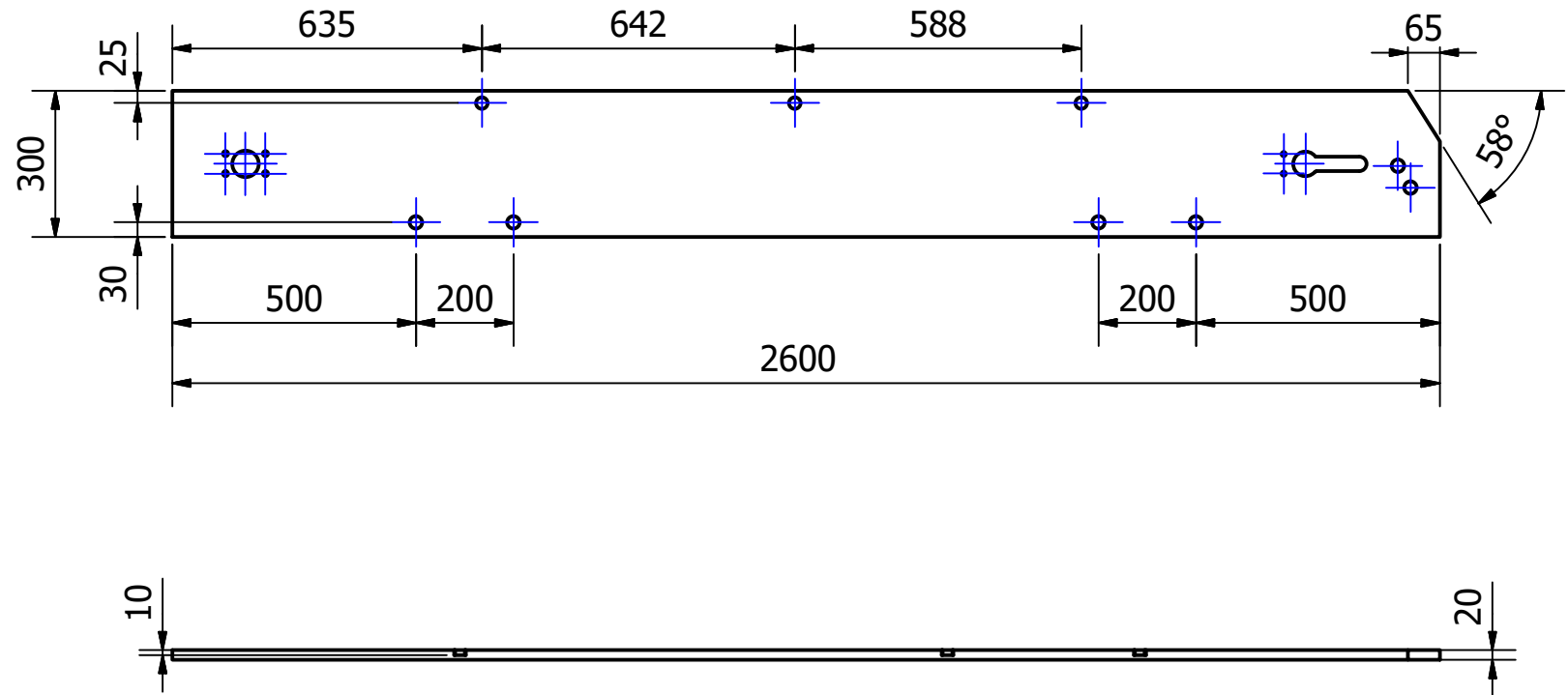
VISTA POSTERIOR



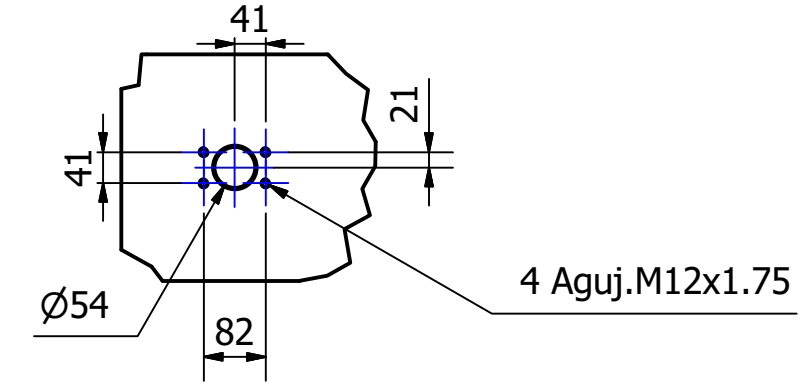
DETALLE A (1:10)



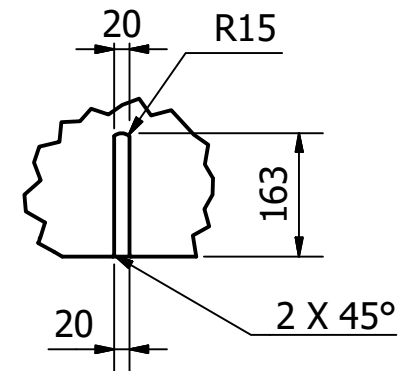
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.		Plano de pieza
	Aprobado			Pieza: Soporte izquierdo	
	Escala:	1:15			Código: EM-02-001
Tolerancias:	ISO 2768 - m			 Facultad Regional UTN VILLA MARIA	Material: Acero SAE 1010 (F24)
					Tratamiento Térmico:



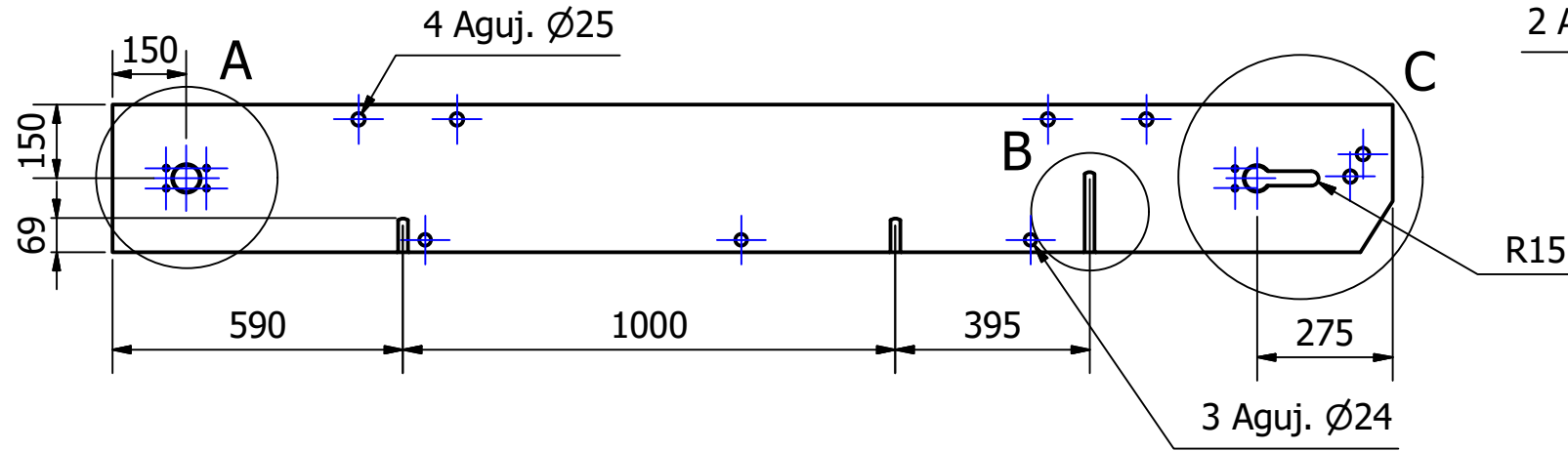
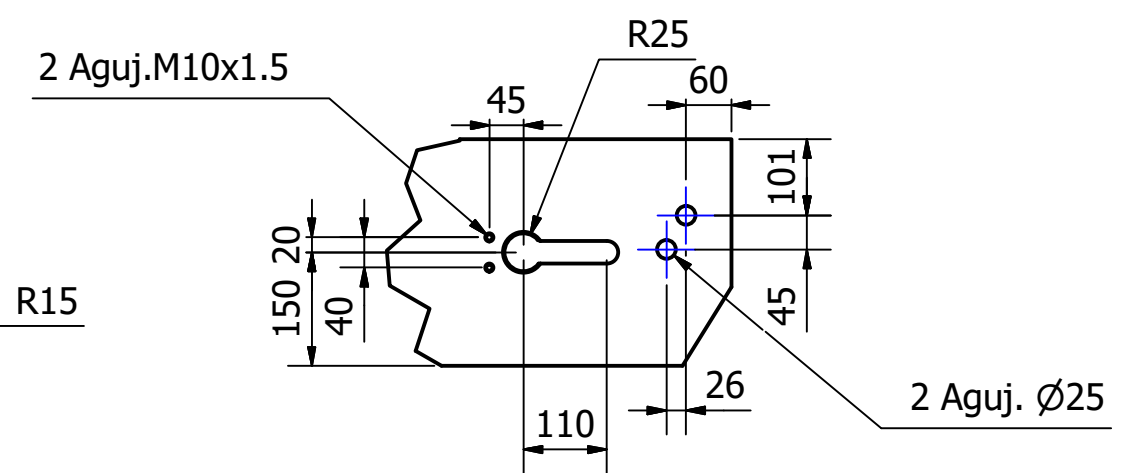
DETALLE A (1:10)



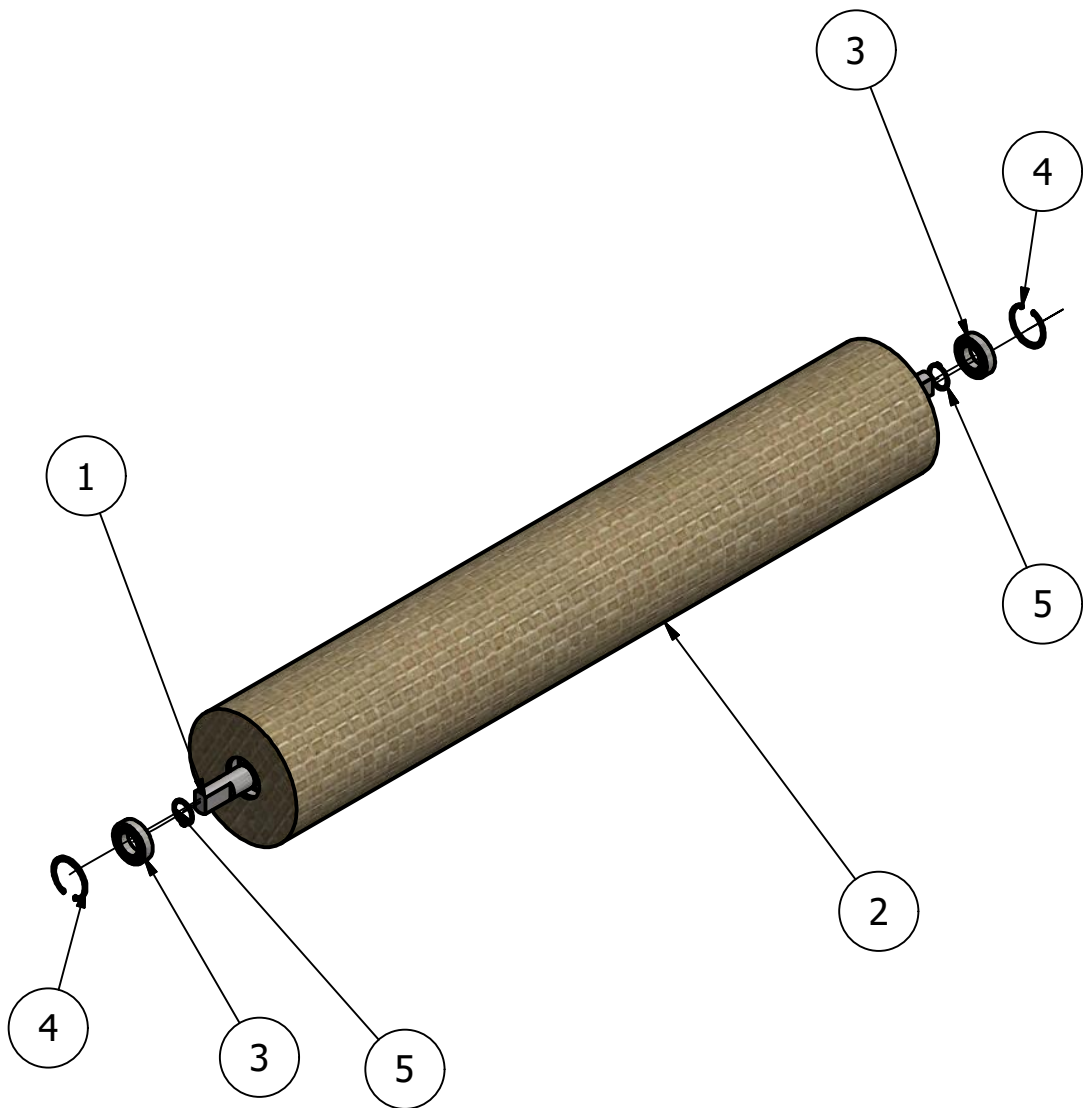
DETALLE B (1:10)



DETALLE C (1:10)



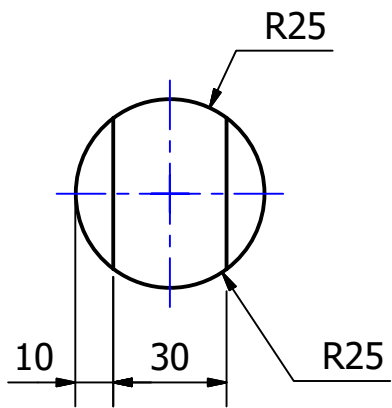
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte derecho	Plano de pieza
	Aprobado				
	Escala:	1:15	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  <p align="center">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		
Tolerancias:	ISO 2768 - m	Material: Acero SAE 1010 (F24)			
		Tratamiento Térmico:			



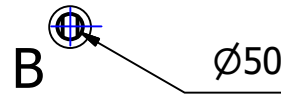
5	2	Seeger eje (DIN 471 - 50 x 2)	EC-06-002
4	2	Seeger rodillo (DIN 472 -90 x3)	EC-06-001
3	2	Rodamiento SKF 2210 ETN9 (Ø eje 50)	EC-05-001
2	1	Rodillo tensor	EM-10-001
1	1	Eje rodillo tensor	EM-03-001
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Rodillo tensor armado	
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Código: ES-005
					Material:
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:

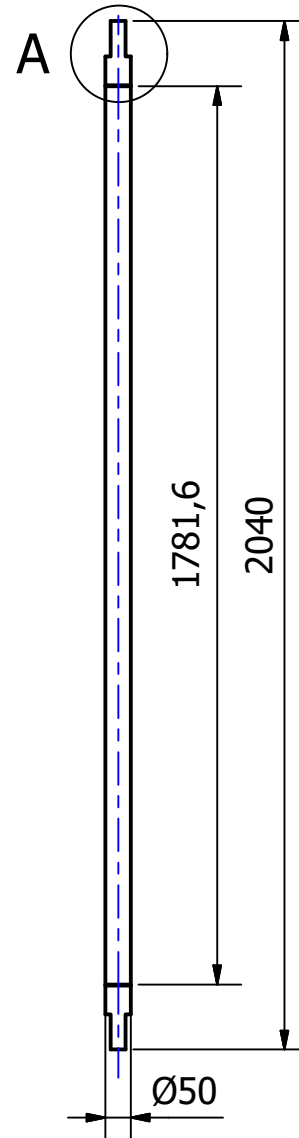
DETALLE B (1:2)



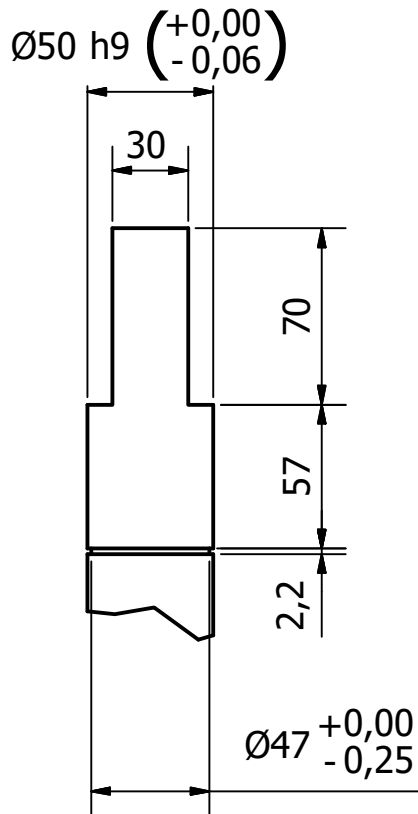
VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

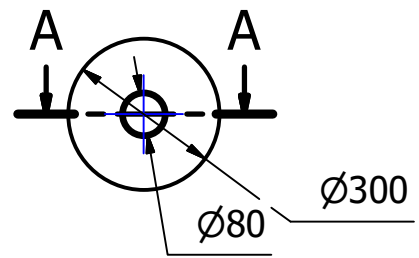


DETALLE A (1:3)



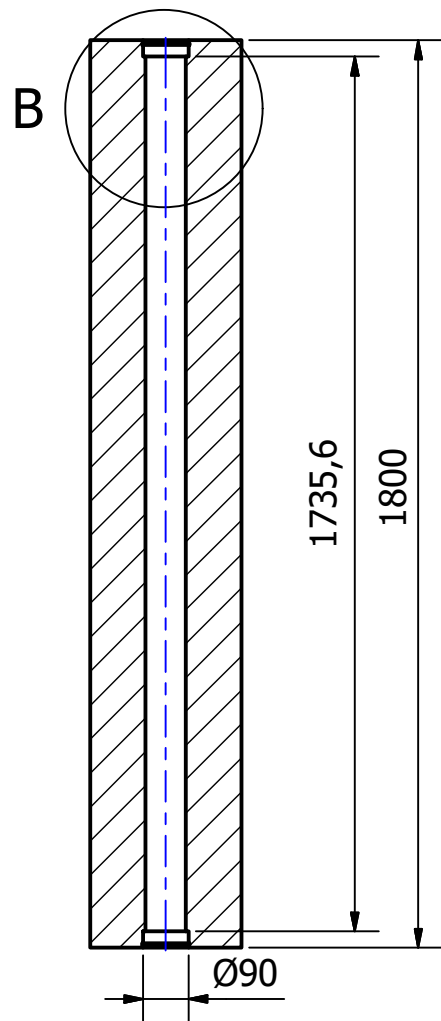
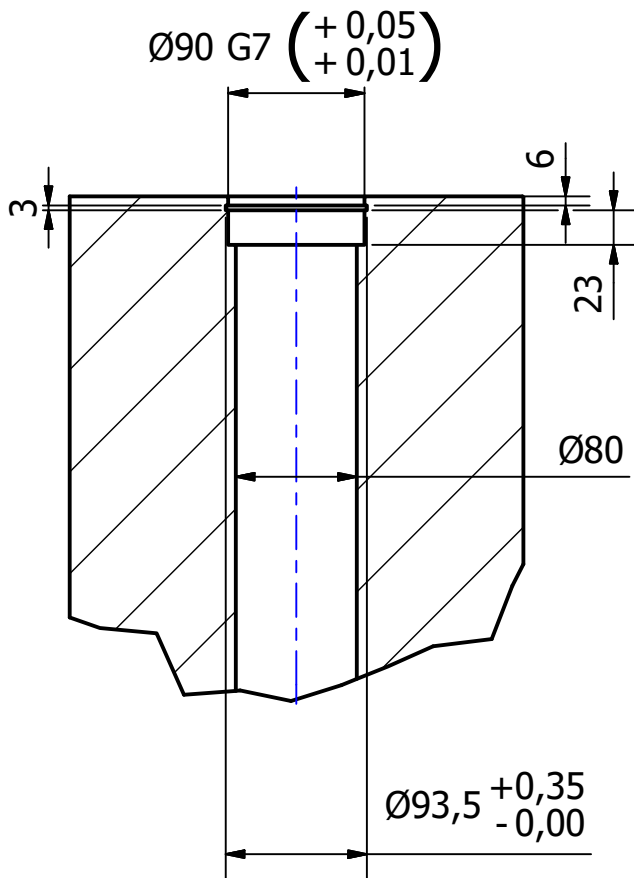
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Eje rodillo tensor	
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Código: EM-03-001
	Tolerancias:				Material: Acero SAE 1045
	ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

VISTA FRONTAL

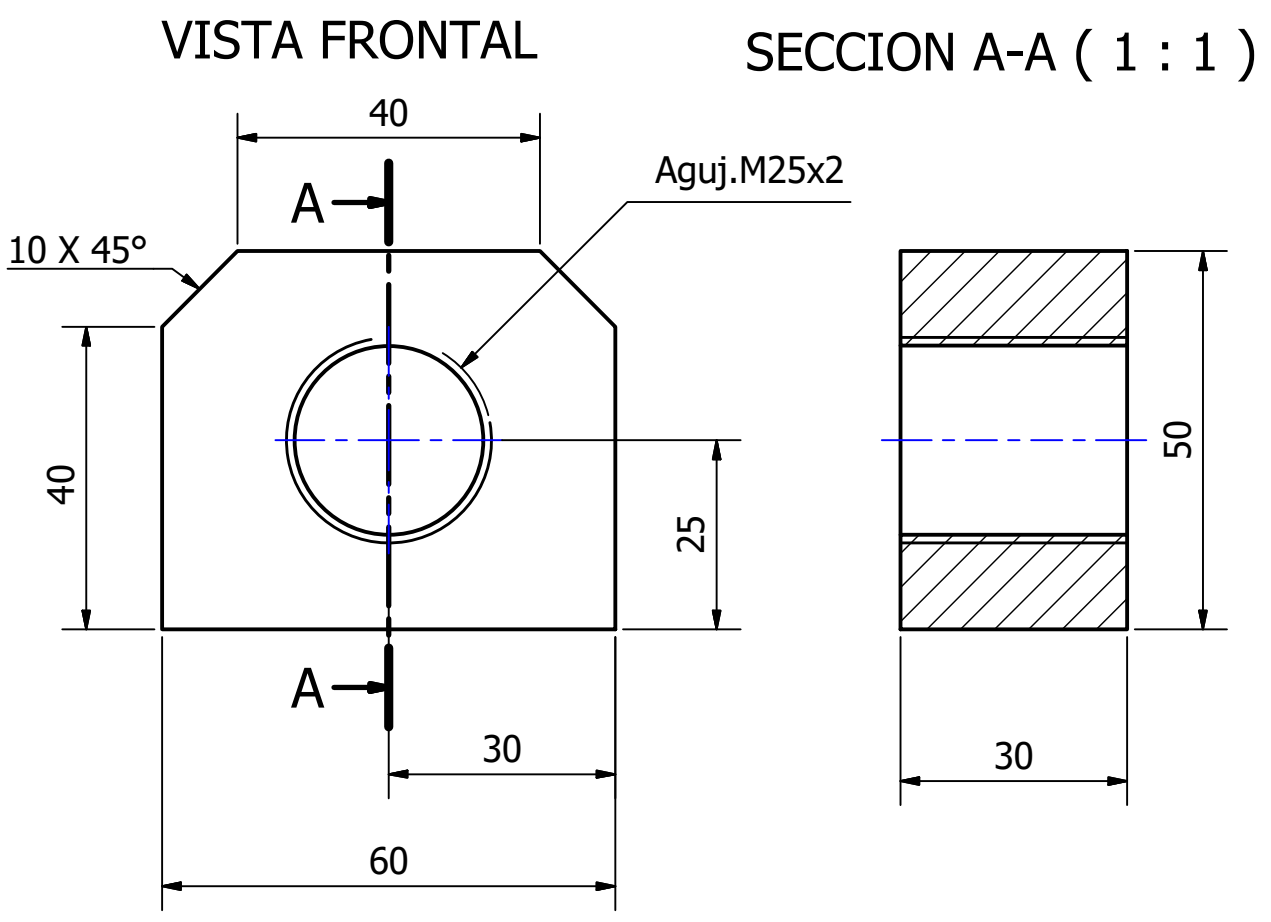
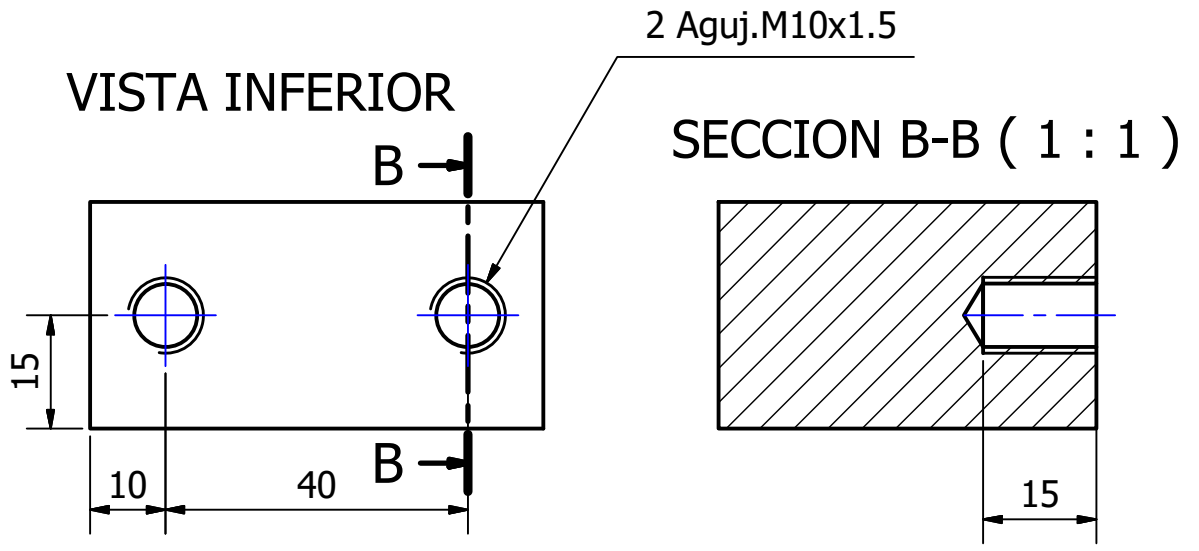


SECCION A-A (1 : 15)

DETALLE B (1:5)

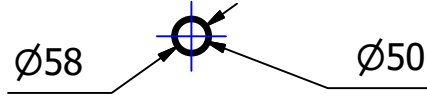


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Rodillo tensor	
Observaciones:	Aprobado				Código: EM-10-001
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material:
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

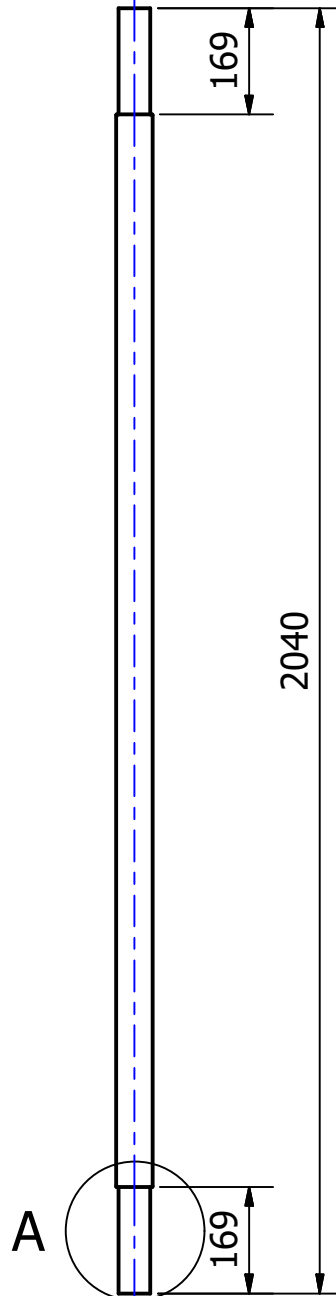


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte rodillo tensor	
Observaciones:	Aprobado				Código: EM-04-003
	Escala: 1:1	<p align="center">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero SAE 1010
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

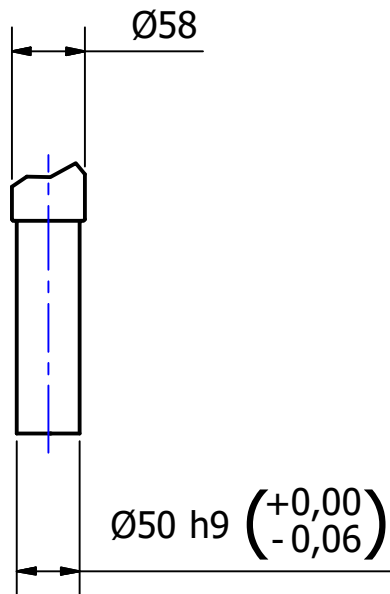
VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

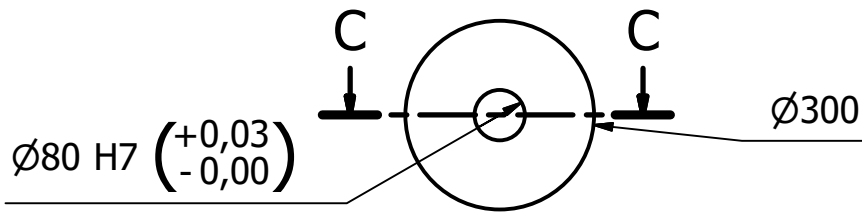


DETALLE A (1 : 6)

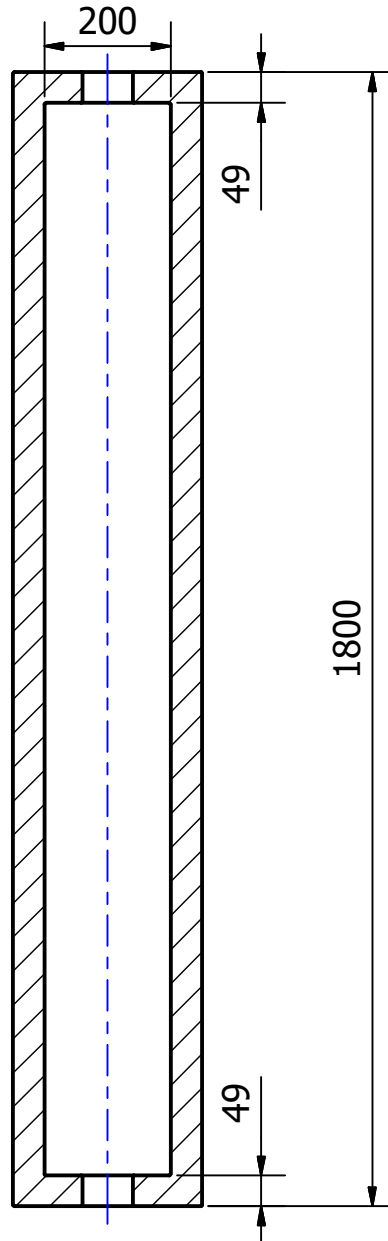


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Eje tambor motriz	
	Aprobado			
	Escala: 1:12	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: EM-03-002
 Tolerancias: ISO 2768 - m	Material: Acero SAE 1045			
				Tratamiento Térmico:

VISTA FRONTAL

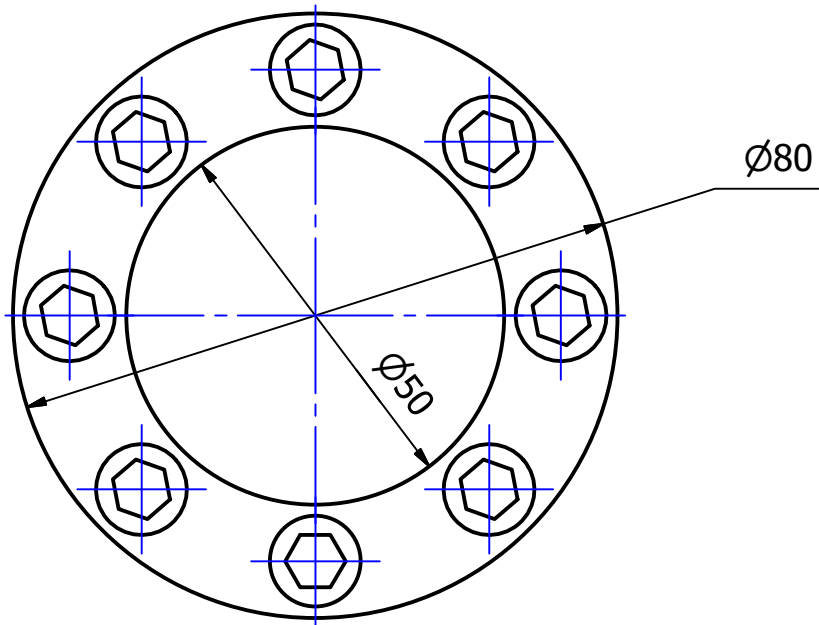


SECCION C-C (1 : 12)

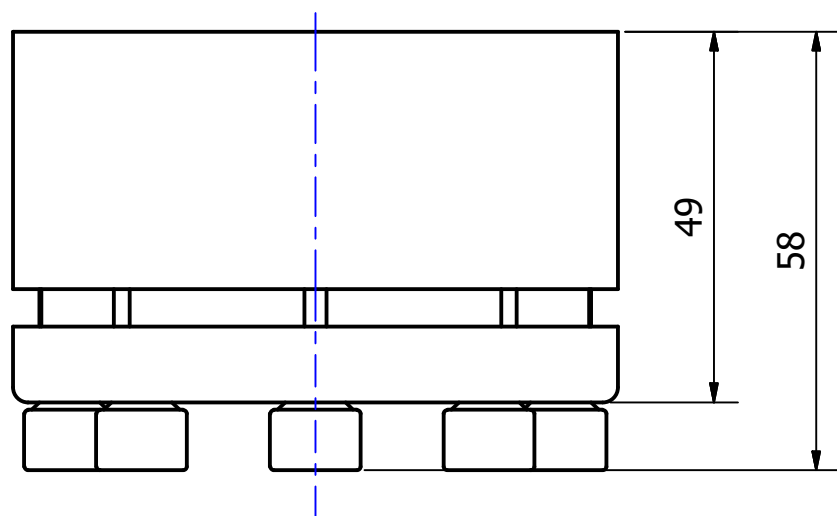


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Tambor motriz	Código: EM-10-002
	Aprobado			
	Escala: 1:12	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Material:
 Tolerancias: ISO 2768 -m	Tratamiento Térmico:			

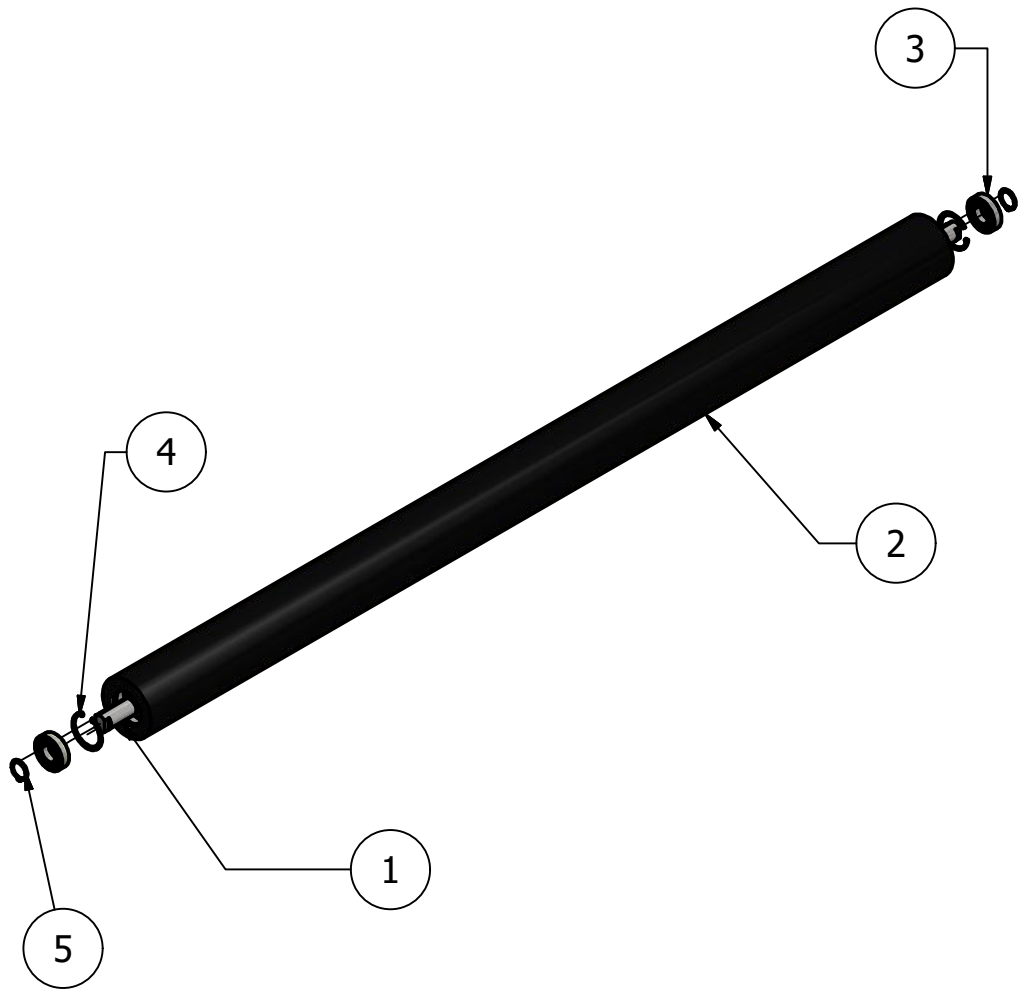
VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



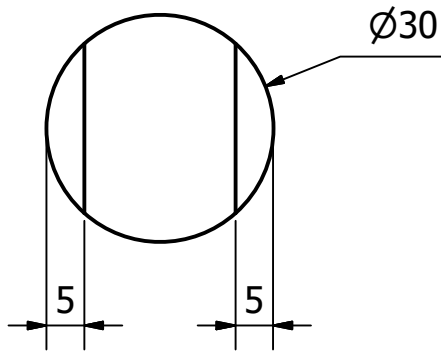
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Acople rígido de apriete	Código: EC-06-003
	Aprobado			
Código comercial: BLK 132-50x80	Escala: 1:1	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Material:
	Tolerancias: ISO 2768 - m			Tratamiento Térmico:



5	2	Seeger eje (DIN 471 - 30 x 1.5)	EC-06-005
4	2	Seeger rodillo (DIN 472 -62 x 2)	EC-06-004
3	2	Rodamiento SKF 1206 ETN9 (Ø eje 30)	EC-05-002
2	1	Rodillo portante	EM-10-003
1	1	Eje rodillo portante	EM-03-003
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Rodillo portante	Plano de conjunto
	Aprobado			
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Código: ES-007
				Material:
Tolerancias:	Tratamiento Térmico:			

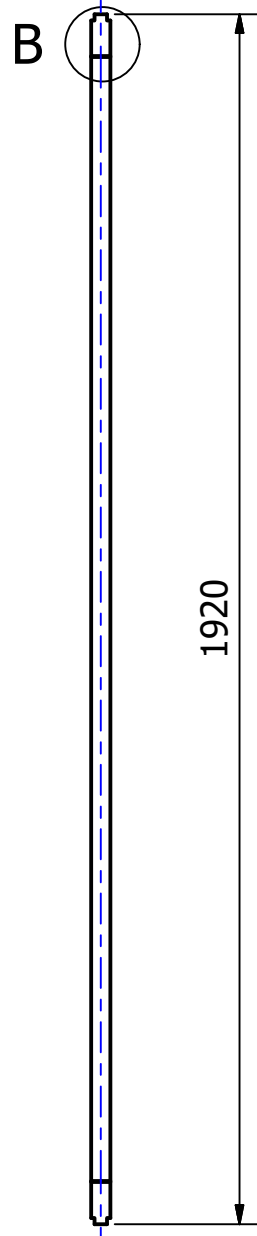
DETALLE A (1 : 1)



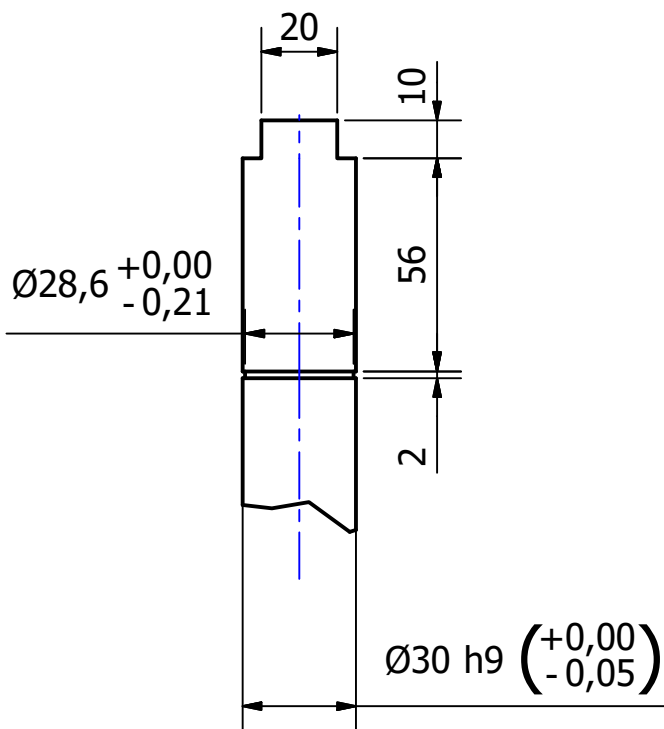
VISTA FRONTAL

A

VISTA SUPERIOR

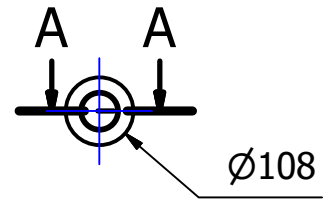


DETALLE B (1 : 2)

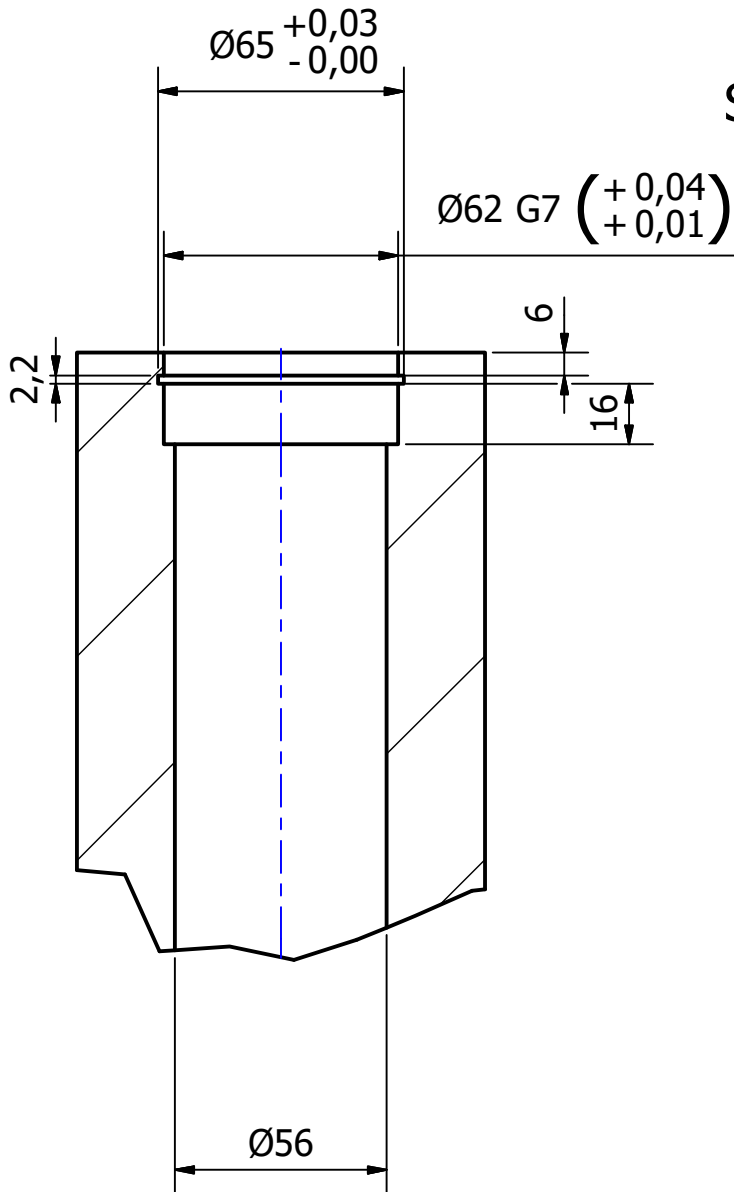


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Eje rodillo portante	
	Aprobado			
	Escala: 1:12	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: EM-03-003
	Material: Acero SAE 1045			
Tolerancias: ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:			

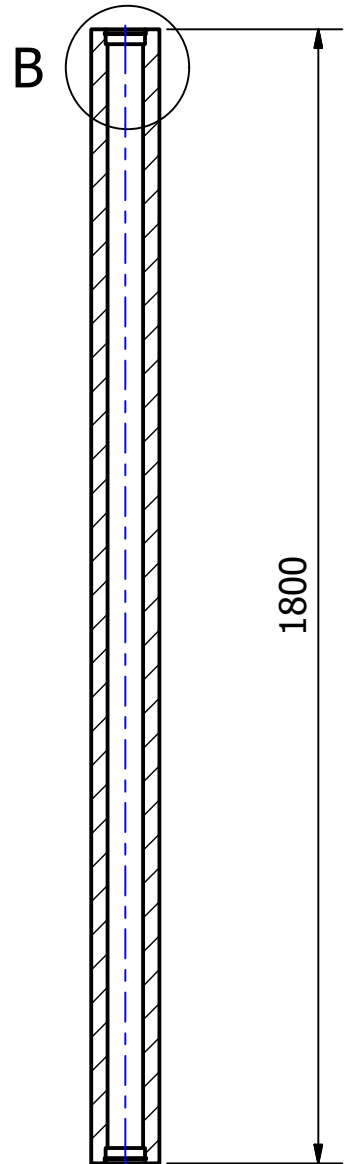
VISTA FRONTAL



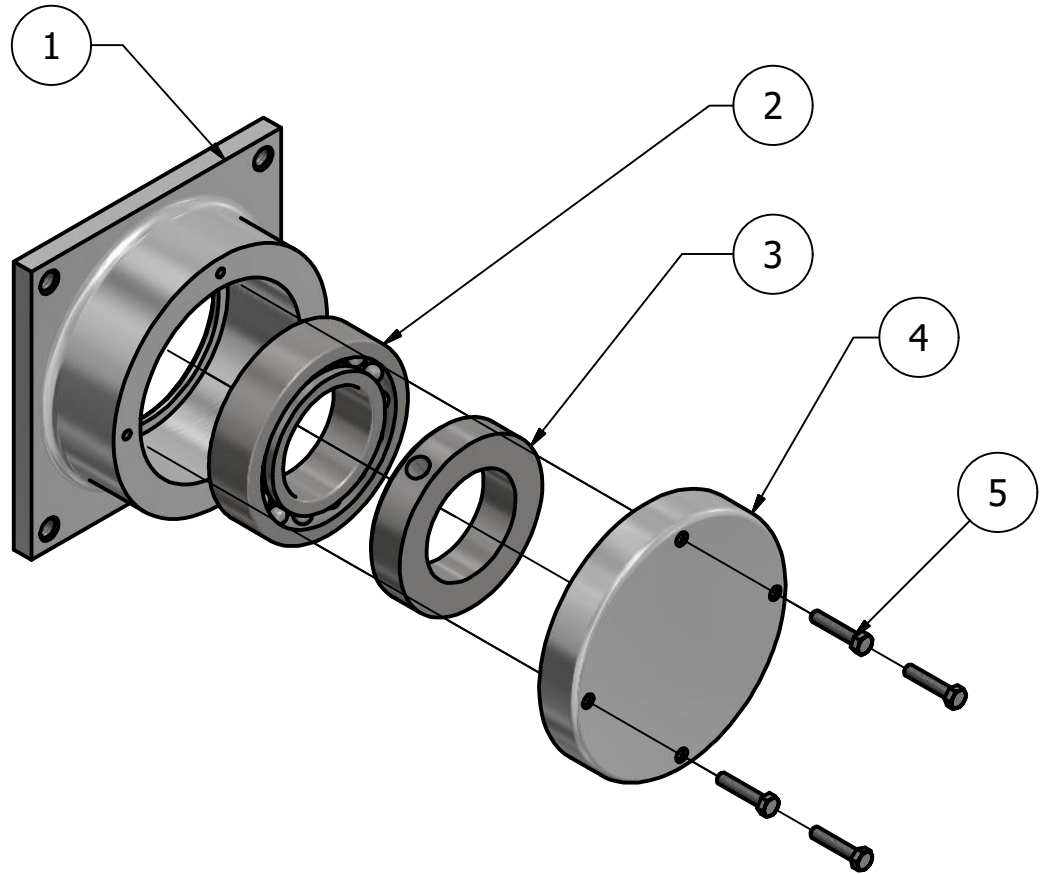
DETALLE B (1 : 2)



SECCION A-A (1 : 12)



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Rodillo portante	
	Escala:	<h3>PROYECTO FINAL</h3>  <p>Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Código: EM-10-003
					Material:
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

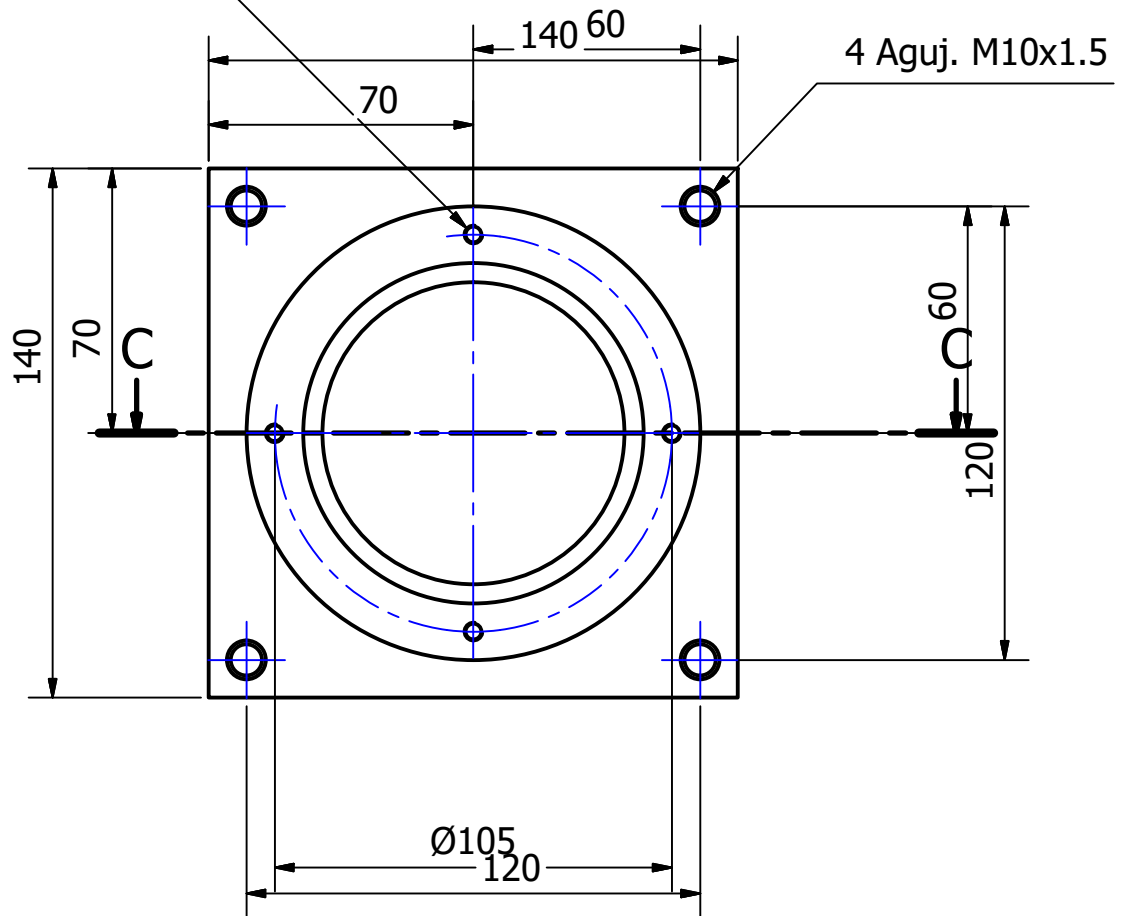


5	4	Bulón M5 x 0.8 - L=25	EC-07-006
4	1	Tapa de soporte	EM-04-005
3	1	Anillo de fijacion	EC-06-006
2	1	Rodamiento SKF 2210 ETN9	EC-05-001
1	1	Soporte eje tambor motriz	EM-04-004
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

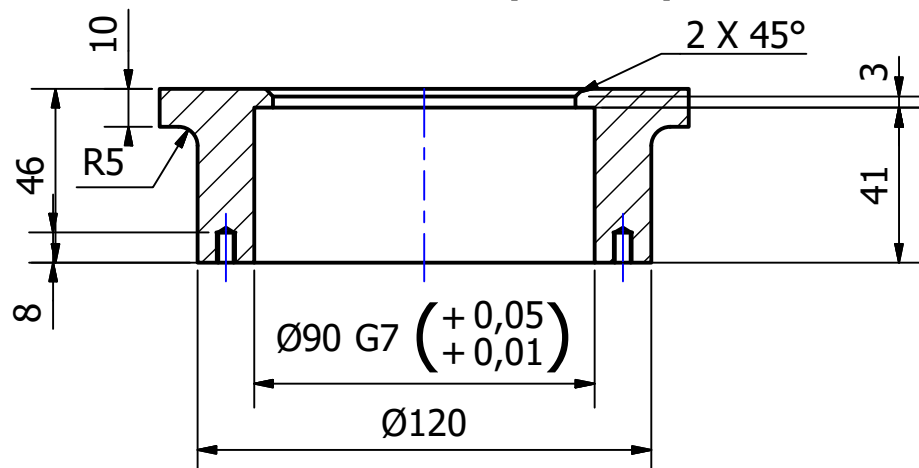
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Soporte de eje tambor motriz	
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Código: ES-008
					Material:
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:

4 Aguj. M5x0.8

VISTA FRONTAL

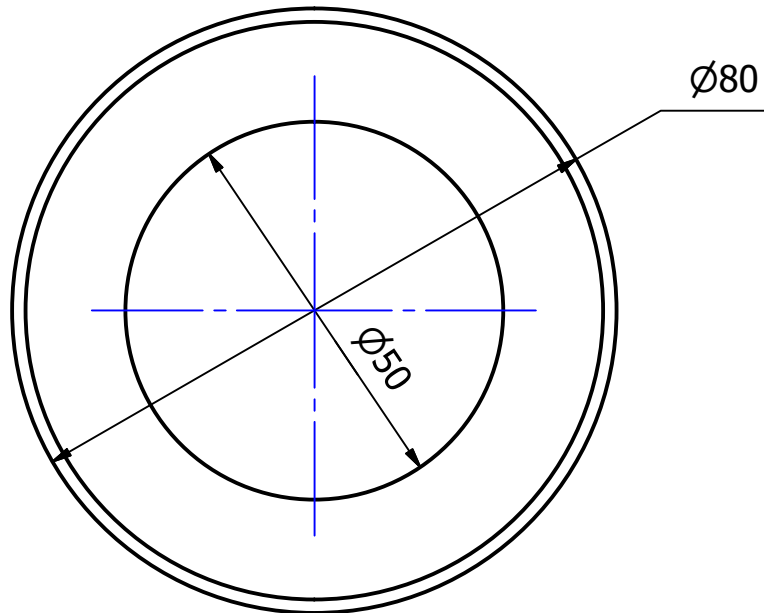


SECCION C-C (1 : 2)

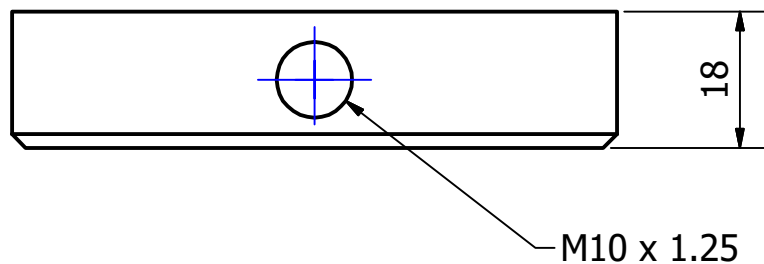


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza	
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte (eje tambor motriz)		
Observaciones:	Aprobado				Código: EM-04-004	
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero SAE 1010	
	Tolerancias:					Tratamiento Térmico:
					ISO 2768 - m	

VISTA FRONTAL

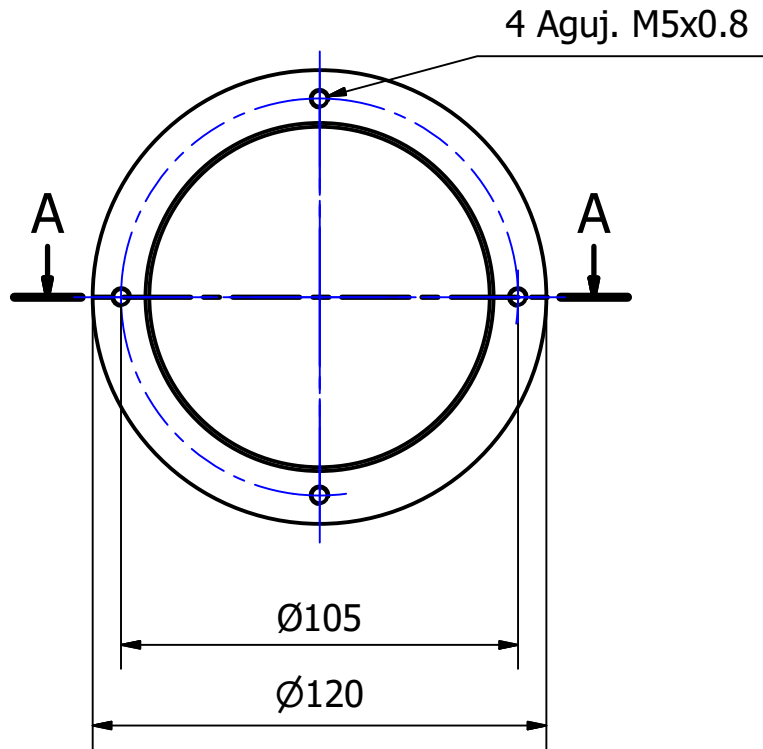


VISTA SUPERIOR

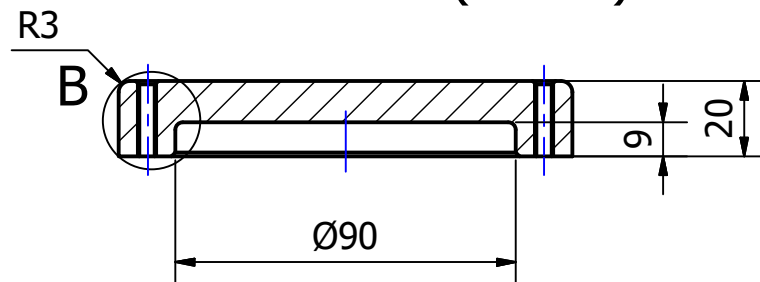


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Anillo de fijación	
Observaciones:	Revisado			Código: EC-06-006
Código comercial: DIN 705 B B50	Aprobado			
	Escala: 1:1	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Material:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			Tratamiento Térmico:

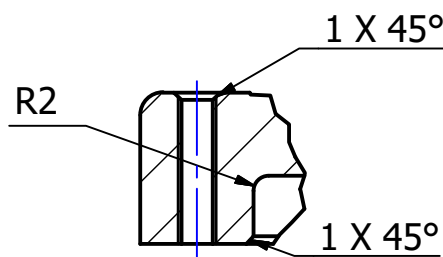
VISTA FRONTAL



SECCION A-A (1 : 2)

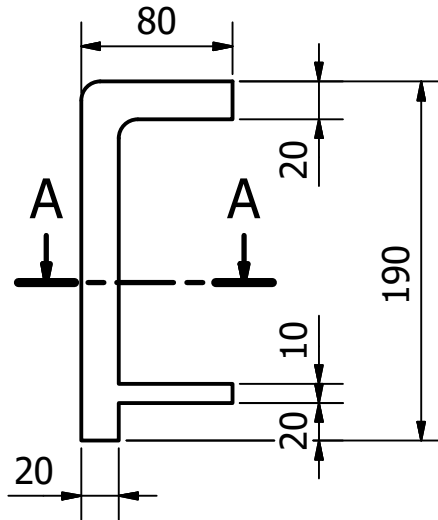


DETALLE B (1 : 1)

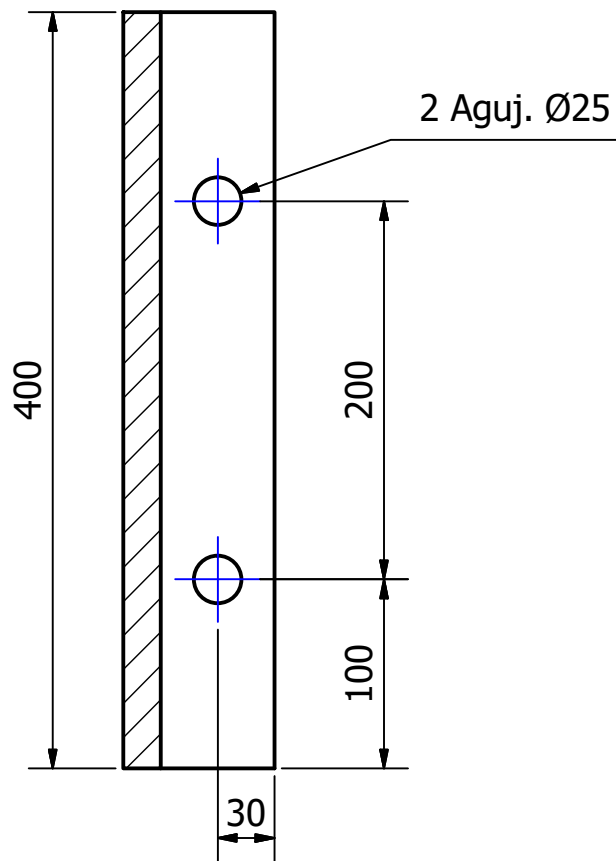


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.	DE AUTOMÓVILES	
Observaciones:	Revisado		Pieza:	Plano de pieza
	Aprobado		Tapa de soporte	
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Código:
1:2	Material:			Acero SAE 1010
	Tratamiento Térmico:			
Tolerancias:	ISO 2768 - m			

VISTA FRONTAL

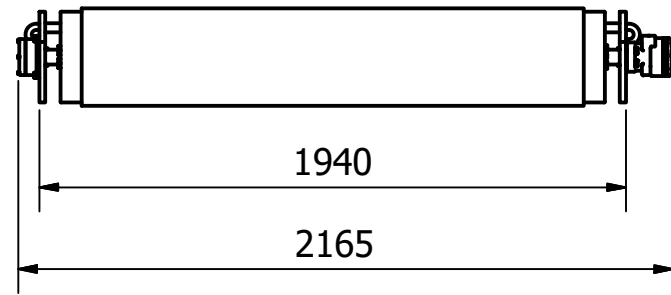


SECCION A-A (1 : 4)

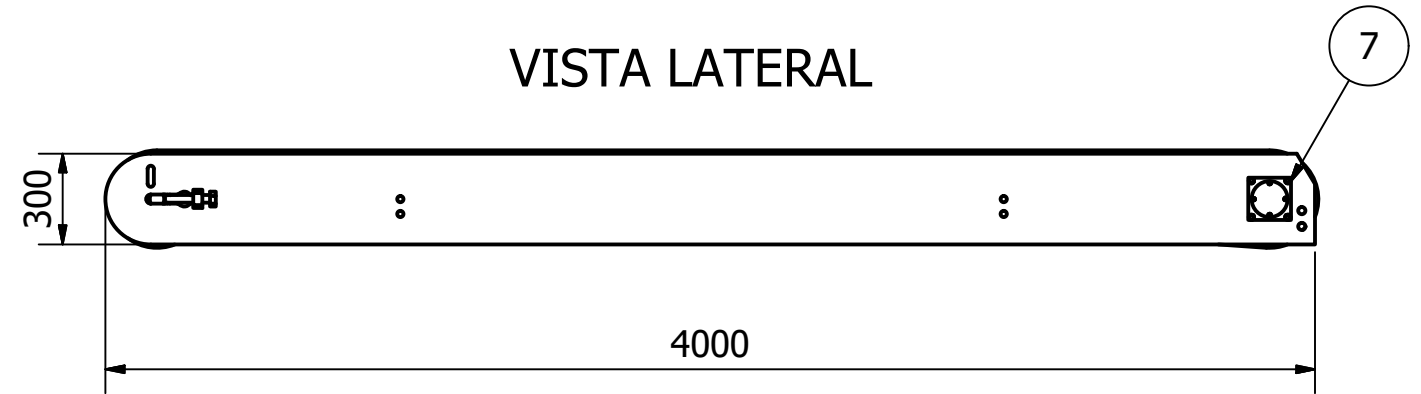


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Porta soporte	
Observaciones:	Revisado			Código: EM-04-002
	Aprobado			Material: Acero SAE 1010 (F24)
	Escala: 1:4	<p align="center">PROYECTO FINAL</p> 		Tratamiento Térmico:
	Tolerancias: ISO 2768 - m			

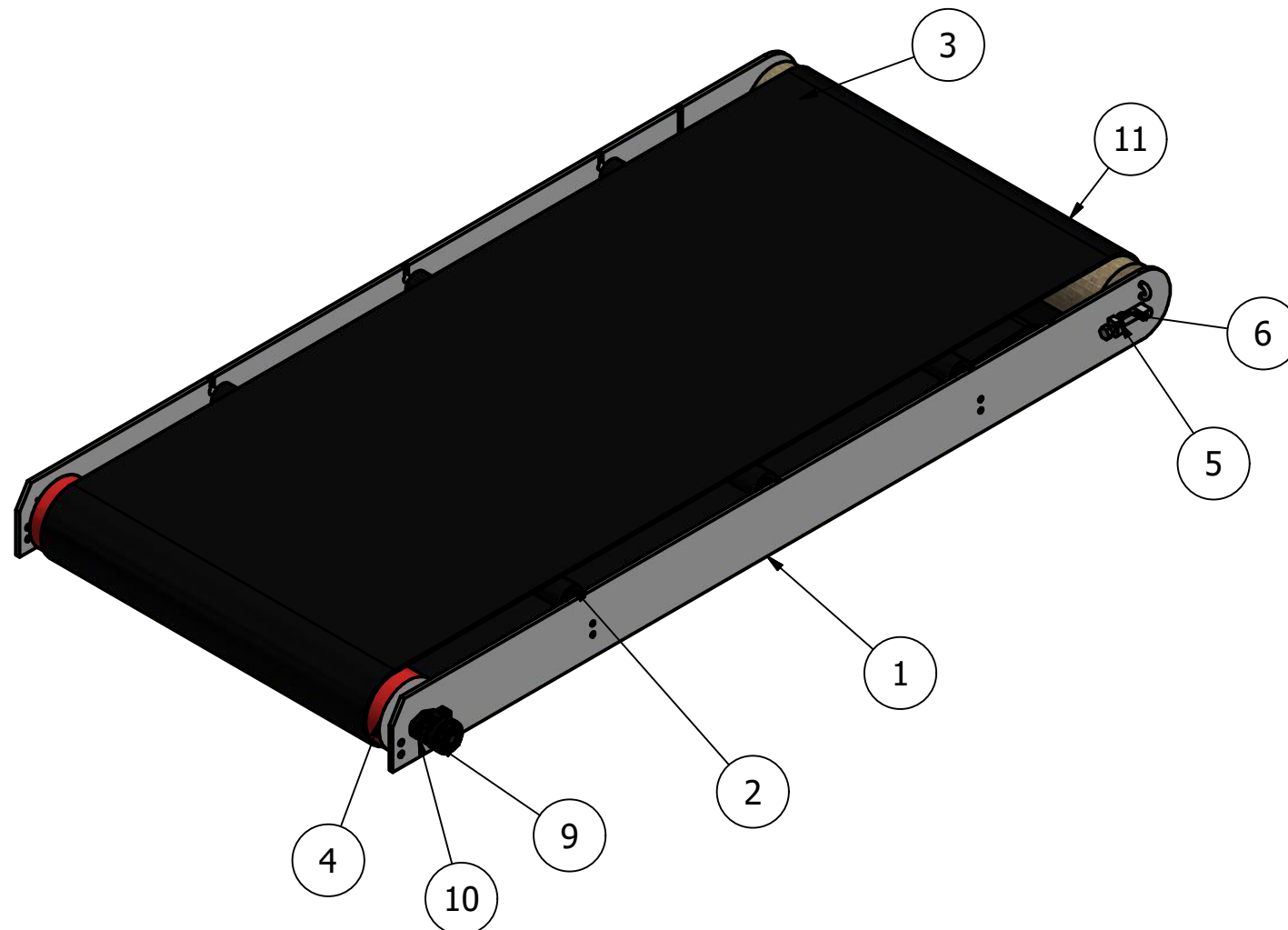
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



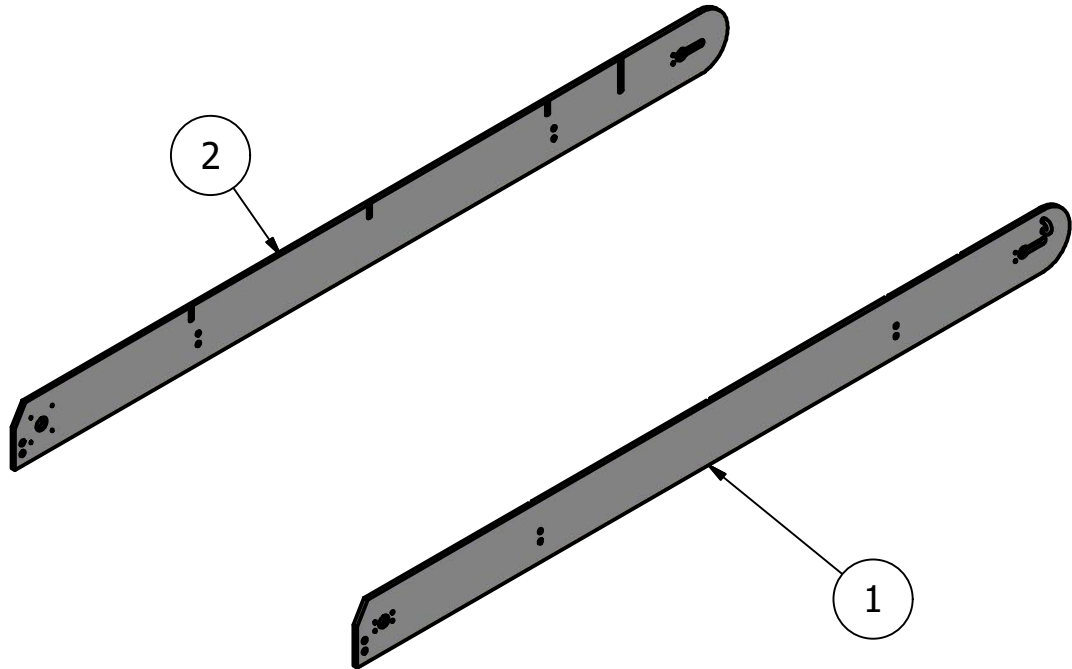
VISTA ISOMETRICA



11	1	Banda I	EC-08-002
10	4	Bulón M12 x 1,75 - L=35	EC-07-005
9	1	Motor hidraulico I	EC-10-002
8	1	Soporte eje tambor motriz	ES-008
7	8	Bulón M10 x 1.5 - L=20	EC-07-003
6	2	Bulón M24 x 2 - L=150	EC-07-002
5	2	Soporte rodillo tensor	EM-04-003
4	1	Tambor motriz armado	ES-006
3	1	Rodillo tensor armado	ES-005
2	4	Rodillo portante armado	ES-007
1	1	Soporte I	ES-009
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

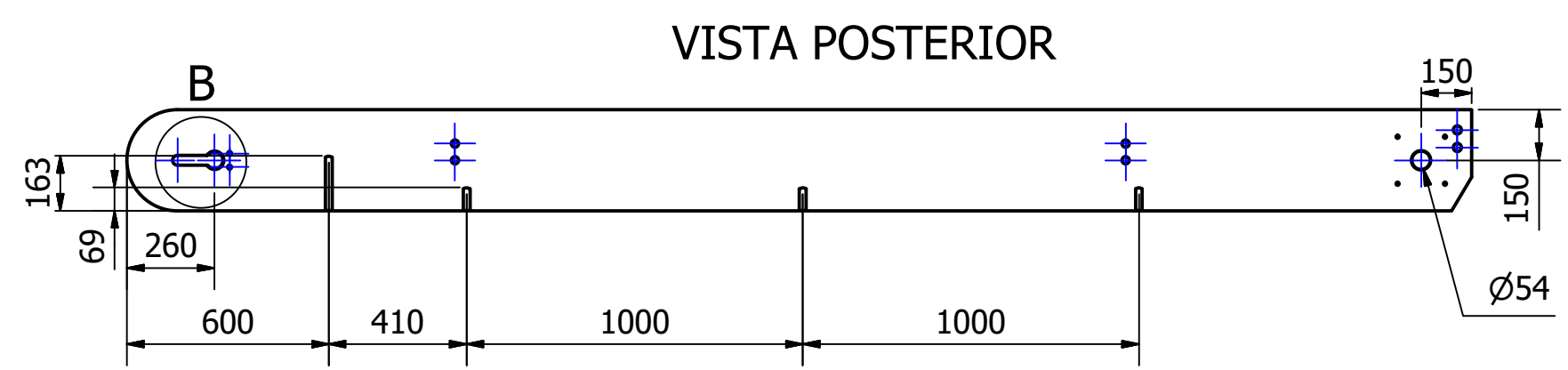
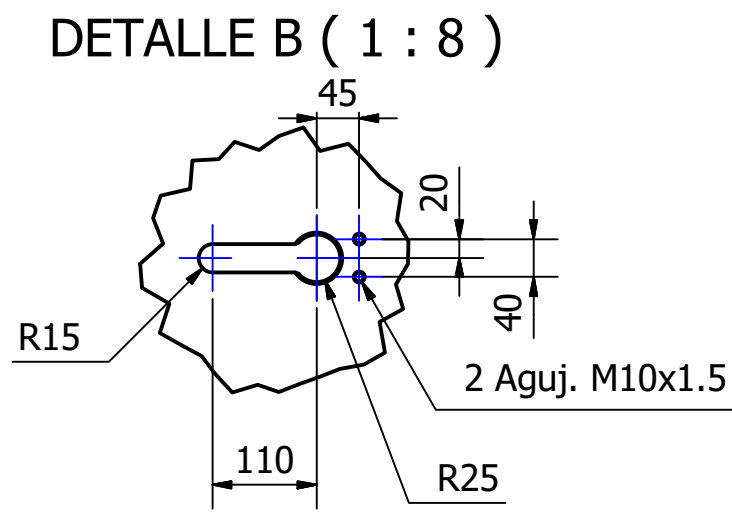
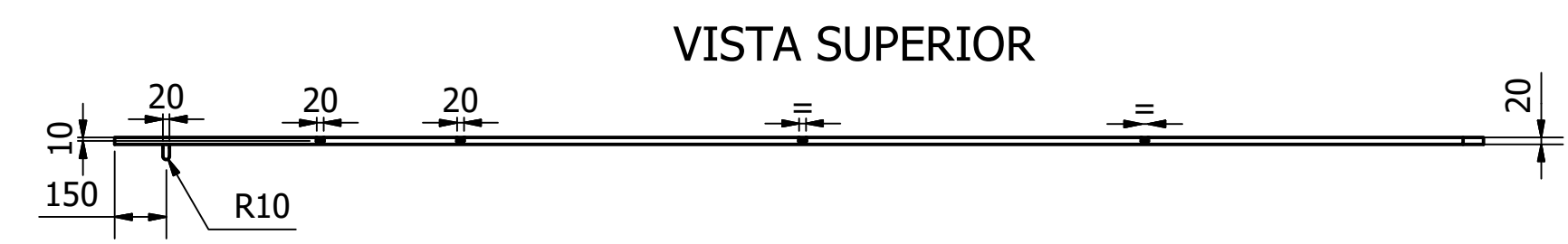
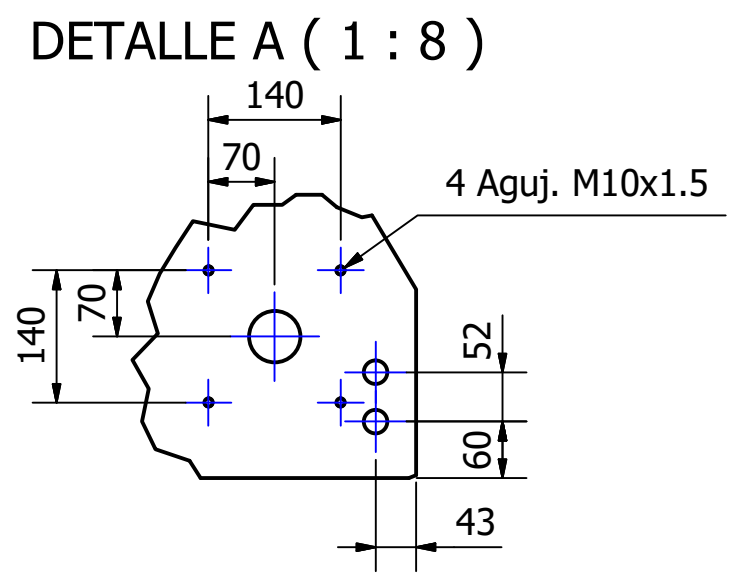
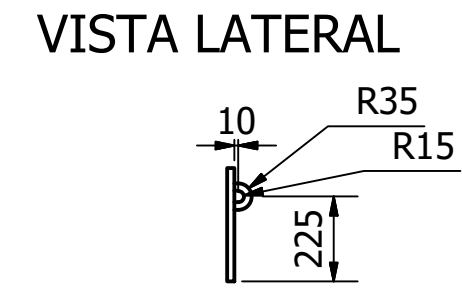
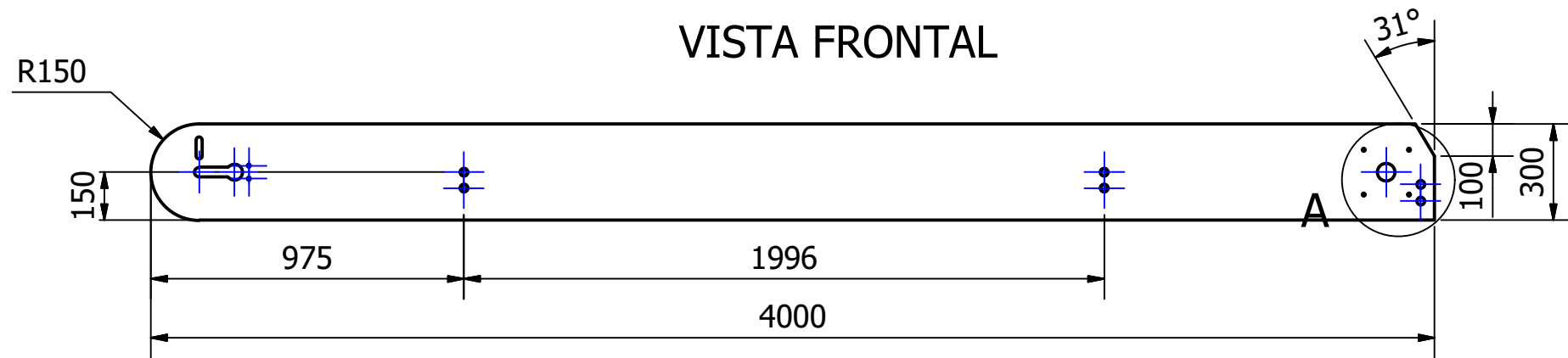
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de conjunto
Revisado			Pieza: Cinta T. inclinada	
Aprobado				Código: ES-002
Observaciones:	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  <p align="center">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Material:
	1:25			Tratamiento Térmico:
	Tolerancias: ISO 2768 - c			

VISTA ISOMETRICA



2	1	Soporte I izquierdo	EM-02-004
1	1	Soporte I derecho	EM-02-003
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

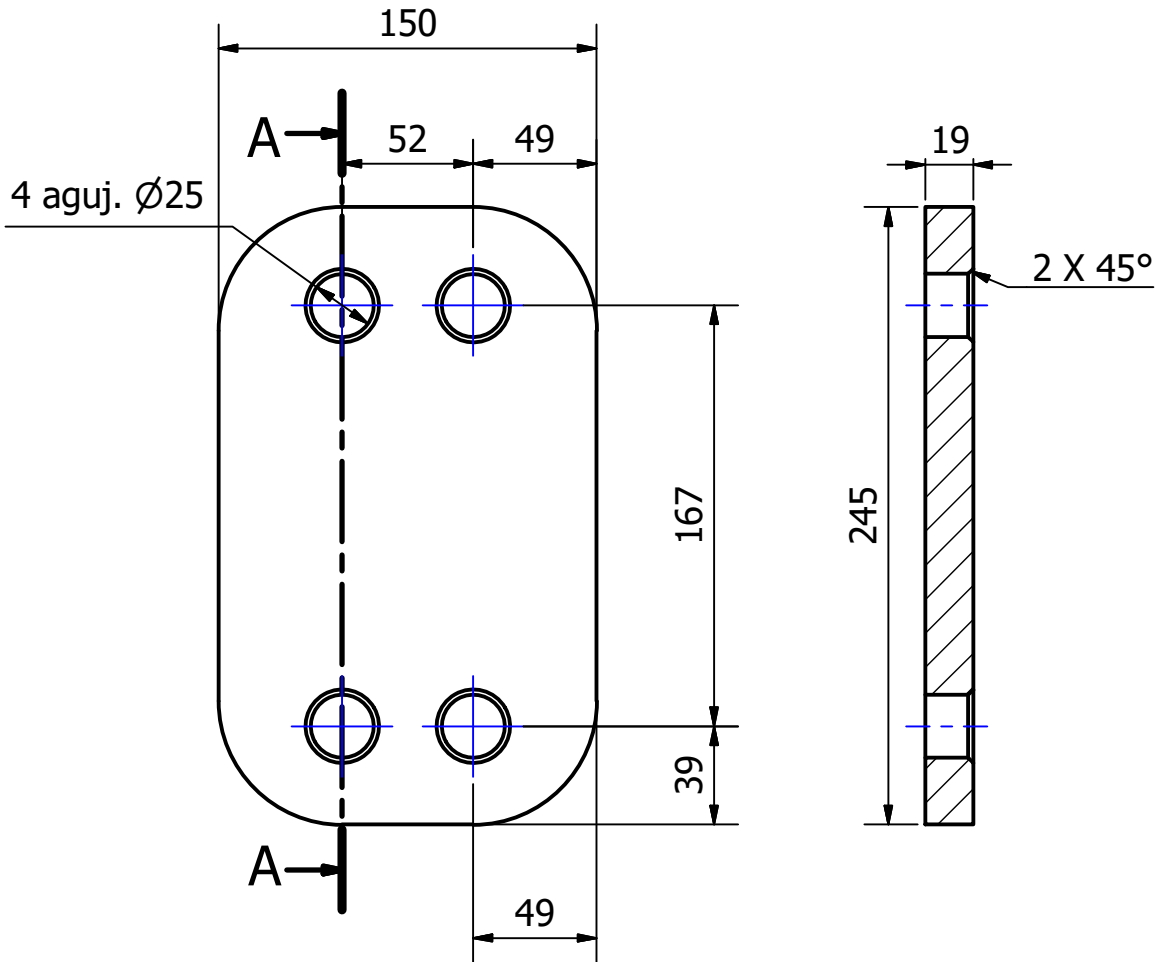
NO MEDIR SOBRE EL PLANO		Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Dibujado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte I	
Observaciones:	Revisado				Código: ES-009
	Aprobado				Material:
	Escala: 1:30	PROYECTO FINAL			Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias:				



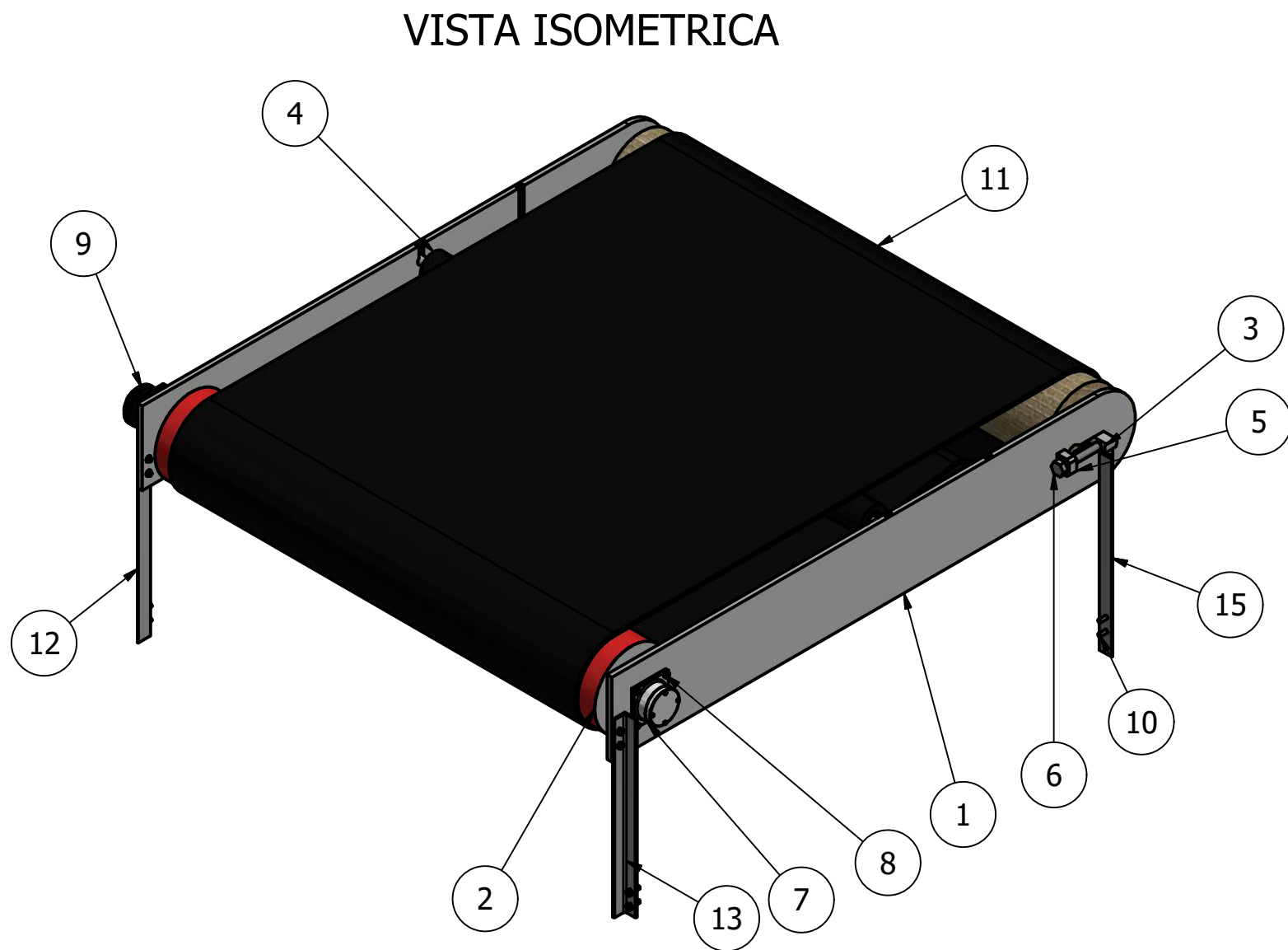
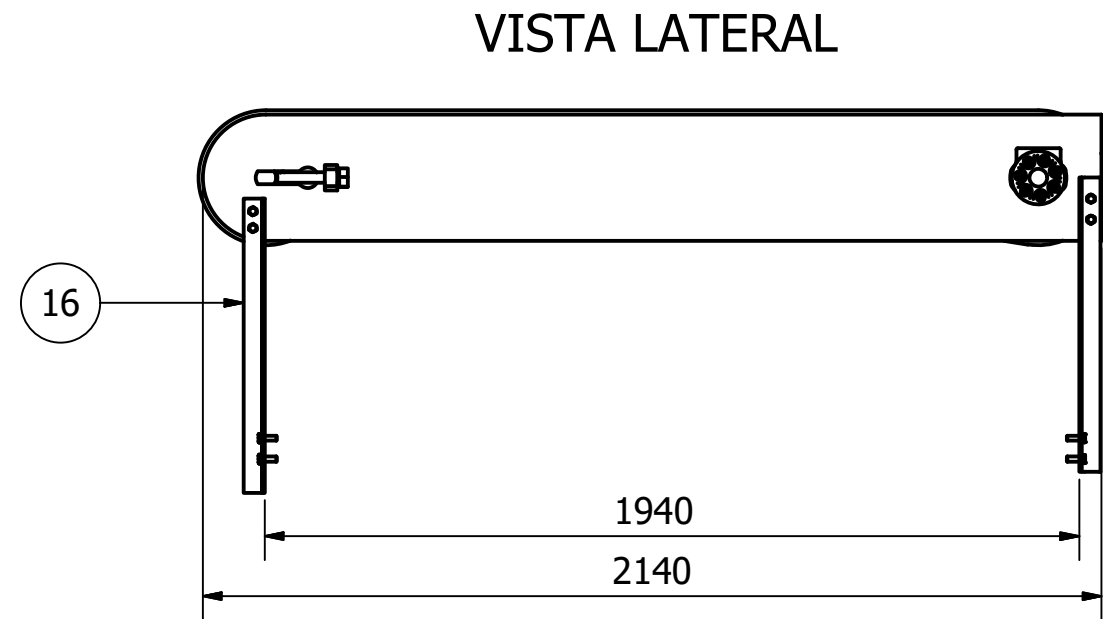
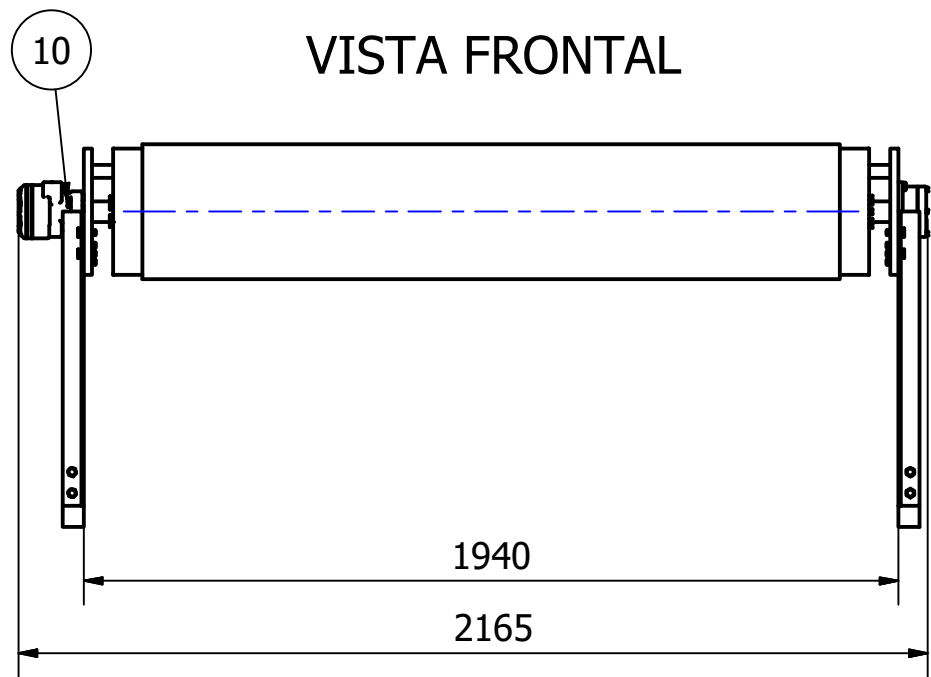
NO MEDIR SOBRE EL PLANO		Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Observaciones:	Dibujado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte I izquierdo	Plano de pieza
	Revisado				
	Aprobado				
	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  <p align="center">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Código: EM-02-004
Tolerancias:	Material: Acero SAE 1010 (F24)				
ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:				

VISTA FRONTAL

SECCION A-A (1 : 3)

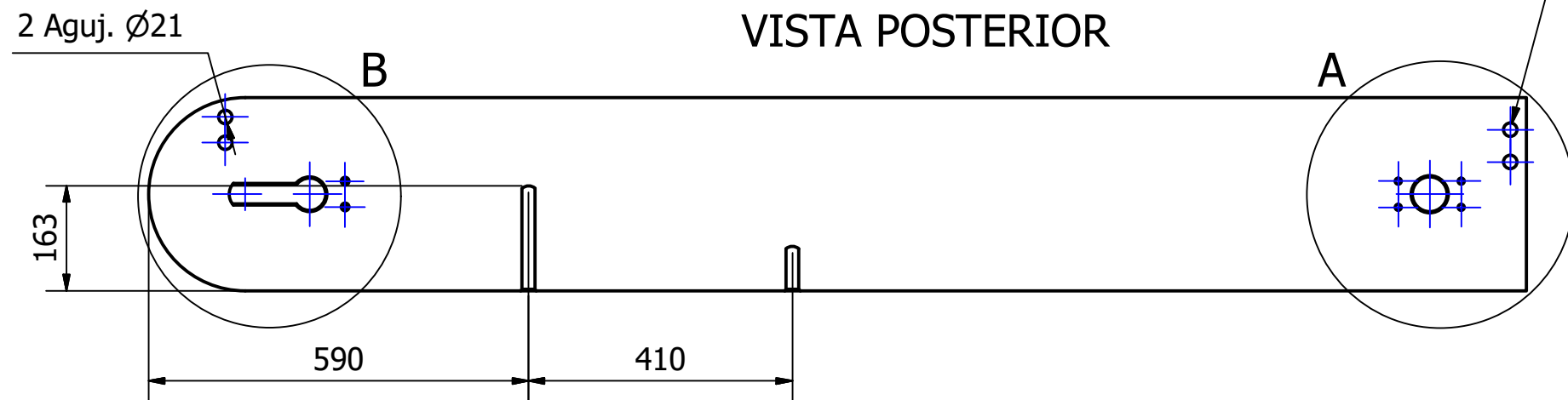
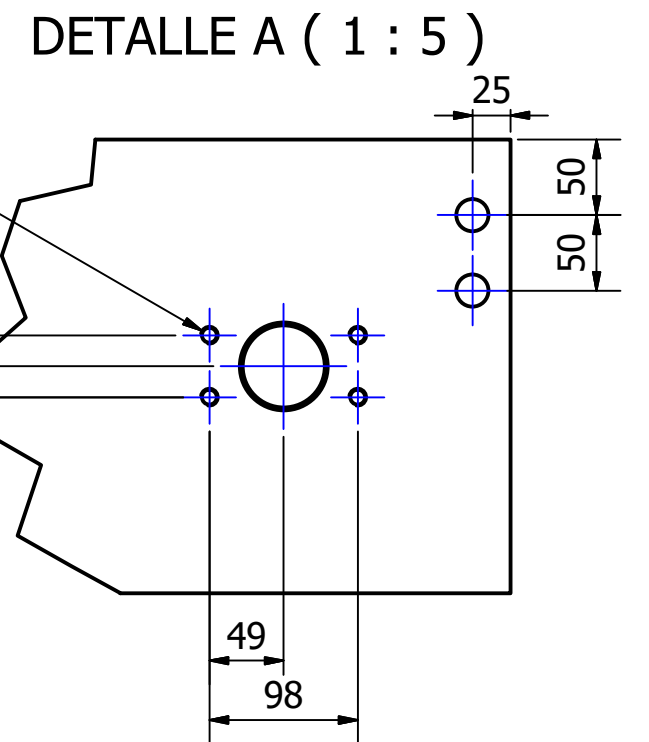
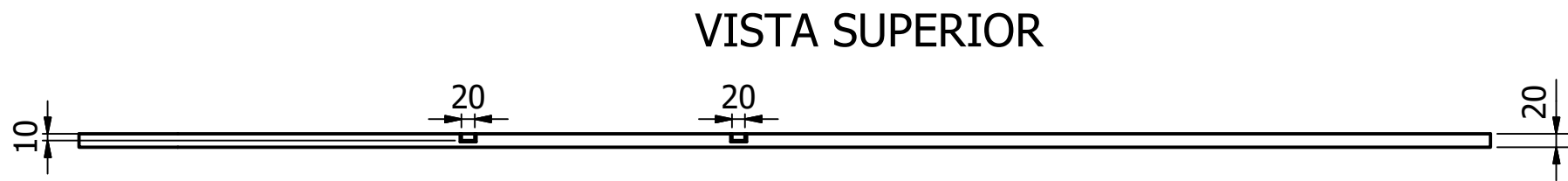
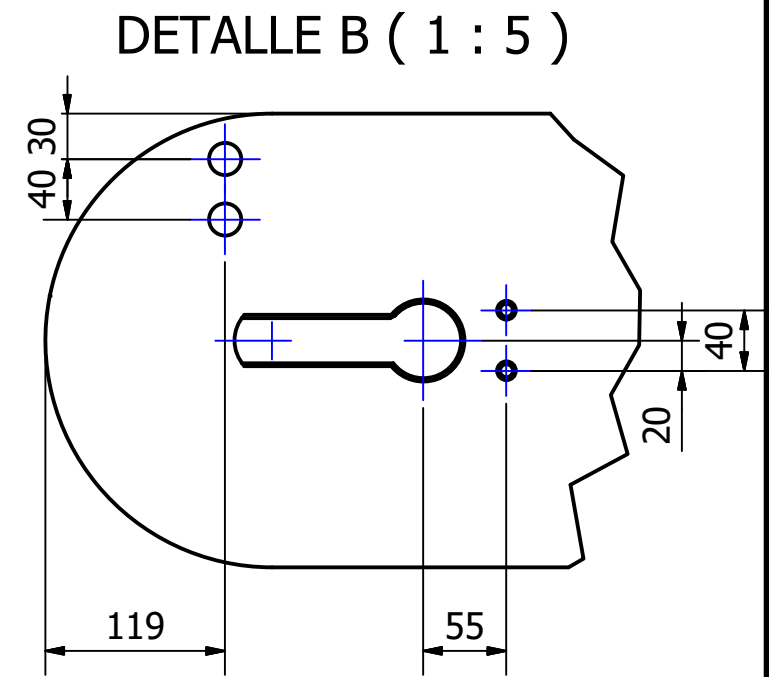
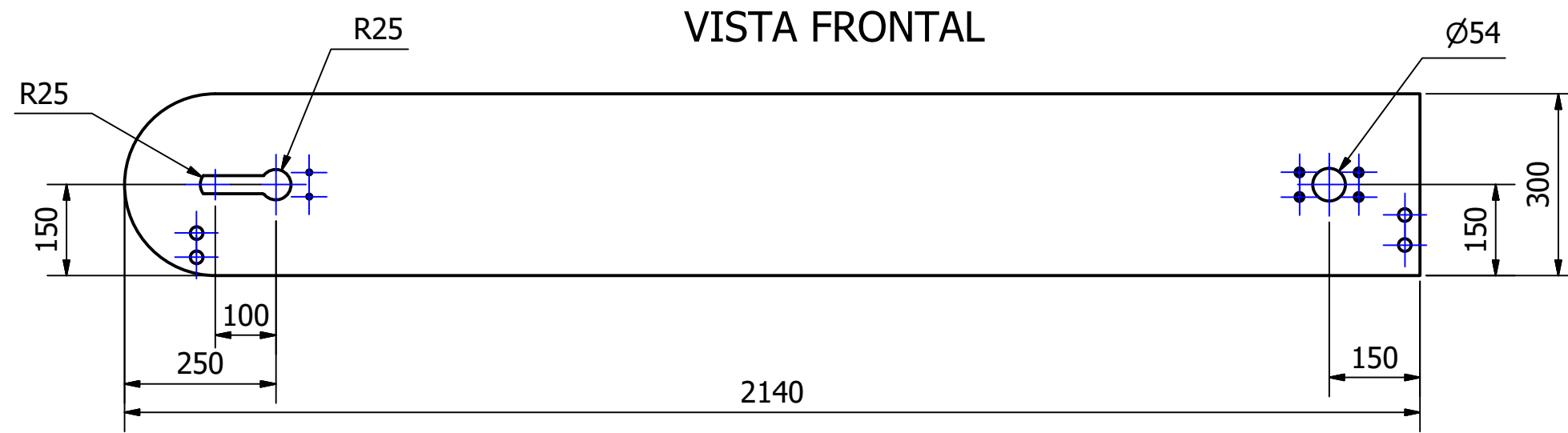


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Placa de unión	
Observaciones:	Revisado			Código: EM-04-001
	Aprobado			Material: Acero SAE 1010 (F24)
	Escala: 1:3	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
	Tolerancias: ISO 2768 - m			



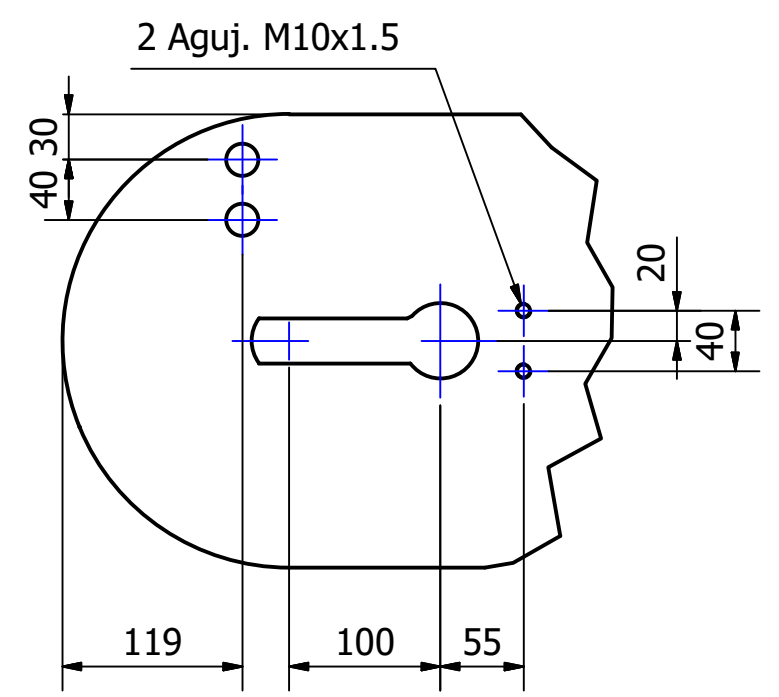
16	1	Porta soporte M(4)	EM-01-004
15	1	Porta soporte M(3)	EM-01-003
13	1	Porta soporte M(2)	EM-01-002
12	2	Porta soporte M(1)	EM-01-001
11	1	Banda M	EC-08-003
10	20	Bulón M12 x 1.75 - L=35	EC-07-005
9	1	Motor hidraulico M	EC-10-003
8	4	Bulón M10 x 1.5 - L=20	EC-07-003
7	1	Soporte eje tambor motriz	ES-008
6	2	Perno rodillo tensor	EC-07-002
5	2	Soporte rodillo tensor	EM-04-003
4	2	Rodillo portante armado	ES-007
3	1	Rodillo tensor armado	ES-005
2	1	Tambor motriz armado	ES-006
1	1	Soporte M	ES-010
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de conjunto
Observaciones:	Revisado		Pieza: Cinta T. Magnetizada	
	Aprobado			Código: ES-003
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Material:
	1:18			Tratamiento Térmico:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			

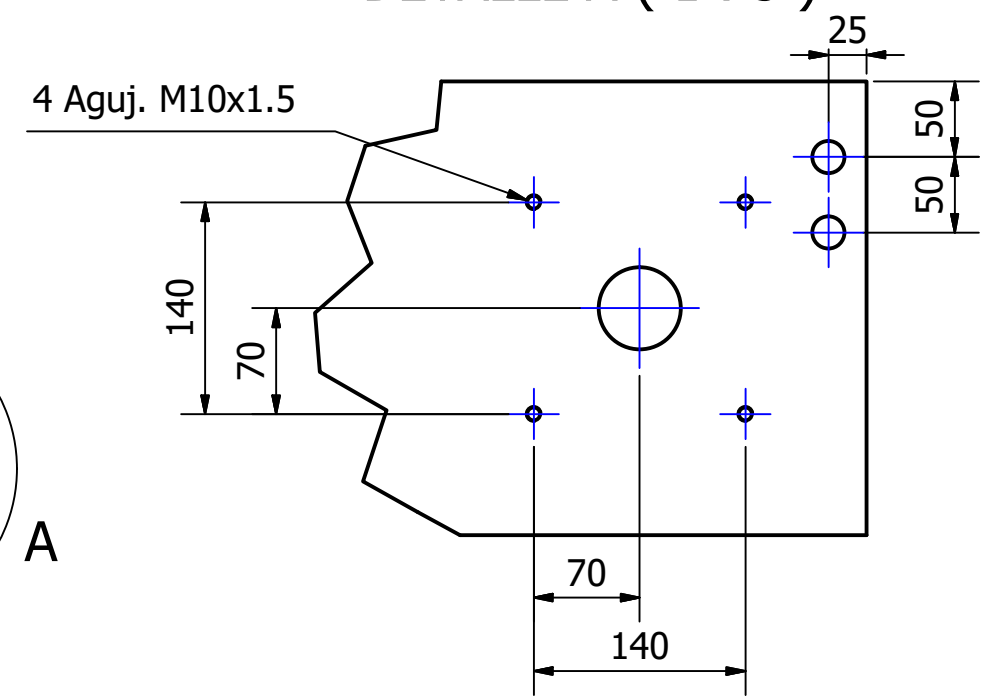


NO MEDIR SOBRE EL PLANO		Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Observaciones:	Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de pieza
	Revisado			Pieza: Soporte M izquierdo	
	Aprobado				
	Escala:	1:10			Código: EM-02-008
				Material: Acero SAE 1010 (F24)	
	Tolerancias: ISO 2768 - m			<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 	
				Tratamiento Térmico:	

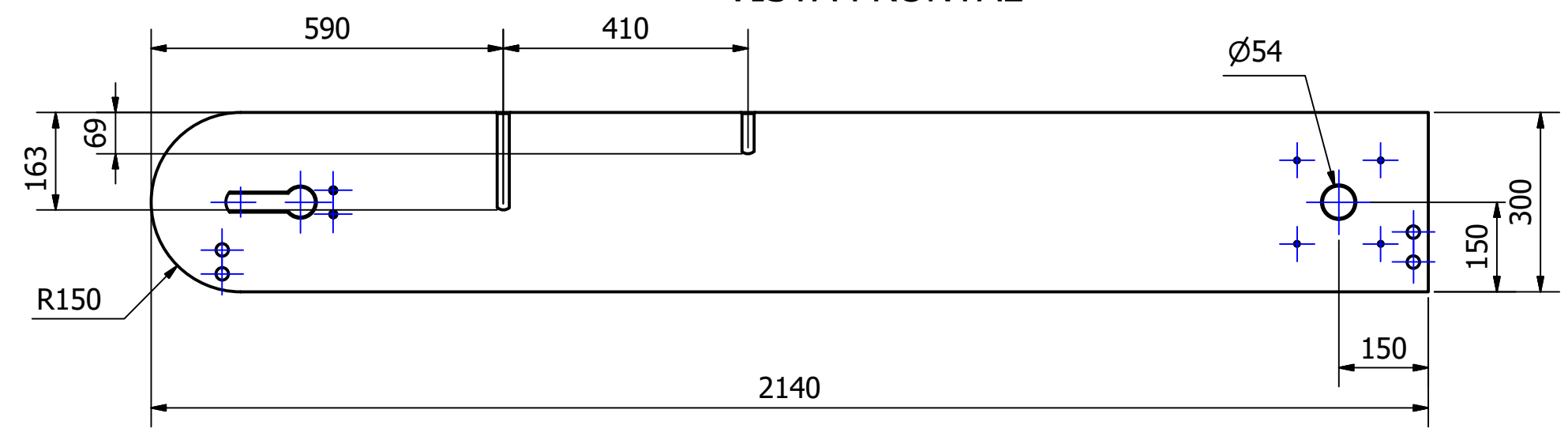
DETALLE B (1 : 5)



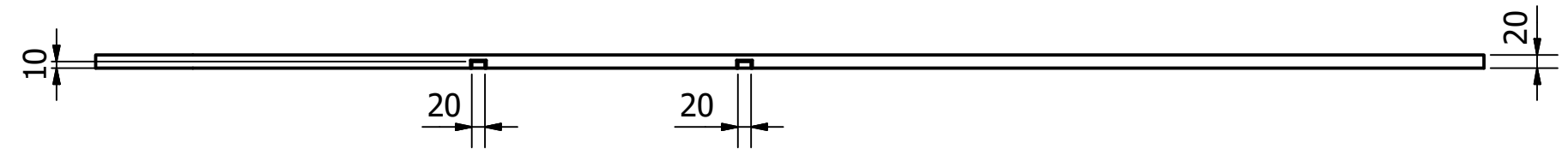
DETALLE A (1 : 5)



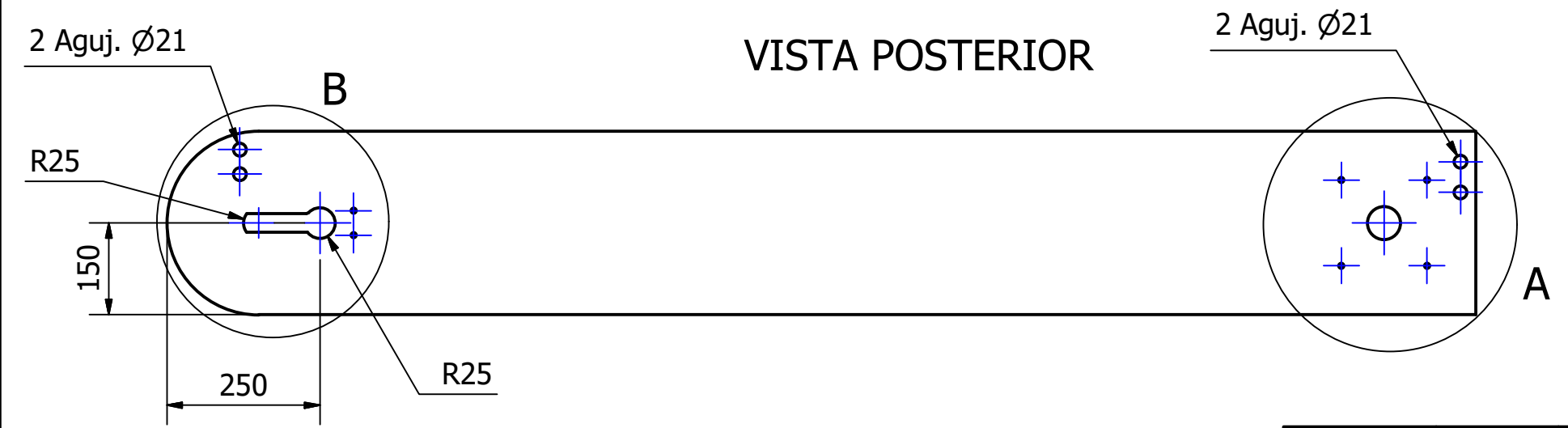
VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

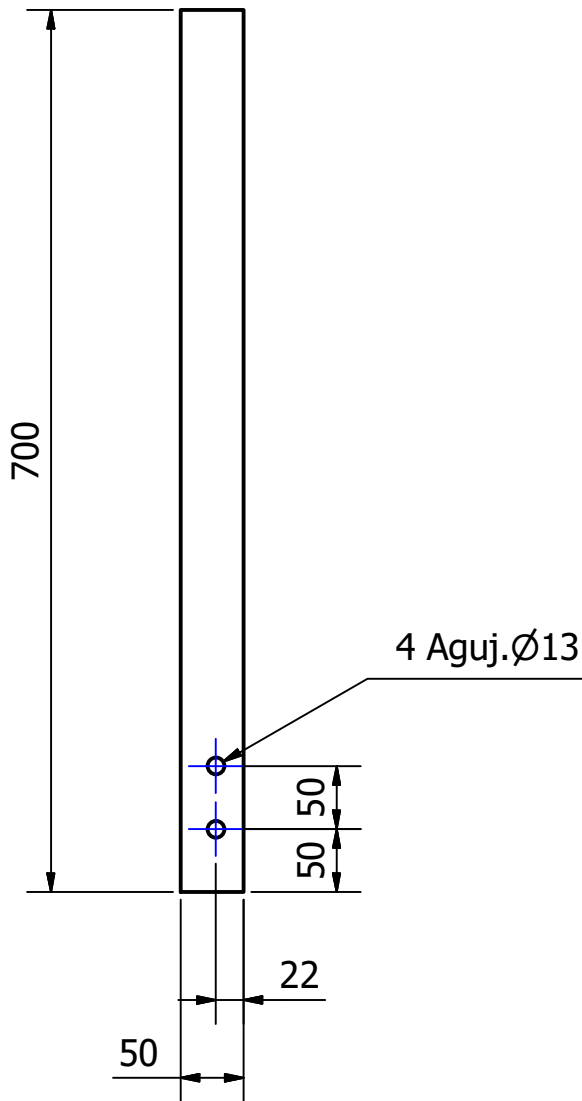


VISTA POSTERIOR

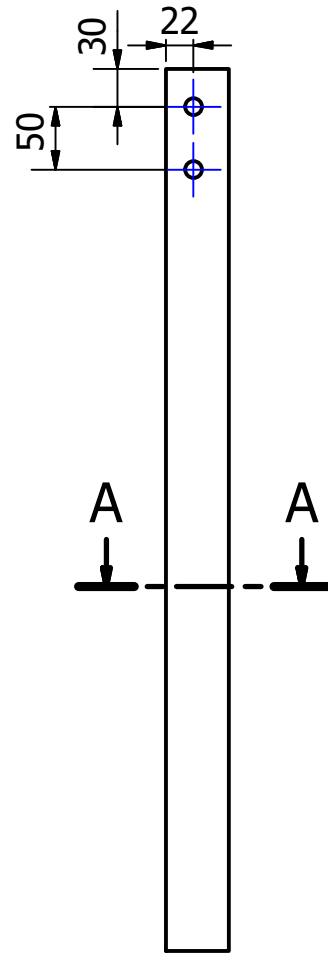


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte M derecho	Plano de pieza
	Aprobado				
	Escala:	1:10			Código: EM-02-007
Tolerancias:	ISO 2768 - m			Material: Acero SAE 1010 (F24)	Tratamiento Térmico:
PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA					

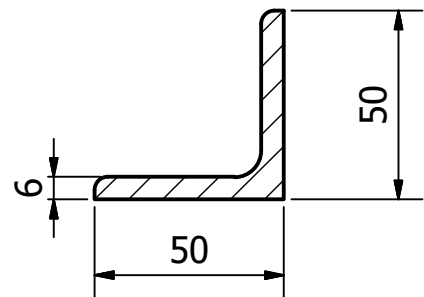
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

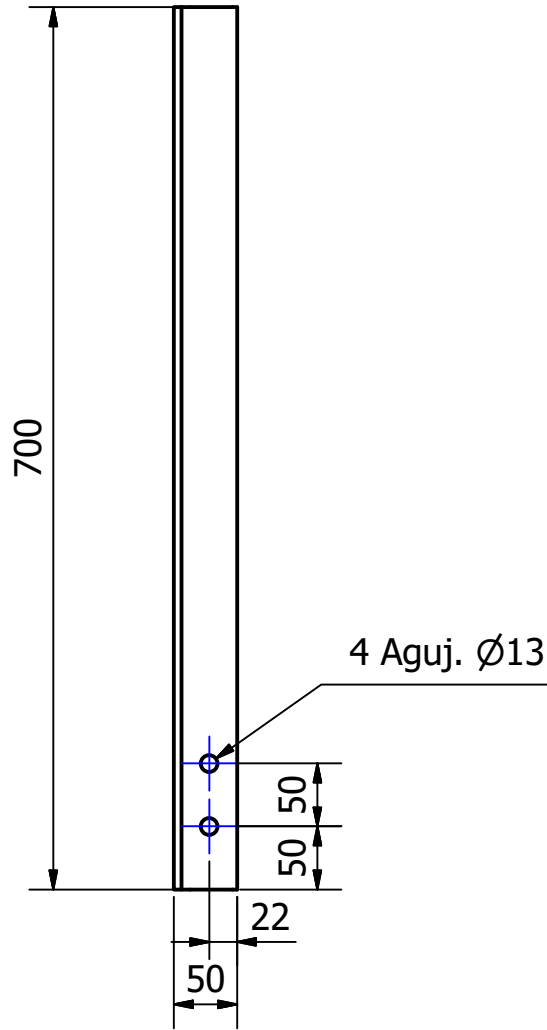


SECCION A-A (1:2)

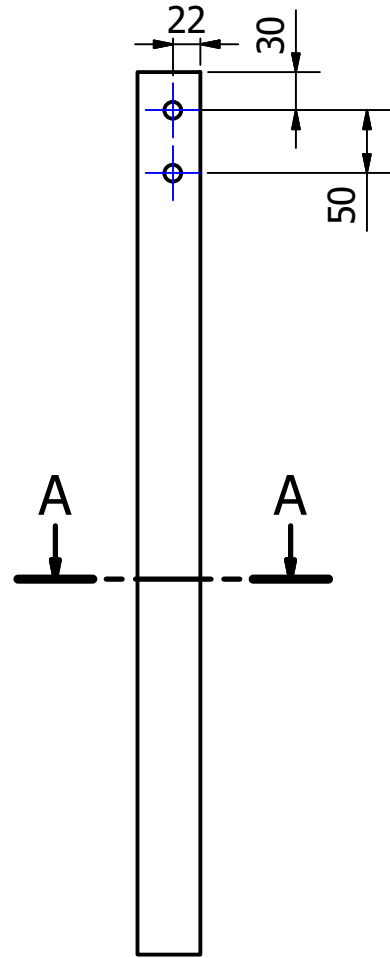


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Porta soporte M(1)	
Observaciones:	Aprobado				Código: EM-01-001
Perfil L50x50x6	Escala: 1:6	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero SAE 1010 (F24)
					Tratamiento Térmico:
	Tolerancias: ISO 2768 - m				

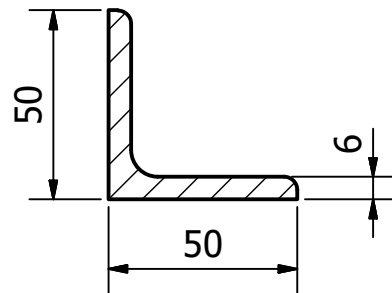
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

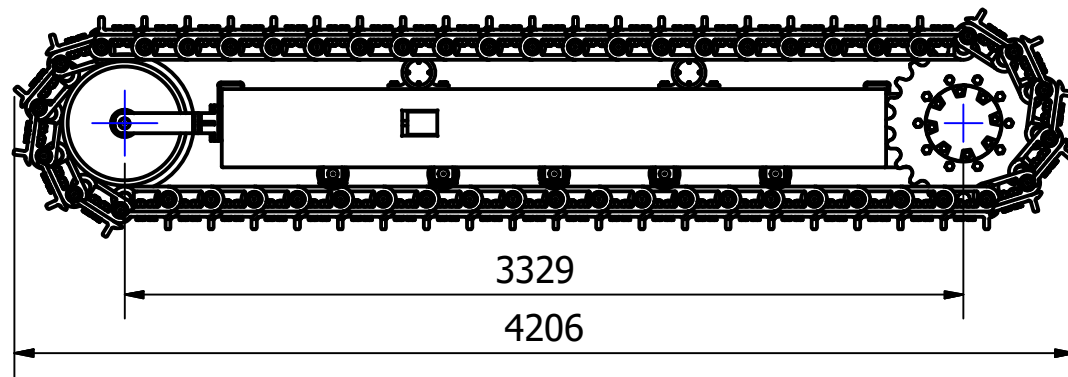


DETALLE A-A (1:2)

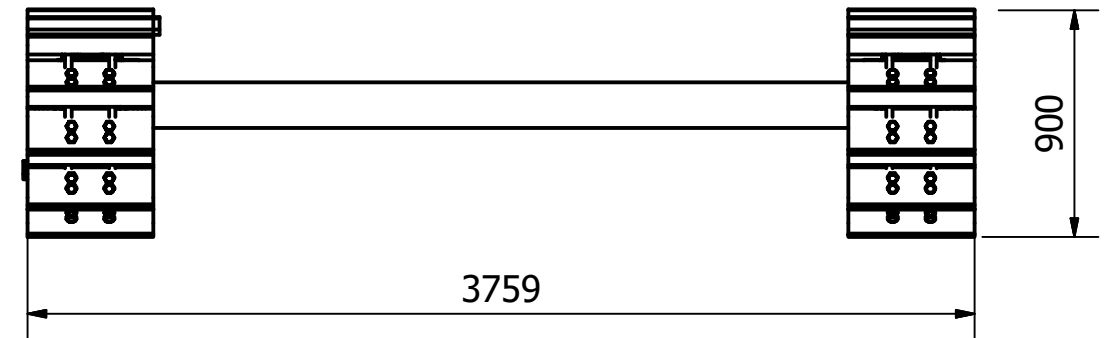


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Porta soporte M(2)	Plano de pieza
	Aprobado			
Perfil L50x50x6	Escala:	<h2>PROYECTO FINAL</h2>  <p>Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Código: EM-01-002
	1:6			Material: Acero SAE 1010 (F24)
				Tratamiento Térmico:
	Tolerancias: ISO 2768 -m			

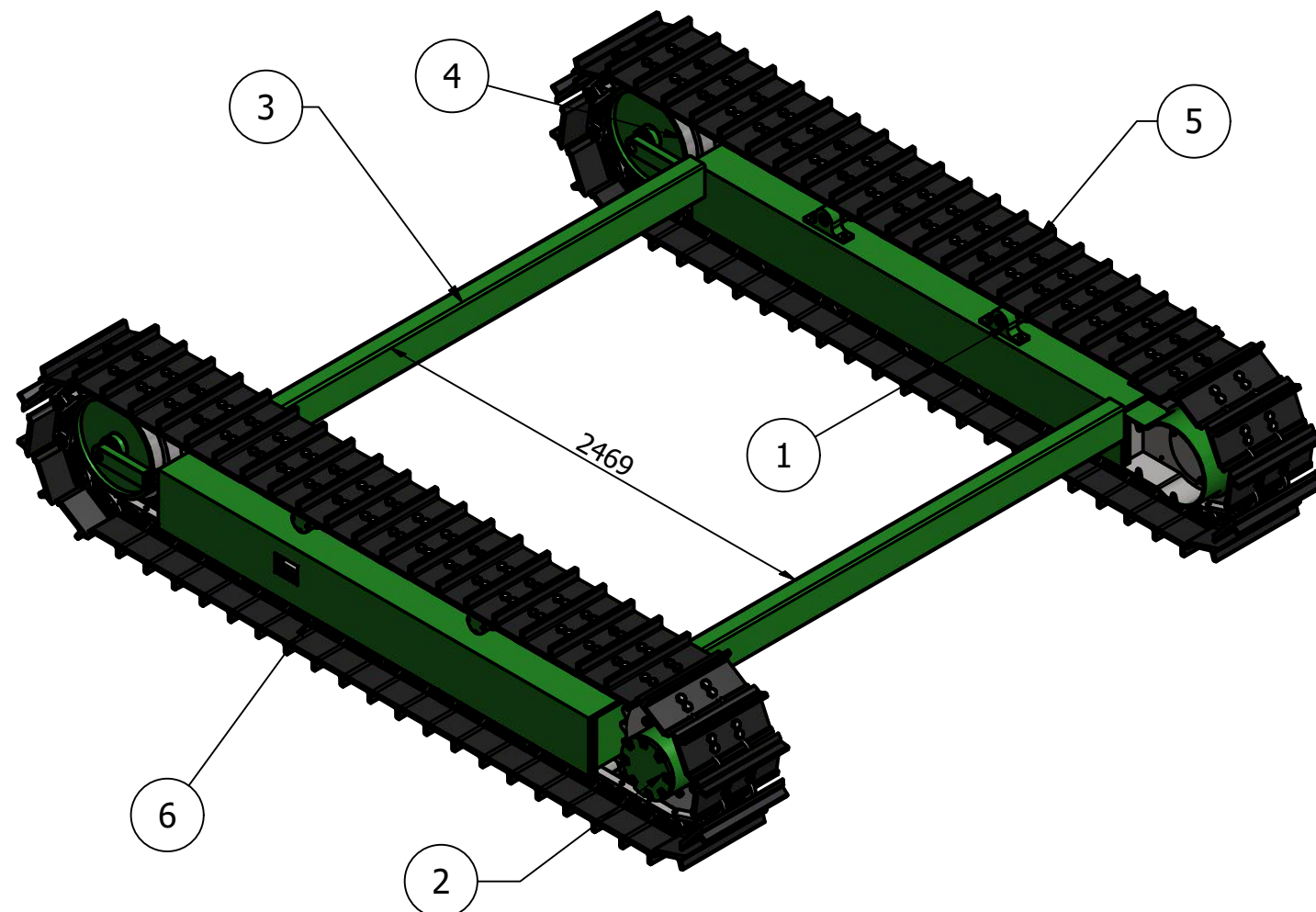
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

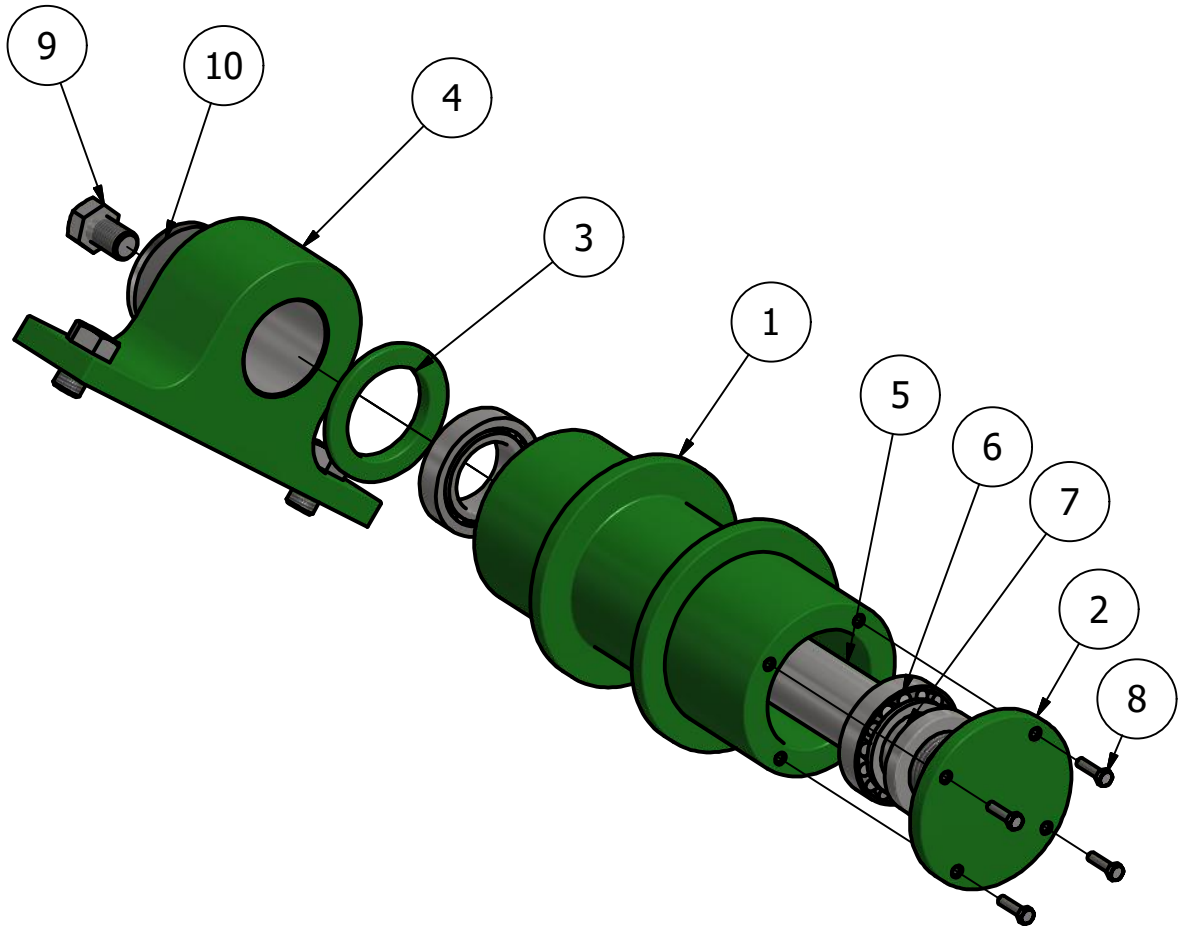


VISTA ISOMETRICA



6	10	Rodillo Inferior	FS-002
5	100	Eslabon completo	FS-005
4	2	Rueda guia completa	FS-004
3	1	Bastidor completo	FS-006
2	2	Rueda motriz completa	FS-003
1	4	Rodillo Superior	FS-001
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

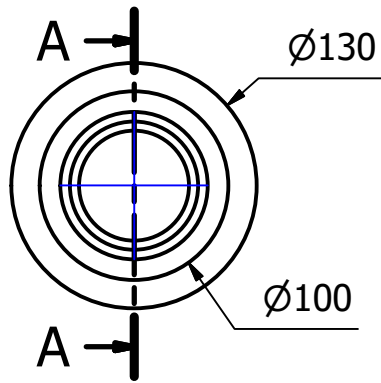
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de conjunto
Observaciones:	Revisado		Pieza: Plano de conjunto	
	Aprobado			Código:
	Escala:			Material:
	1:30			Tratamiento Térmico:
	Tolerancias:			
	ISO 2768 -m			
PROYECTO FINAL				



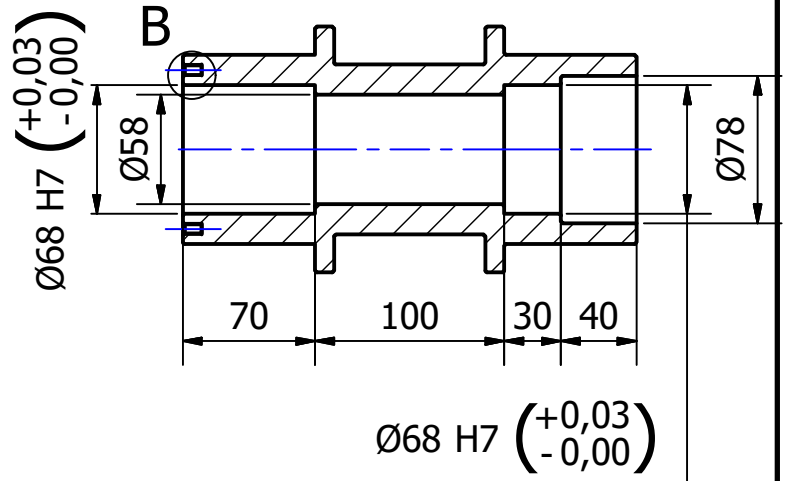
10	1	Arandela retención	FM-02-001
9	3	Bulón hexagonal M16 x 2 - L= 25	FC-07-002
8	4	Bulón hexagonal M5 x 0.8 - L=20	FC-07-001
7	1	anillo de ajuste rodillo superior	FC-05-002
6	2	Rodamientos SKF 32008 XC_P5	FC-05-001
5	1	Eje rodillo superior	FM-03-001
4	1	Soporte rodillo superior	FM-04-004
3	1	Tapa 2 rodillo superior	FM-04-003
2	1	Tapa rodillo superior	FM-04-002
1	1	Rodillo superior	FM-04-001
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Rodillo superior	
	Escala: 1:4	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Código: FS-001
					Material:
	Tolerancias:	Tratamiento Térmico:			

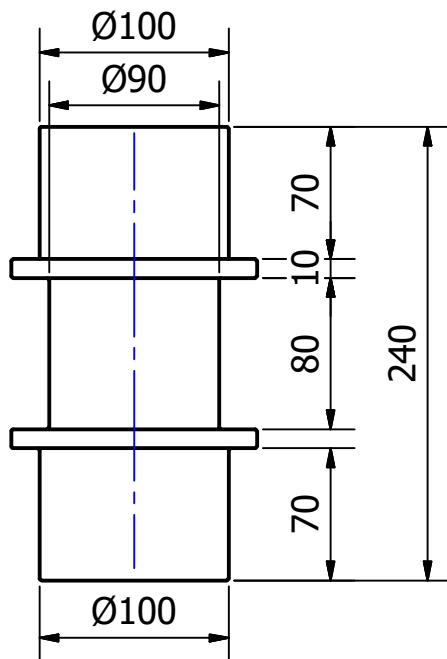
VISTA FRONTAL



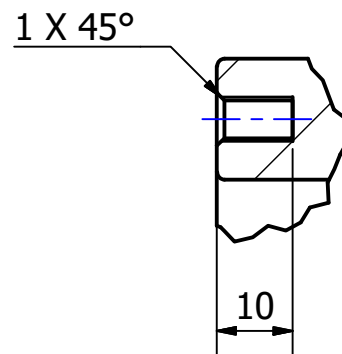
SECCION A-A (1 : 4)



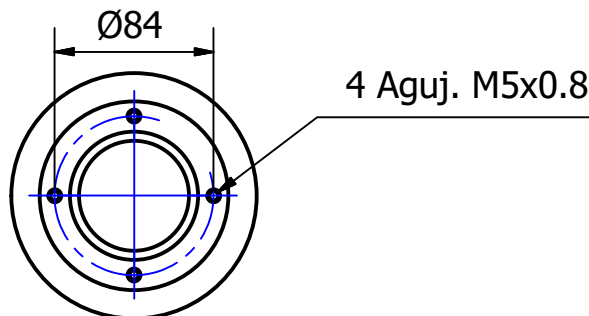
VISTA SUPERIOR



DETALLE B (1 : 1)

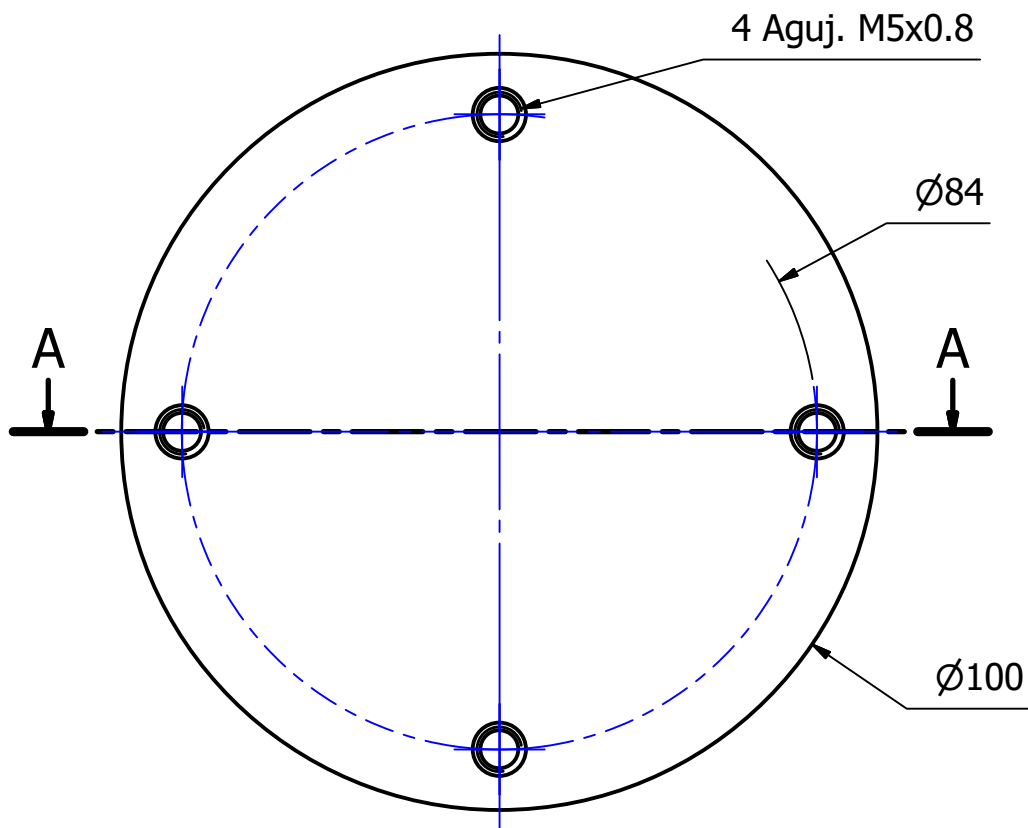


VISTA POSTERIOR

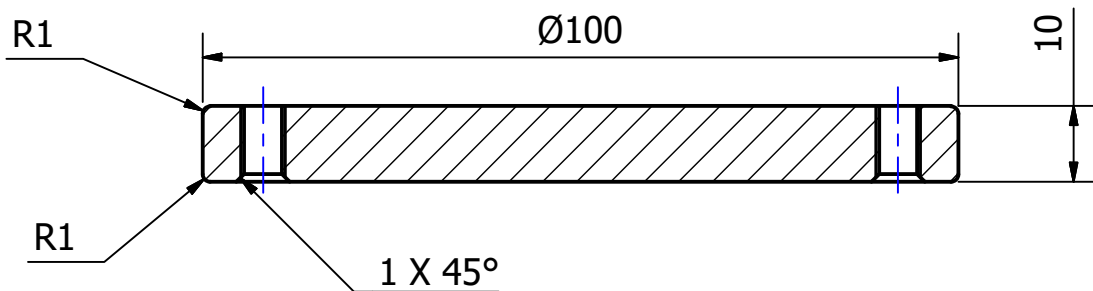


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Rodillo superior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-001
	Escala: 1:4	PROYECTO FINAL 			Material: Aleacion de acero al boro
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

VISTA FRONTAL

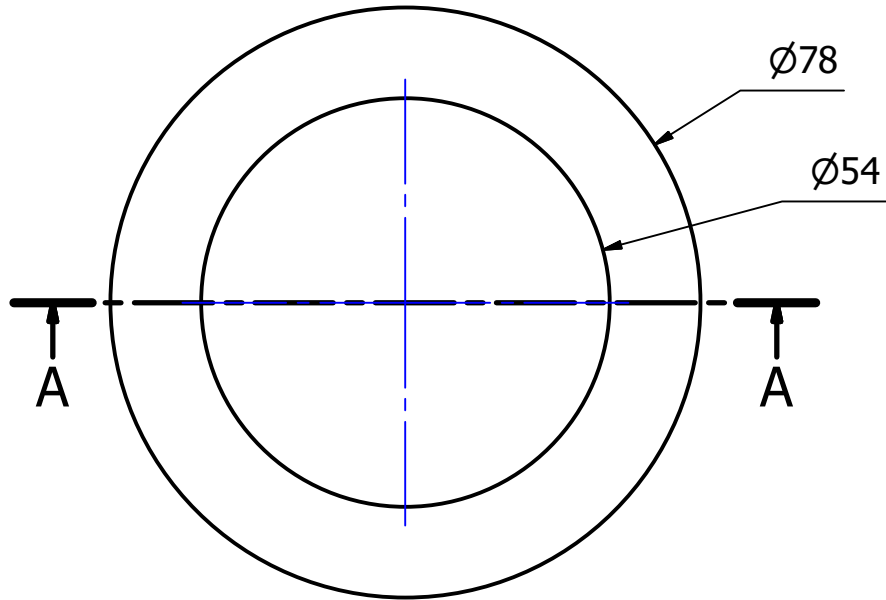


SECCION A-A (1 : 1)

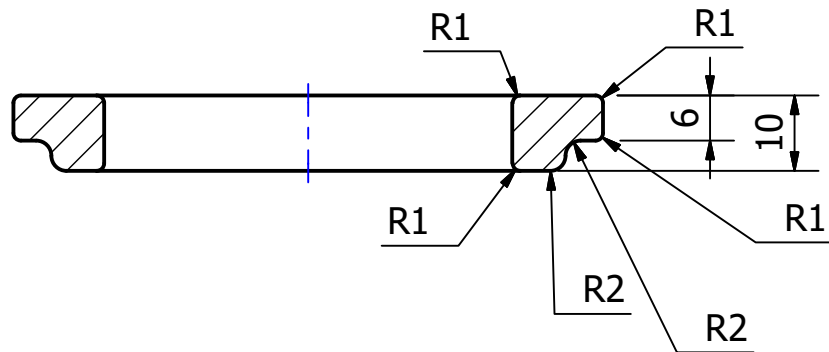


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza	
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Tapa rodillo superior		
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-002	
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARÍA			Material: Aleación de acero al boro	
	Tolerancias:					Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m					

VISTA POSTERIOR



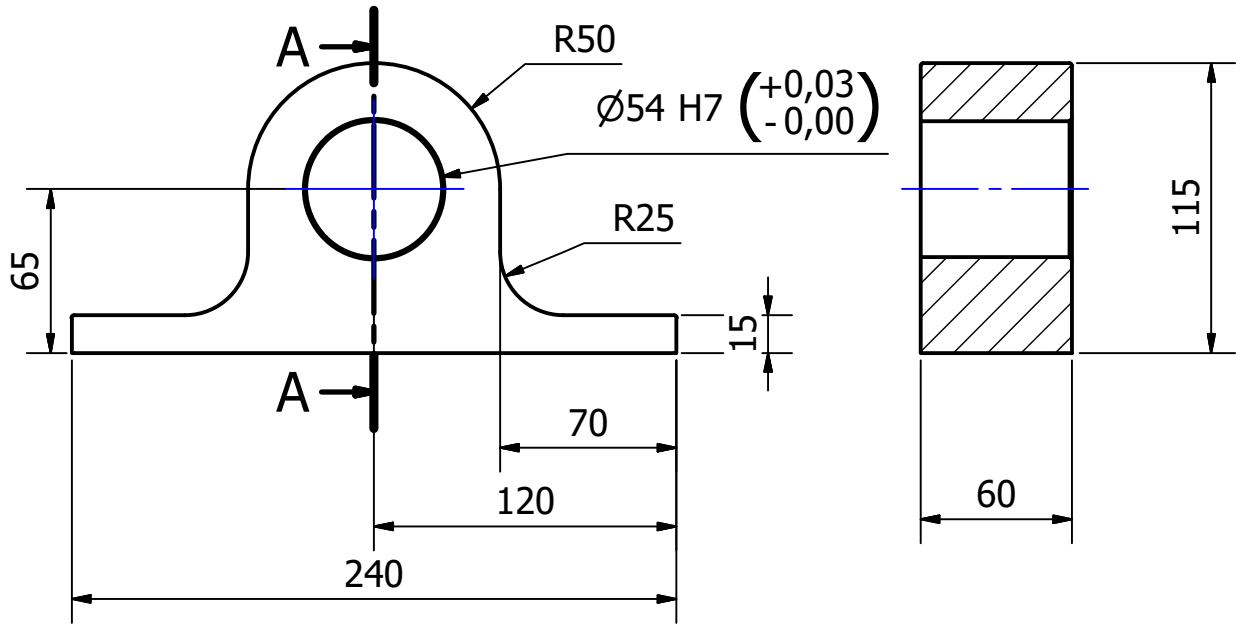
SECCION A-A (1 : 1)



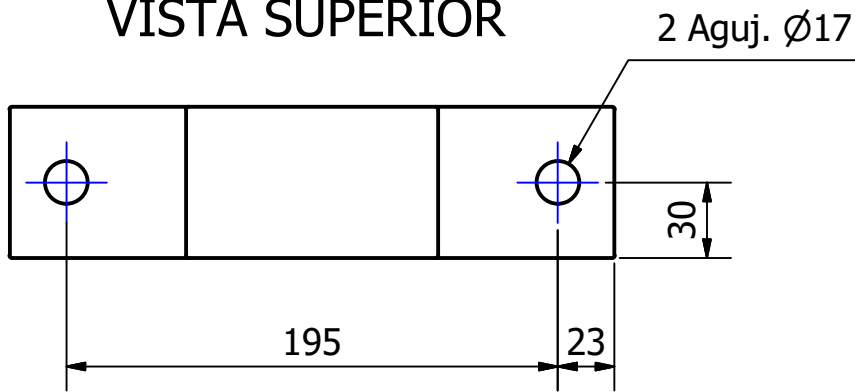
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Tapa 2 rodillo superior	Código: FM-04-003
	Aprobado			
	Escala: 1:1	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Material: Aleación de acero al boro
 Tolerancias: ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:			

VISTA FRONTAL

SECCION A-A (1 : 3)

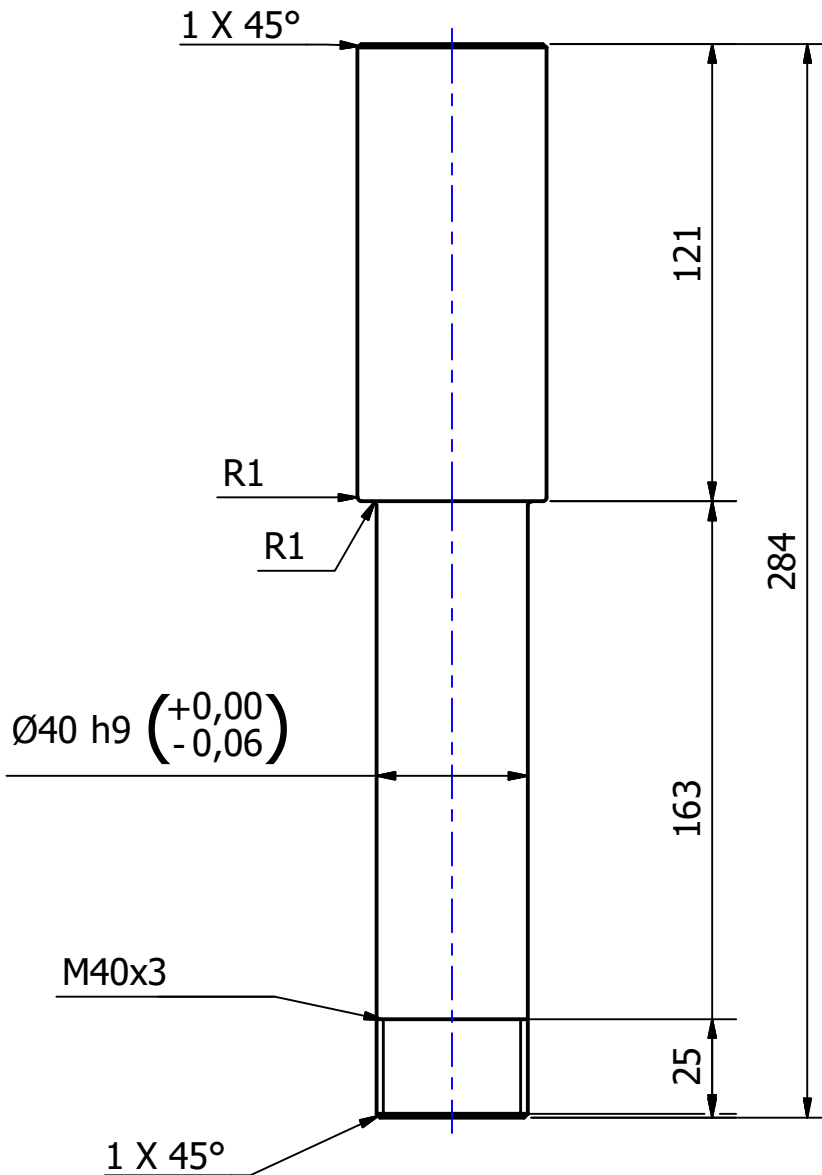


VISTA SUPERIOR

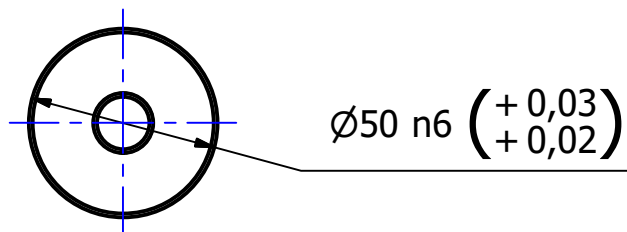


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte rodillo superior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-004
	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Aleación de acero al boro
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

VISTA FRONTAL

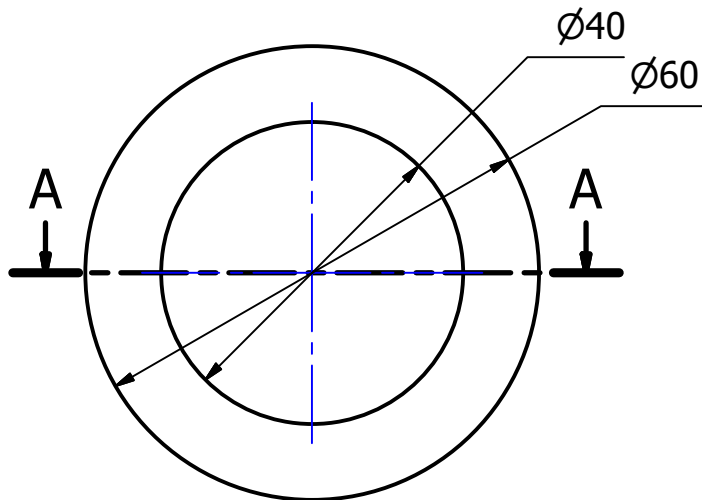


VISTA SUPERIOR

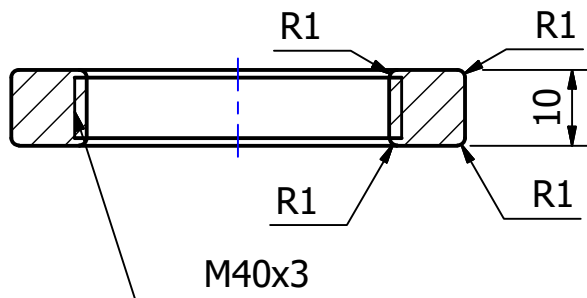


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Eje rodillo superior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-03-001
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero SAE 1045
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

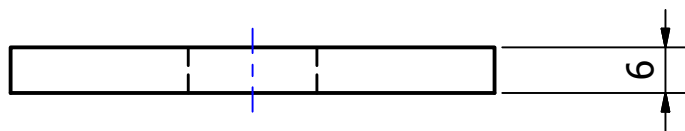
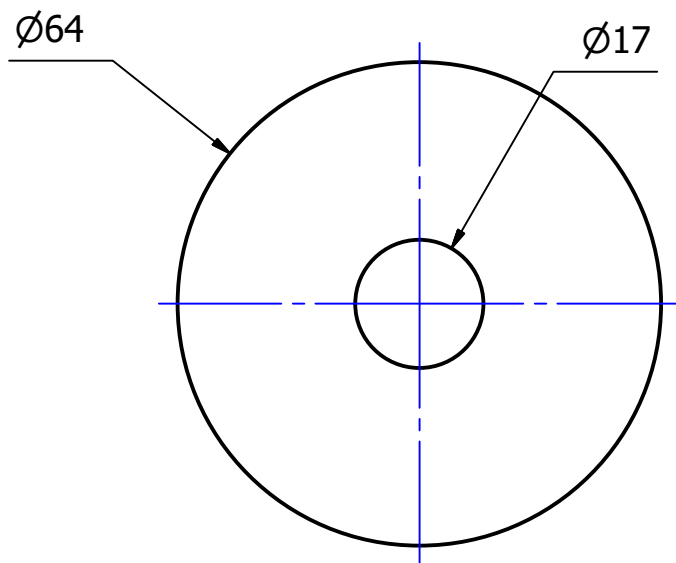
VISTA FRONTAL




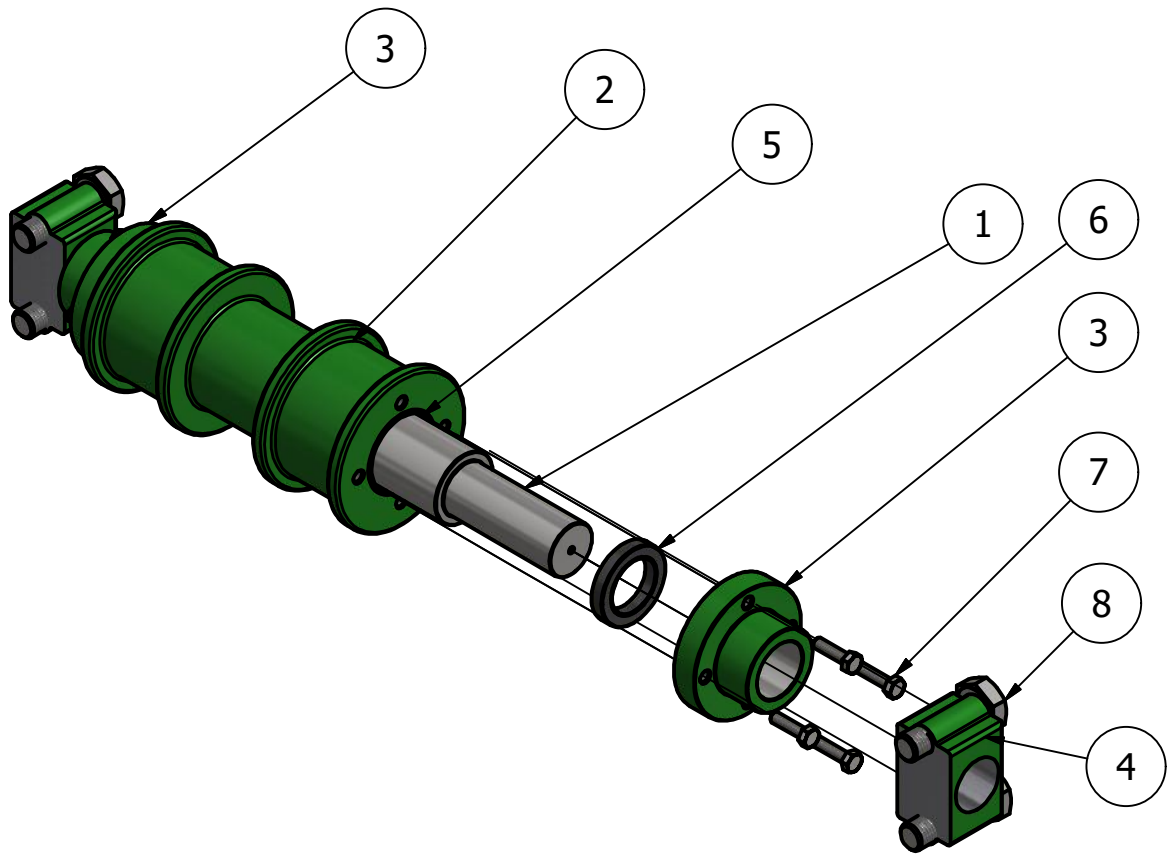
SECCION A-A (1 : 1)



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Anillo de ajuste rodillo superior	
	Aprobado			
	Escala: 1:1	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: FC-06-001
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			Material: Acero inox AISI 304
				Tratamiento Térmico:



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza	
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Arandela retención		
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-02-001	
	Escala: 1:1	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero SAE 1010	
					Tolerancias: ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:

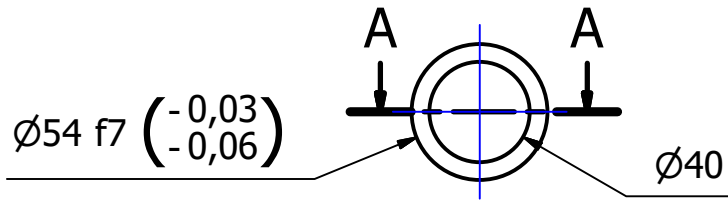


8	4	Bulón hexagonal M20 x 2,5 -L= 65	FC-07-004
7	8	Bulón hexagonal M8 x 1.25 - L=30	FC-07-003
6	2	Sello rodillo inferior	FM-06-003
5	1	Buje rodillo inferior	FM-06-002
4	2	soporte rodillo inferior	FM-04-007
3	2	Tapa rodillo inferior	FM-04-006
2	1	Rodillo inferior	FM-04-005
1	1	Eje rodillo inferior	FM-03-002

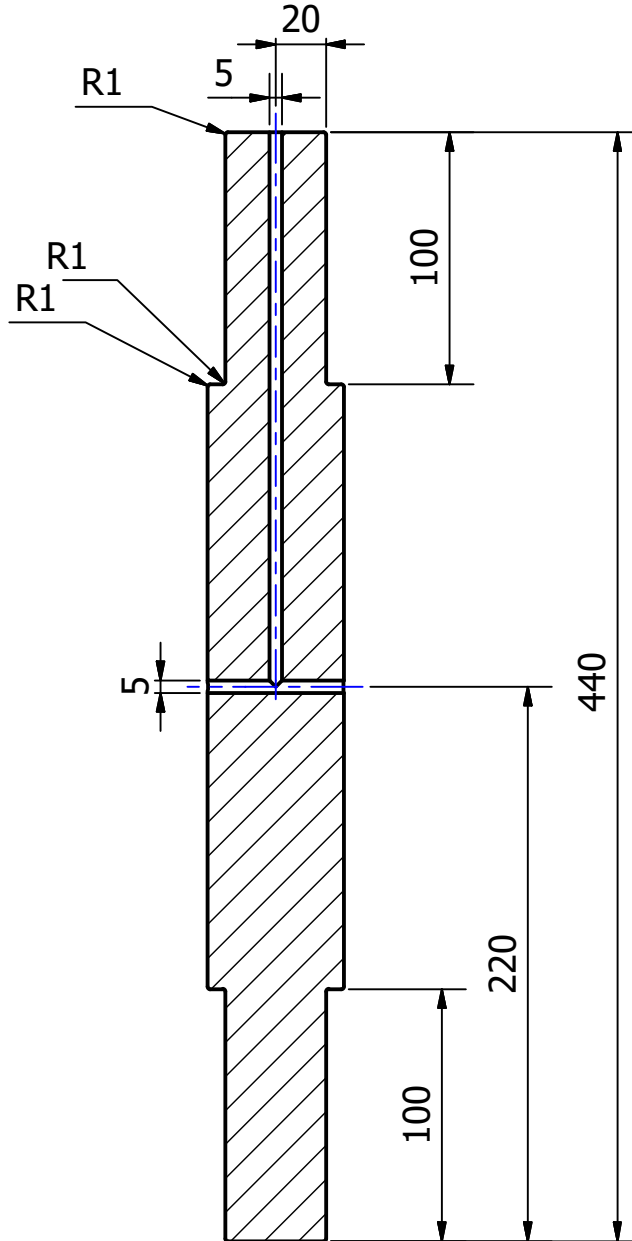
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO
----------	-------	-----------------	--------

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Rodillo inferior completo	
	Escala: 1:5	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  <p align="center">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Código: FS-002
					
	Tolerancias:			Tratamiento Térmico:	

VISTA FRONTAL

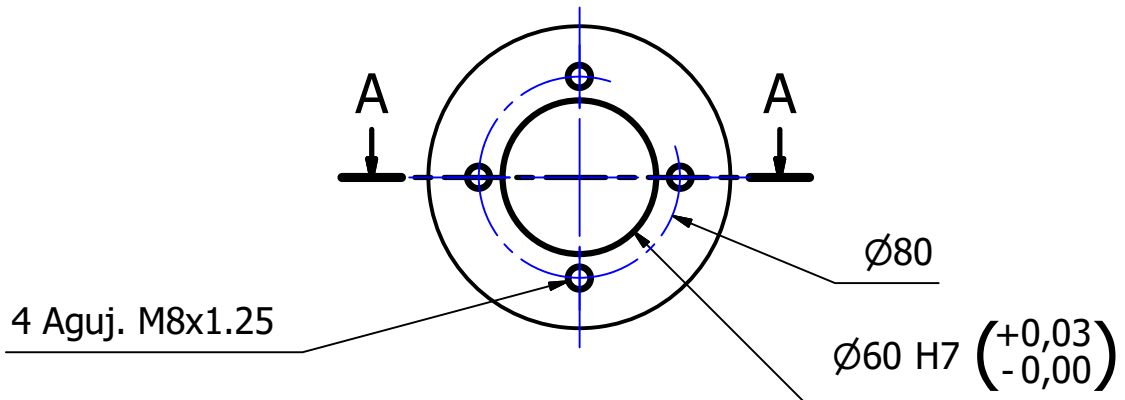


SECCION A-A (1:3)

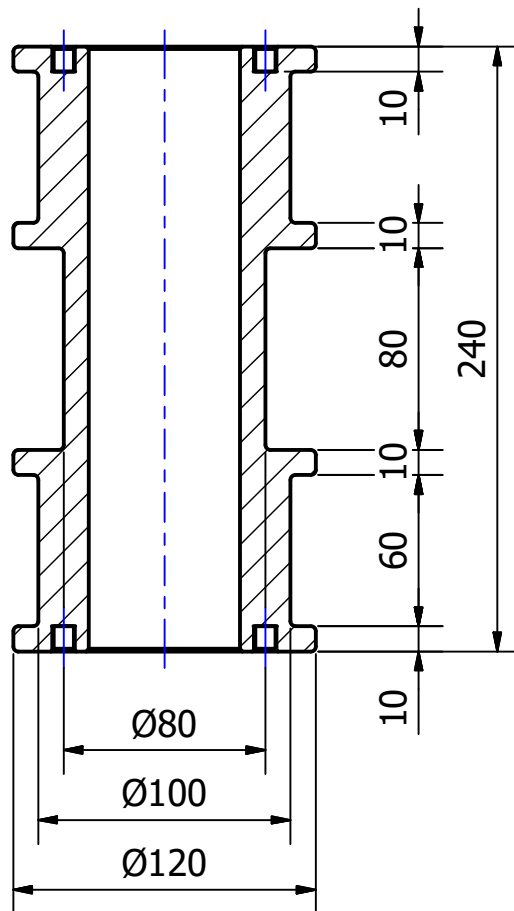


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Eje rodillo inferior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-03-002
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero SAE 1045
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

VISTA FRONTAL

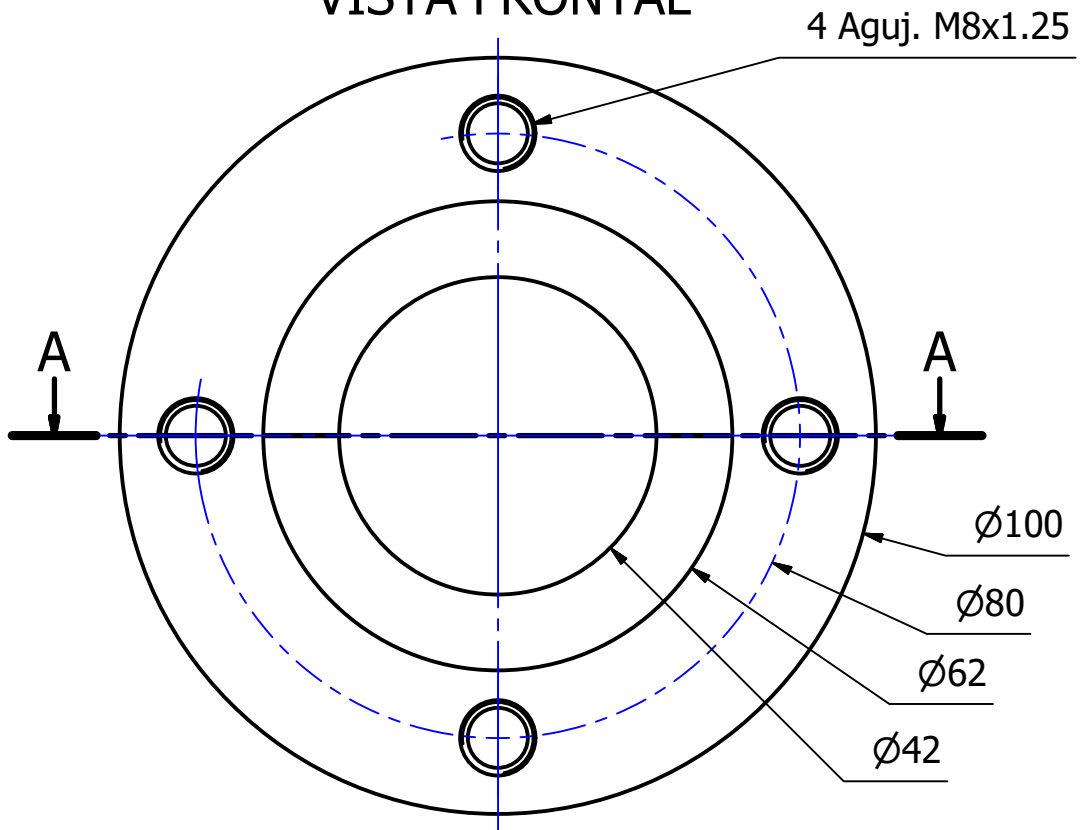


SECCION A-A (1 : 3)

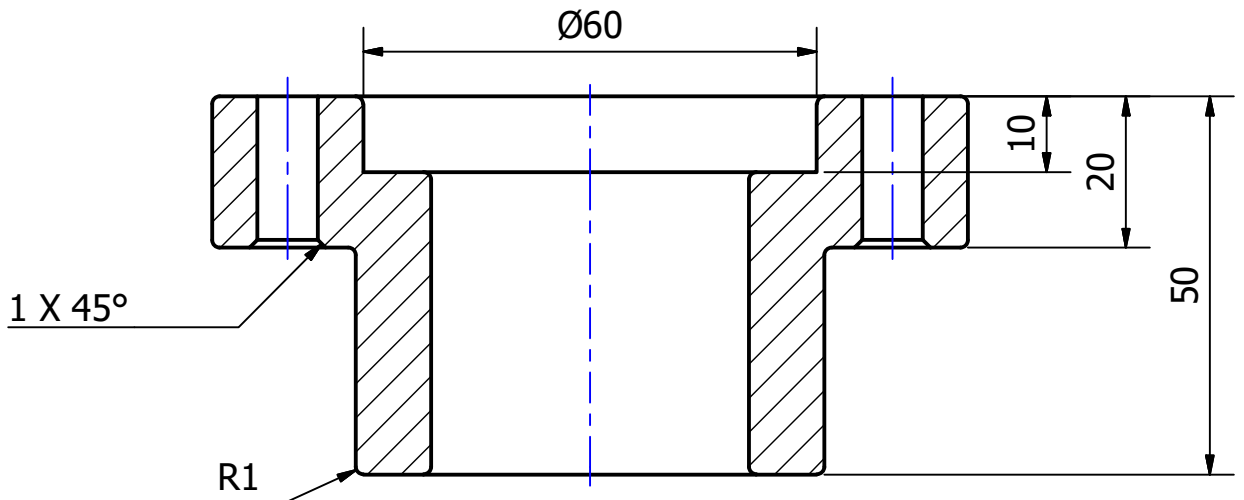


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Rodillo inferior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-005
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Material: Aleacion de acero y boro
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

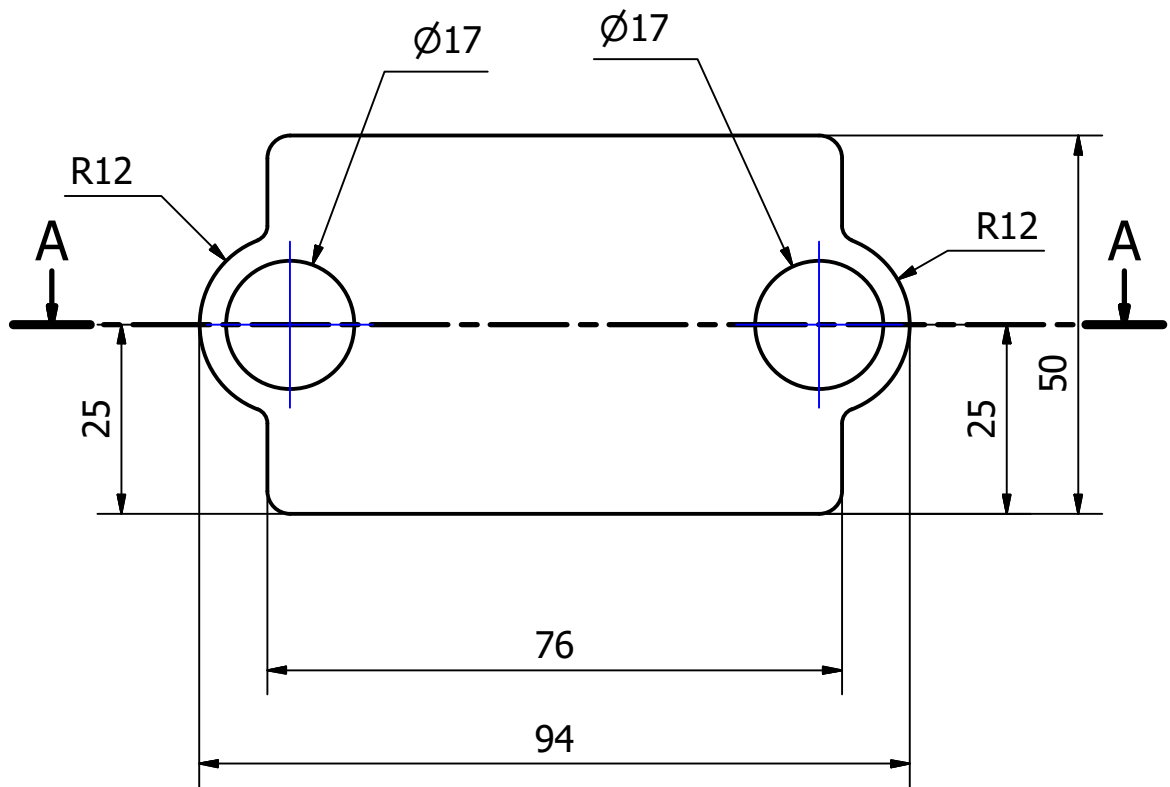
VISTA FRONTAL



SECCION A-A (1 : 1)

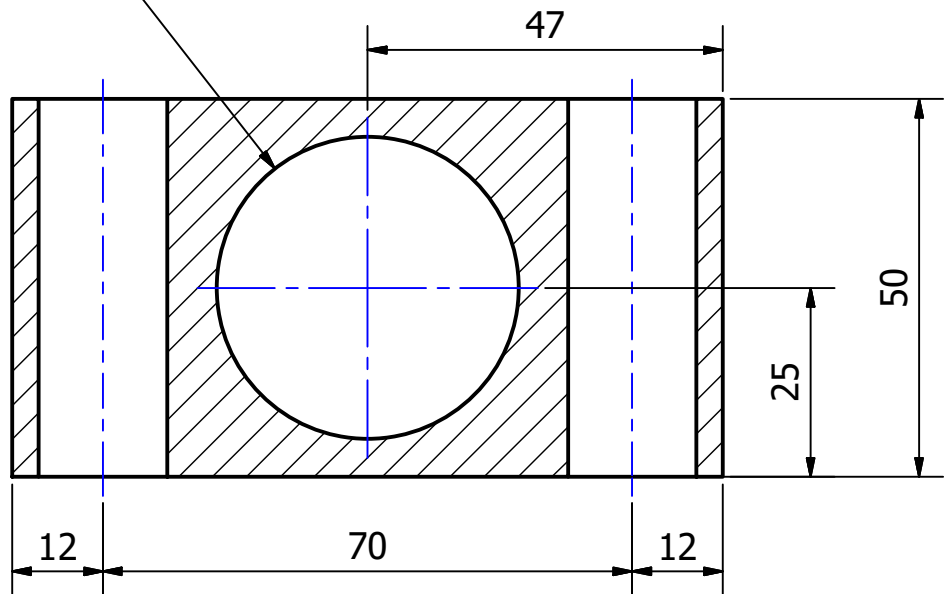


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Tapa de rodillo inferior	
Observaciones: Todos los empalmes son del mismo radio	Aprobado				Código: FM-04-006
	Escala:	<h2>PROYECTO FINAL</h2>  <p>Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>			Material: Acero SAE 1010
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				



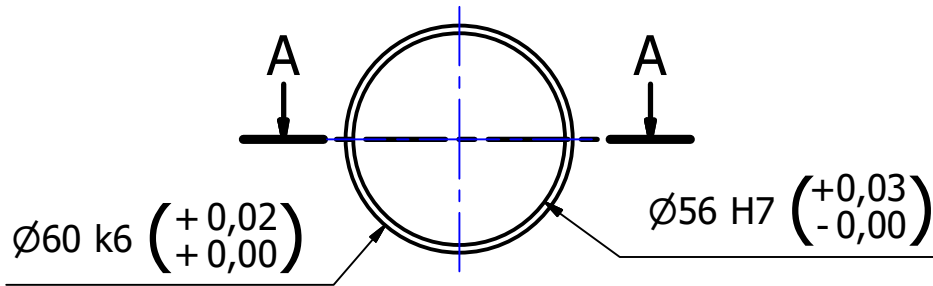
Ø40 Pasante

A-A (1 : 1)

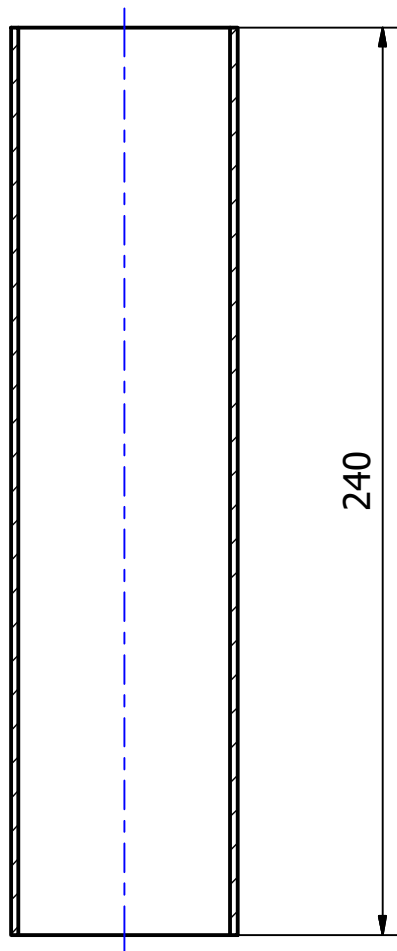


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Soporte rodillo inferior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-007
	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero SAE 1010
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

VISTA FRONTAL

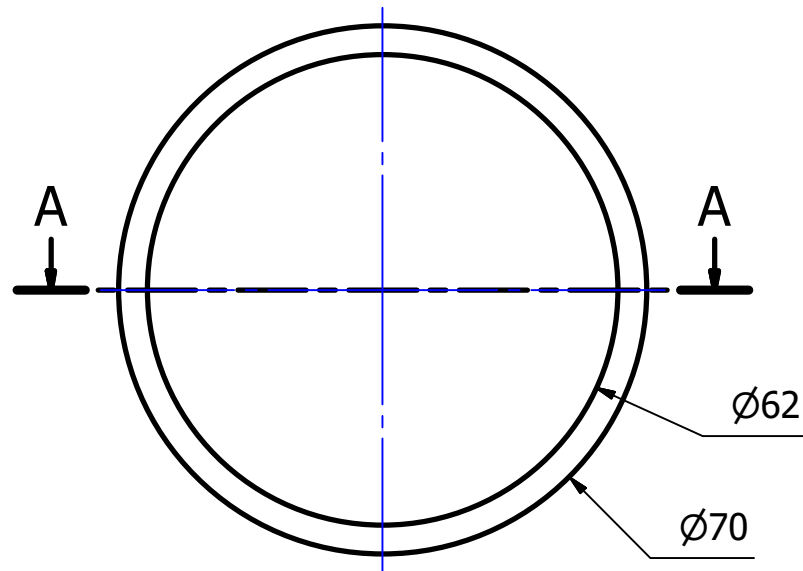


SECCION A-A (1 : 2)

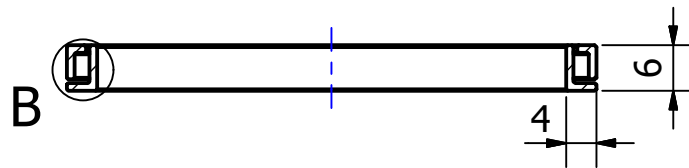


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Buje rodillo inferior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-06-002
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Bronce
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

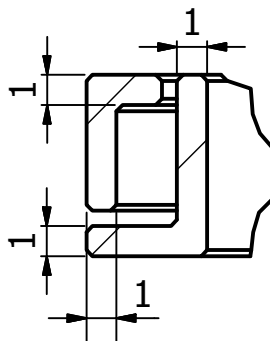
VISTA FRONTAL



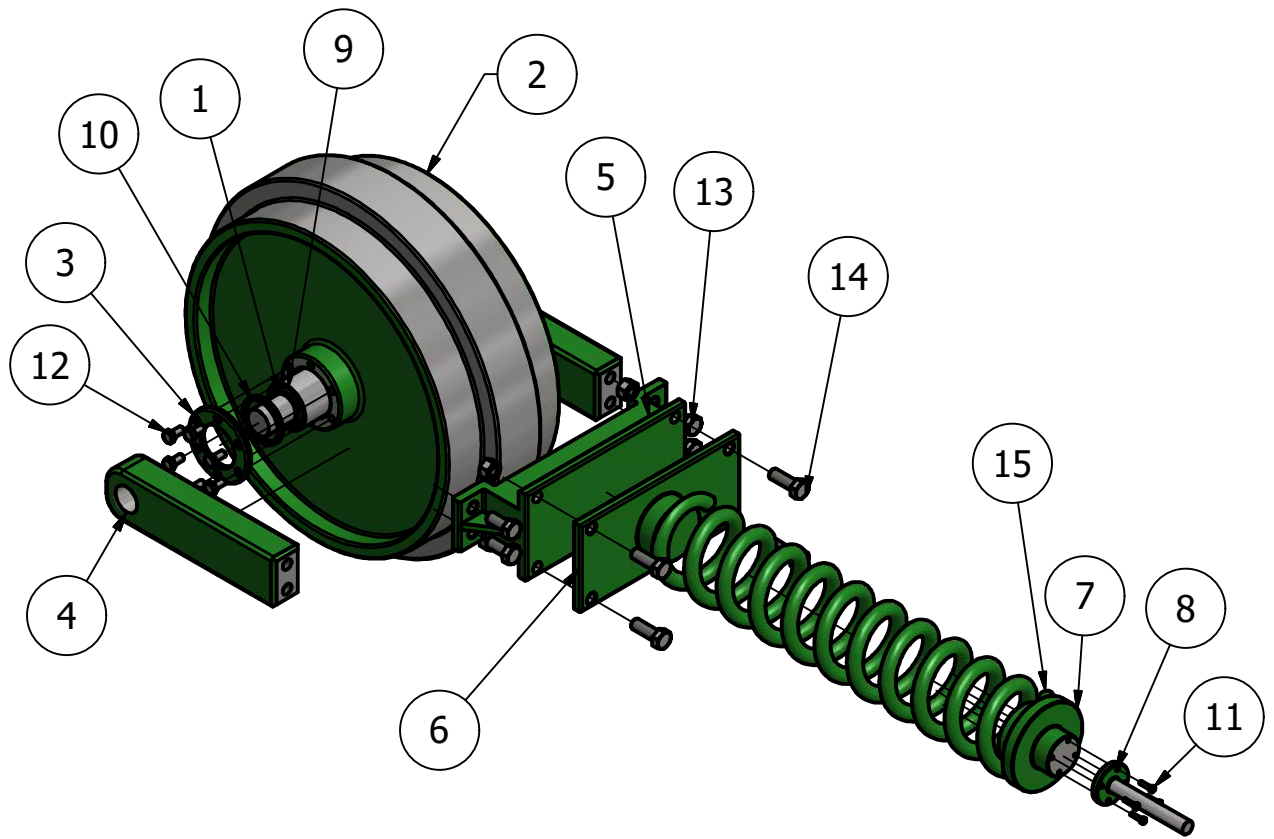
SECCION A-A (1 : 1)



DETALLE B (4 : 1)



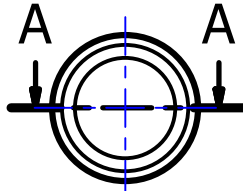
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Sello rodillo inferior	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-06-003
	Escala: 1:1	PROYECTO FINAL			Material:
					 Facultad Regional UTN VILLA MARÍA
	Tolerancias:				



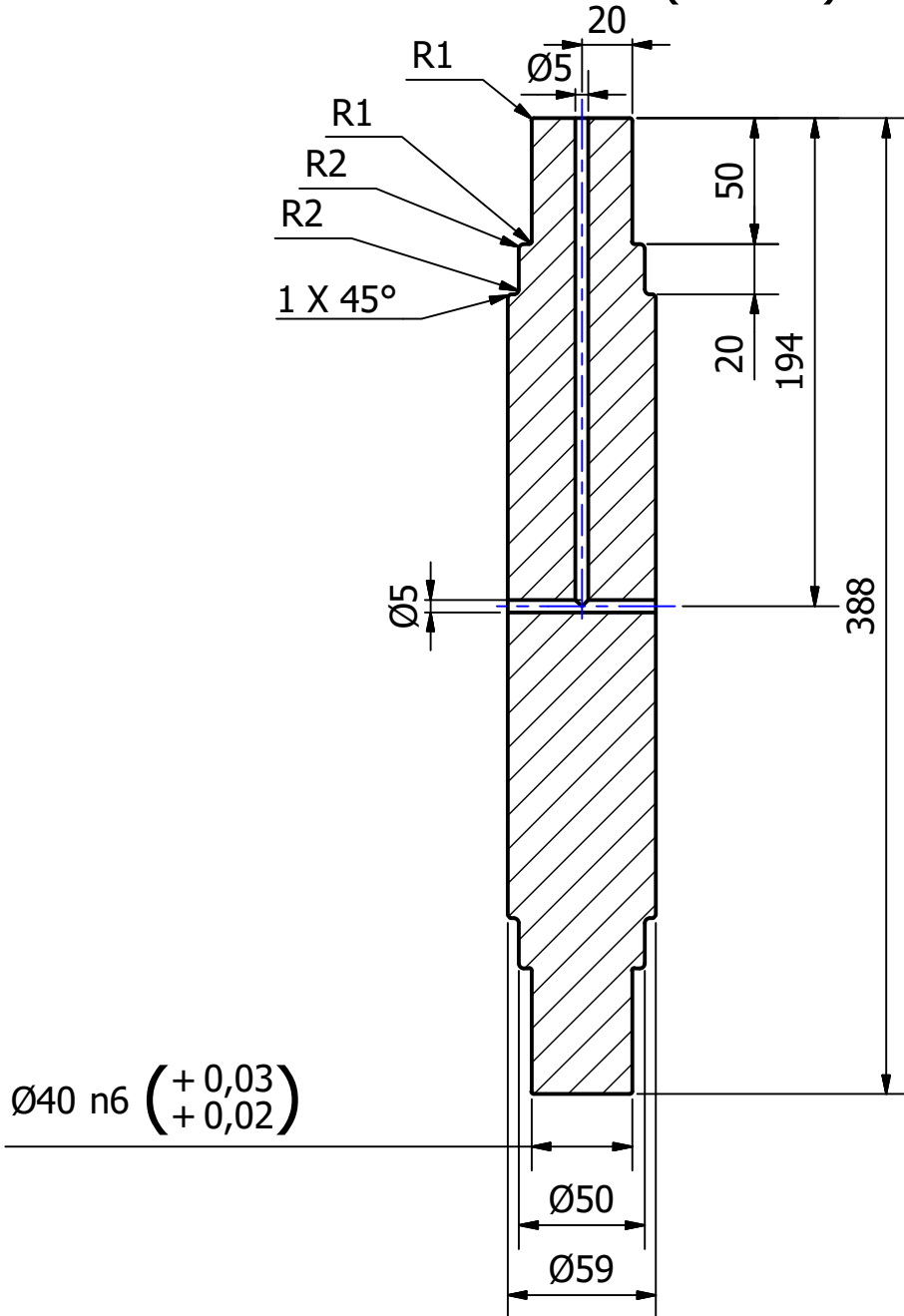
15	1	Resorte	FC-04-001
14	4	Bulón M16 x 2 - L=45	FC-07-008
13	4	Bulón M16 x 2 - L=35	FC-07-007
12	12	Bulón M10 x 1.5 - L=20	FC-07-006
11	4	Bulón M5 x 0.8 - L=20	FC-07-005
10	2	Sello buje rueda guia	FM-06-004
9	1	Buje ruela guia	FM-06-003
8	1	Amortiguador rueda guia	FM-04-015
7	1	Apoyo de resorte 2	FM-04-014
6	1	Apoyo de resorte 1	FM-04-013
5	1	Union brazo rueda guia	FM-04-012
4	2	Brazo rueda guia	FM-04-011
3	2	Tapa rueda guia	FM-04-010
2	1	Rueda guia	FM-04-009
1	1	Eje buje rueda guia	FM-03-003
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Rueda guia completa	Plano de conjunto
	Aprobado			
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Código: FS-004
				Material:
Tolerancias:	Tratamiento Térmico:			

VISTA FRONTAL

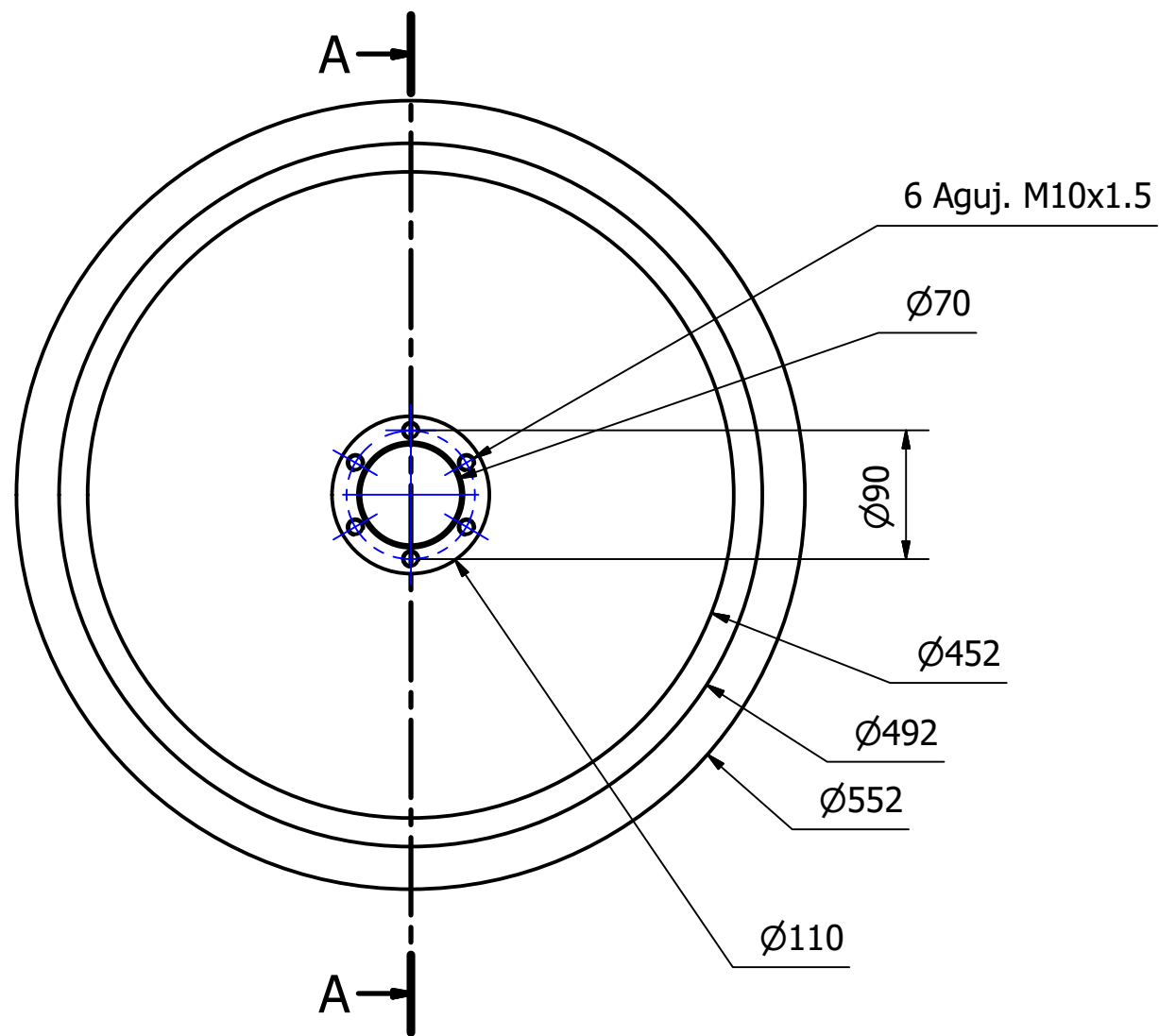


SECCION A-A (1 : 3)

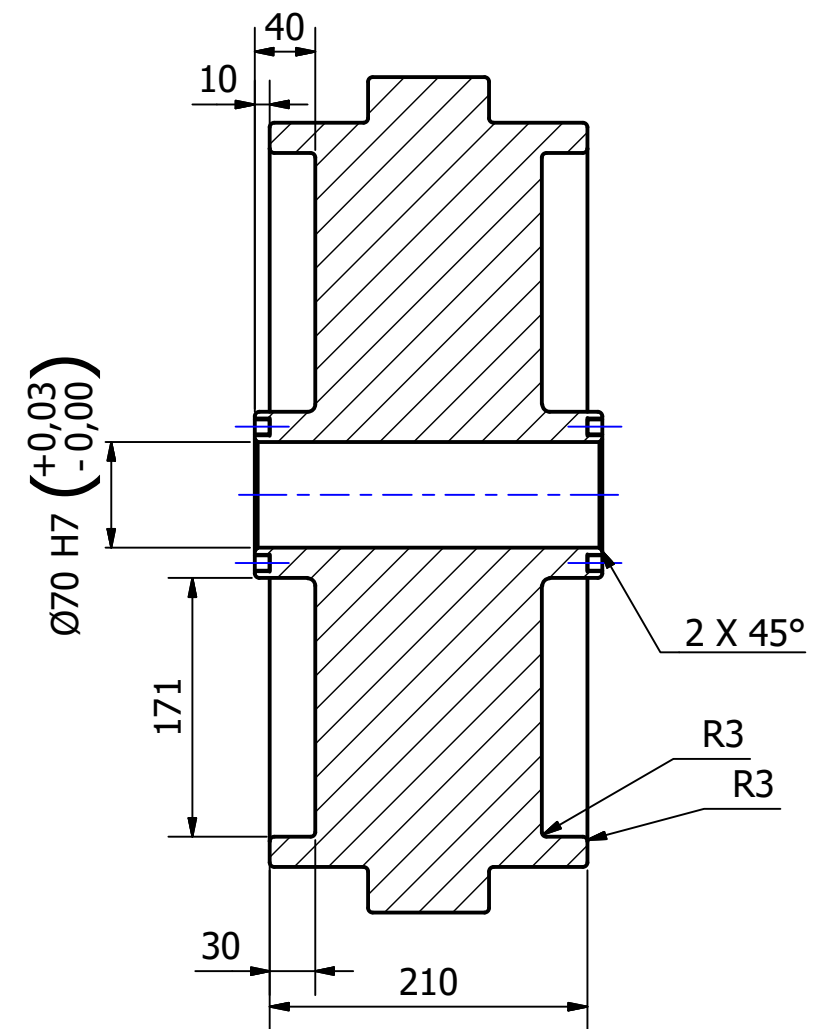


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Eje buje rueda guía	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-03-003
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero SAE 1045
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

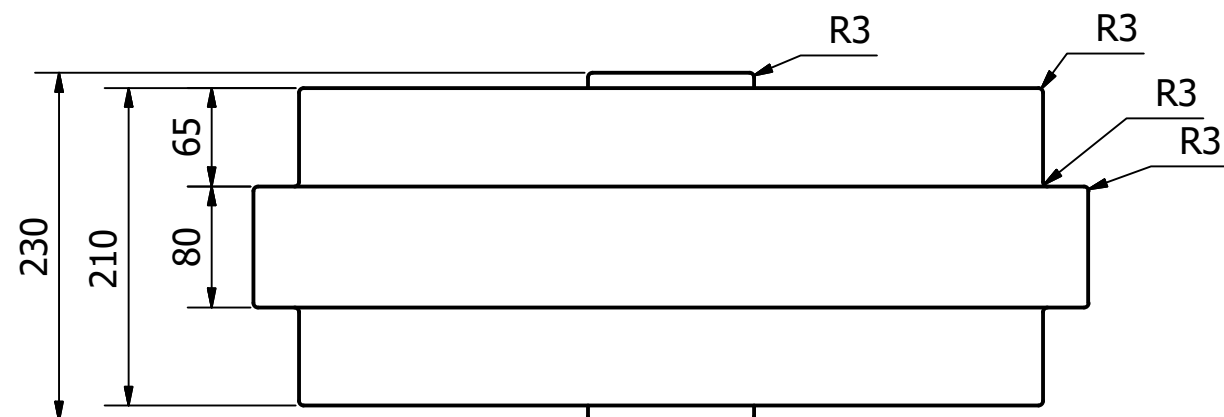
VISTA FRONTAL



SECCION A-A (1:5)

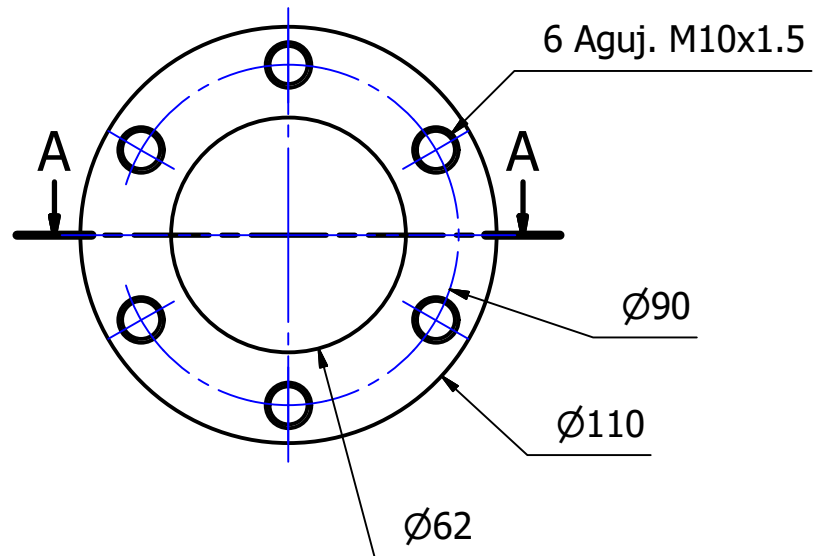


VISTA SUPERIOR

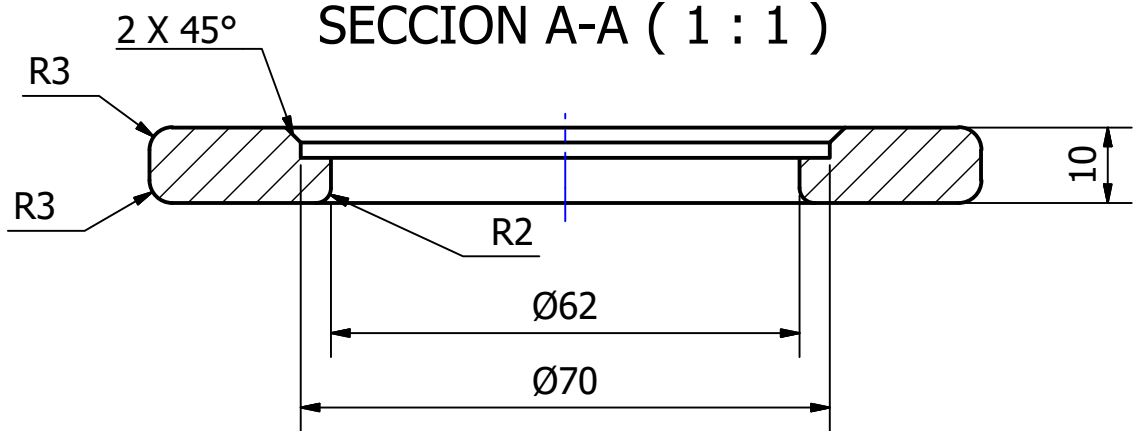


NO MEDIR SOBRE EL PLANO		Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Observaciones:	Dibujado		Pomba Juan M.	Pieza: Rueda guía	Plano de pieza
	Revisado				Código: FM-04-009
	Aprobado				Material: Acero fundido de aleación
	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p> 			Treatmento Térmico:
	1:5				
	Tolerancias: ISO 2768 - m				

VISTA FRONTAL

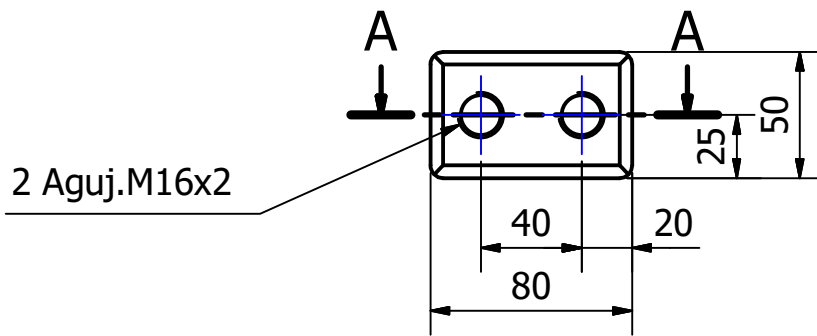


SECCION A-A (1 : 1)

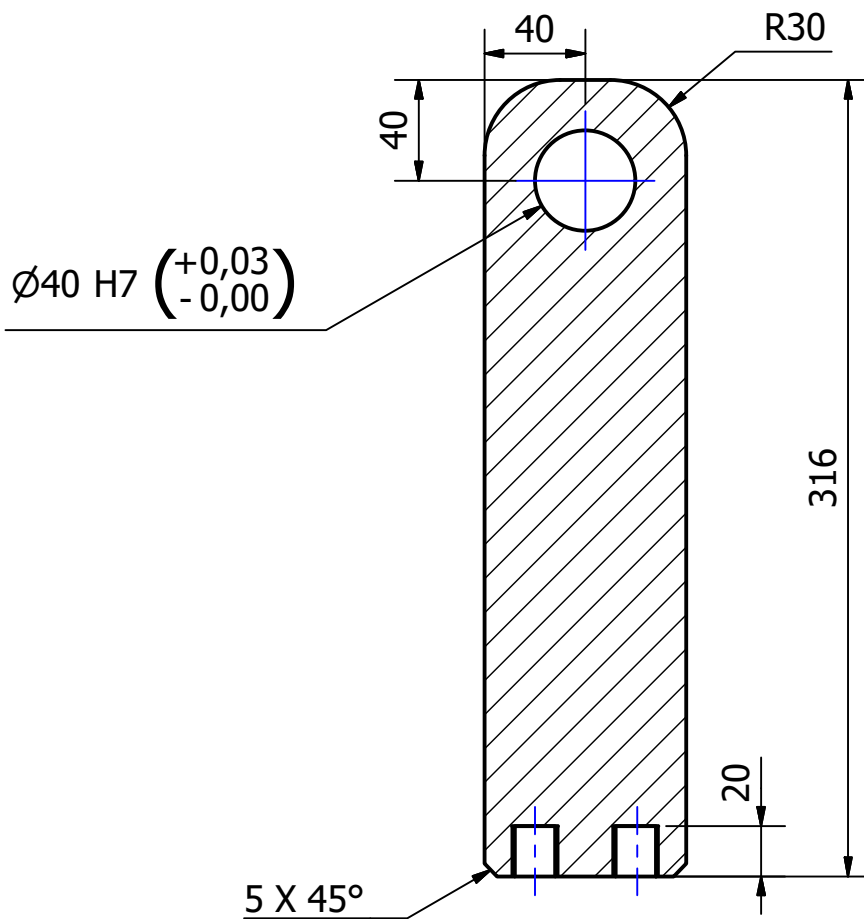


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Tapa rueda guia	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-010
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material:
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

VISTA FRONTAL

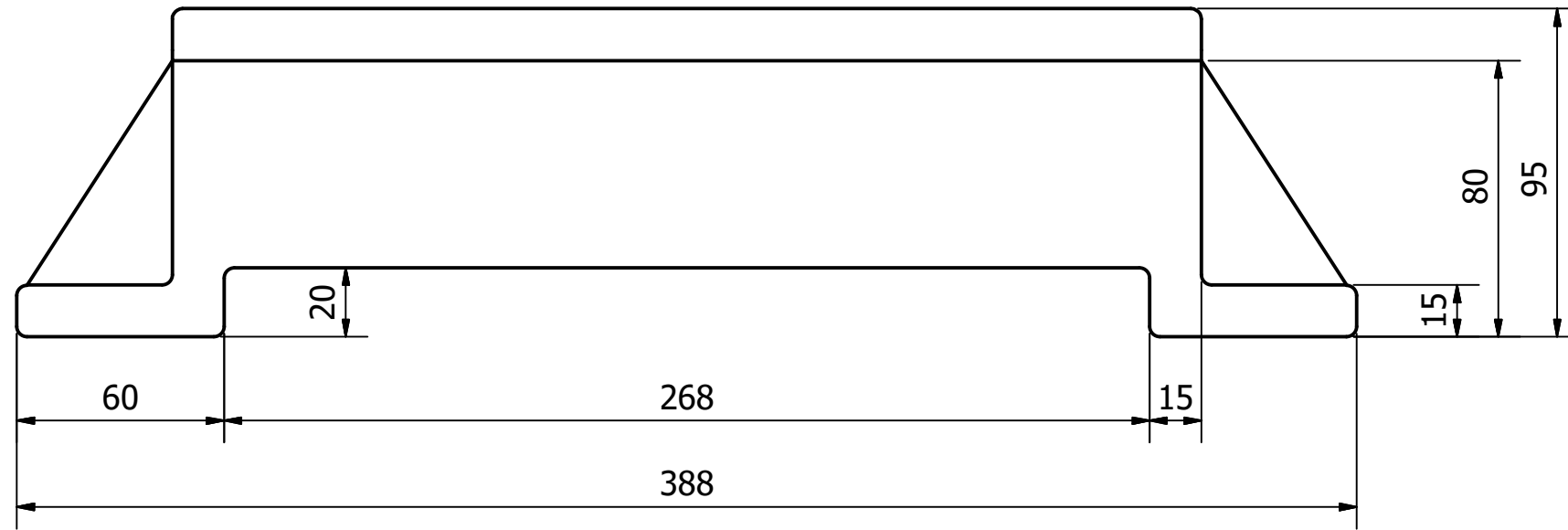


SECCION A-A (1 : 3)

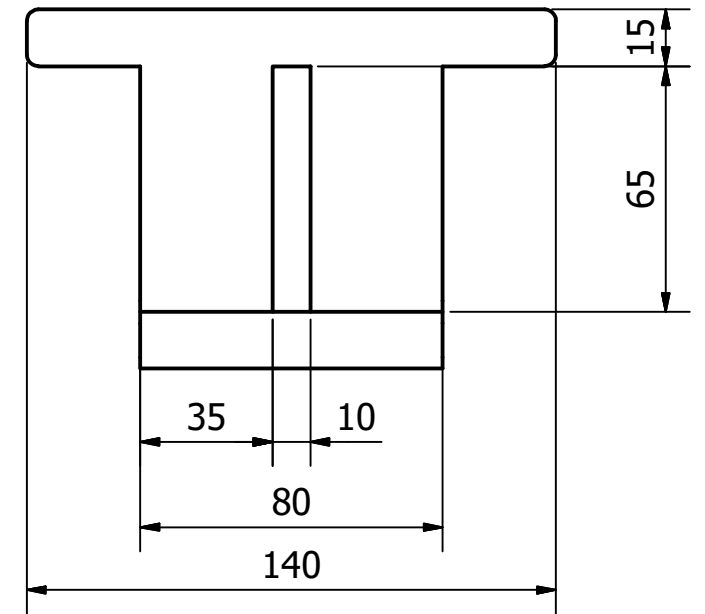


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Brazo rueda guía	
Observaciones:	Revisado			Código: FM-04-011
	Aprobado			
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 		Material: Acero aleado
	Tolerancias:			
ISO 2768 - m				

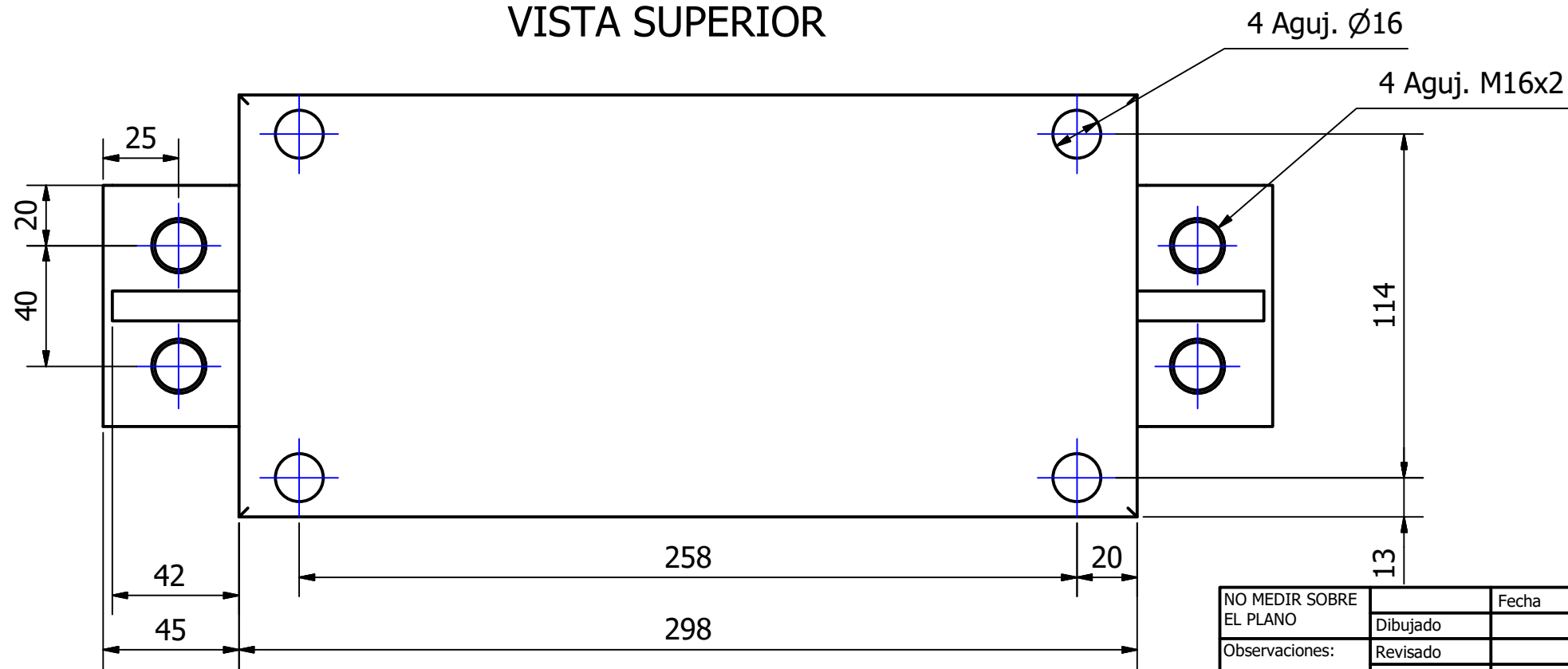
VISTA FRONTAL



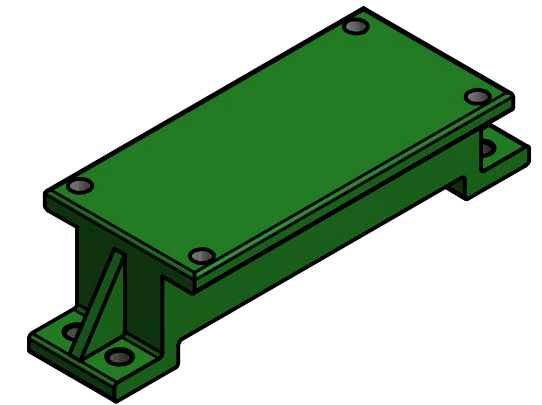
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

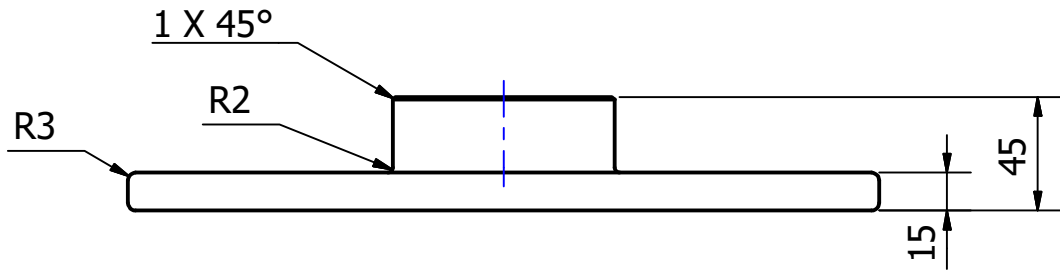


VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:5

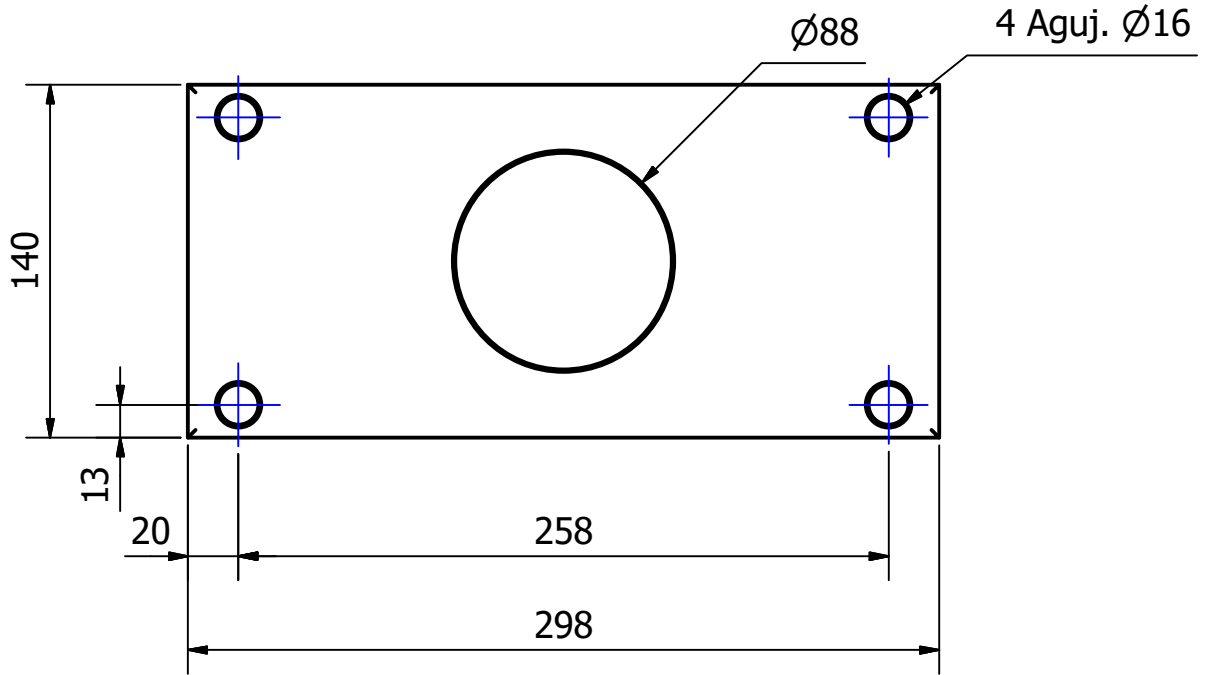


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Dibujado		Pomba Juan M.		Plano de pieza
Observaciones:	Revisado		Pieza: Unión brazo rueda guía	Código: FM-04-012
	Aprobado			Material: Acero SAE 1010
	Escala:			Tratamiento Térmico:
	1:2			
	Tolerancias:			
	ISO 2768 - m			
<p>PROYECTO FINAL</p> <p>Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>				

VISTA FRONTAL

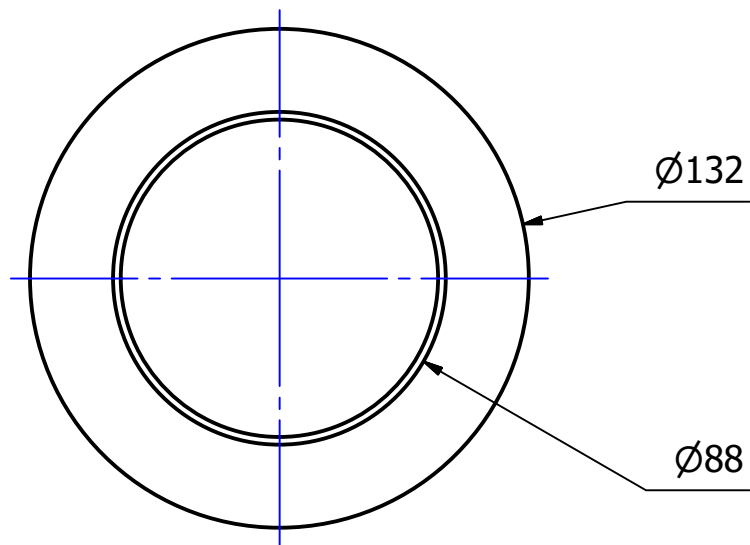


VISTA SUPERIOR

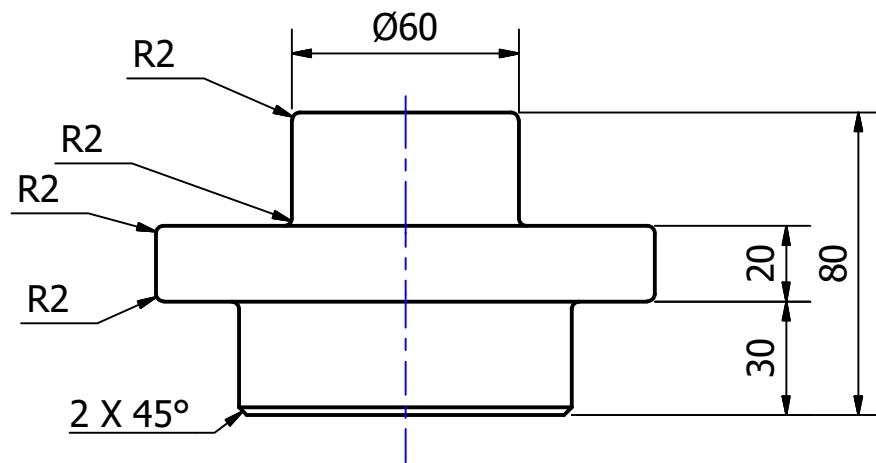


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.		
Observaciones:	Aprobado			Pieza: Apoyo de resorte 1	
	Escala: 1:3	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Código: FM-04-013
	 Tolerancias: ISO 2768 - m				Material: Acero SAE 1010
					Tratamiento Térmico:

VISTA FRONTAL

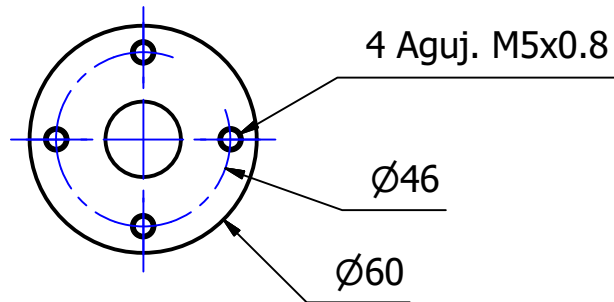


VISTA FRONTAL

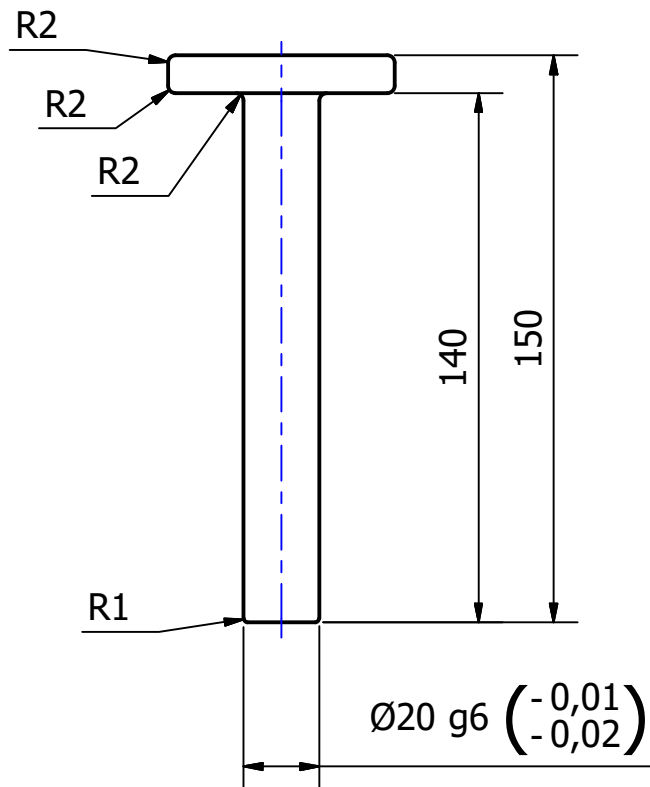


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Apoyo de resorte 2	
	Aprobado			
	Escala: 1:2	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: FM-04-014
				Material: Acero SAE 1010
Tolerancias: ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:			

VISTA FRONTAL

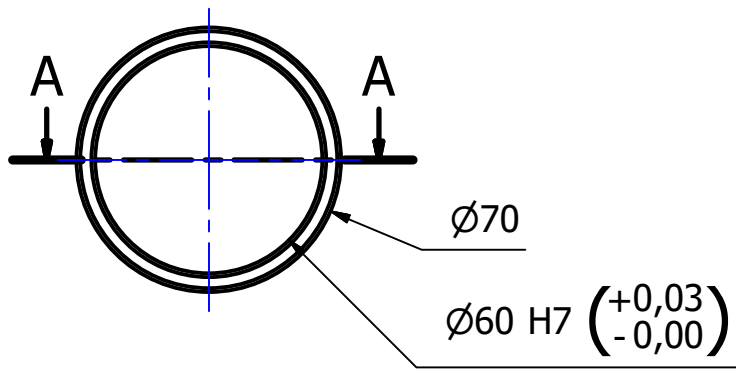


VISTA SUPERIOR

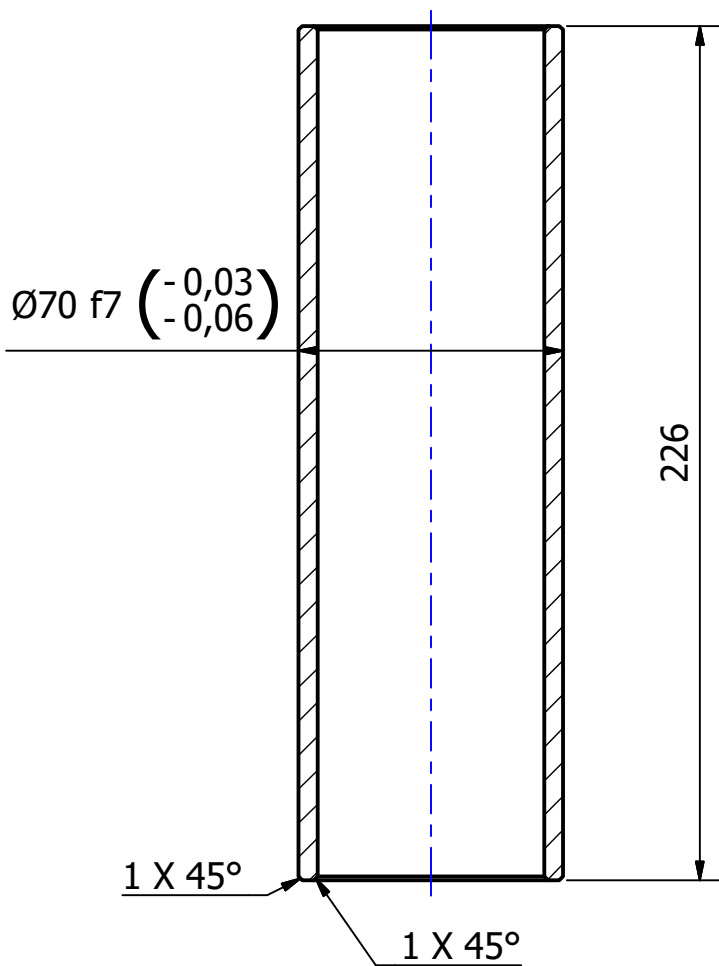


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Amortiguador rueda guía	
	Aprobado			
	Escala: 1:2	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Código: FM-04-015
	 Tolerancias: ISO 2768 - m			Material: Acero SAE 1010
				Tratamiento Térmico:

VISTA FRONTAL

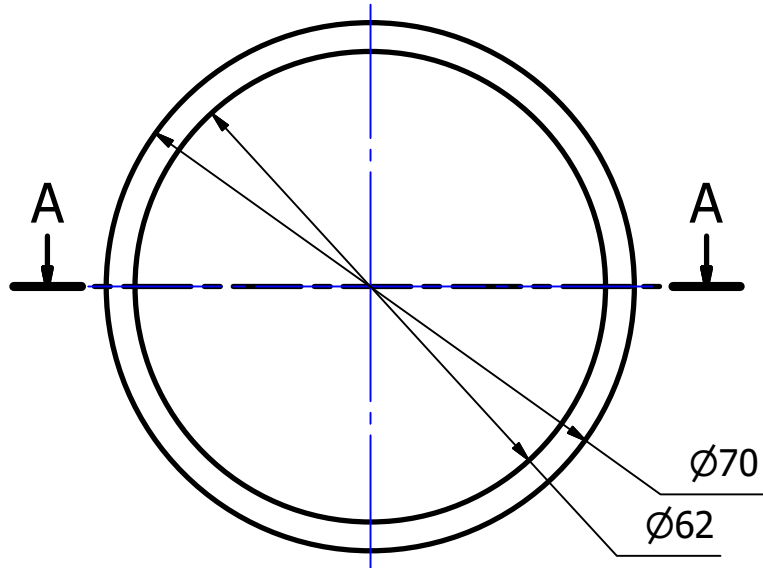


SECCION A-A (1 : 2)

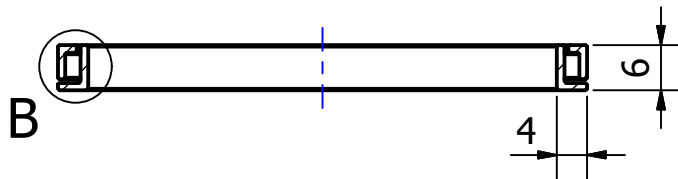


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Buje rueda guia	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-06-003
	Escala:	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Bronce
	Tolerancias:				Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m				

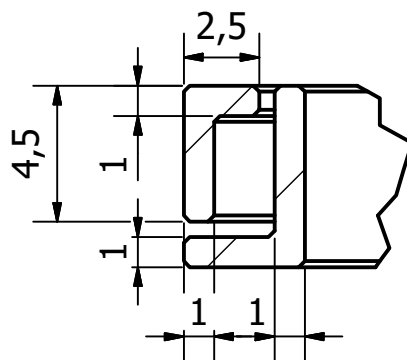
VISTA FRONTAL



SECCION A-A (1 : 1)



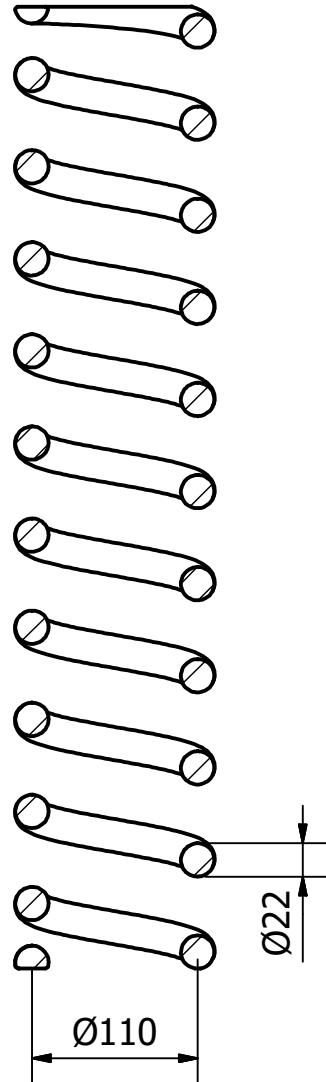
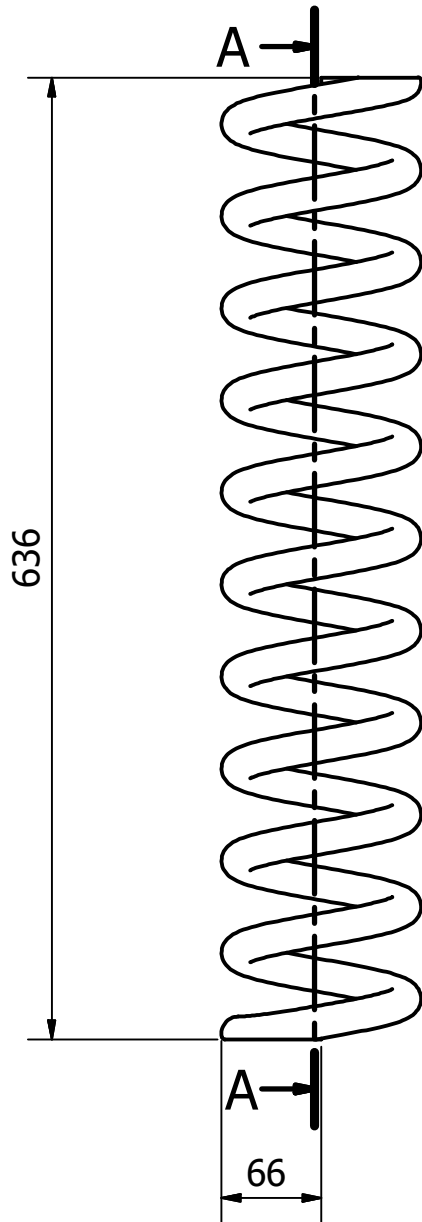
DETALLE B (4 : 1)



NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Sello buje rueda guía	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-06-004
	Escala: 1:1	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Goma
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

VISTA FRONTAL

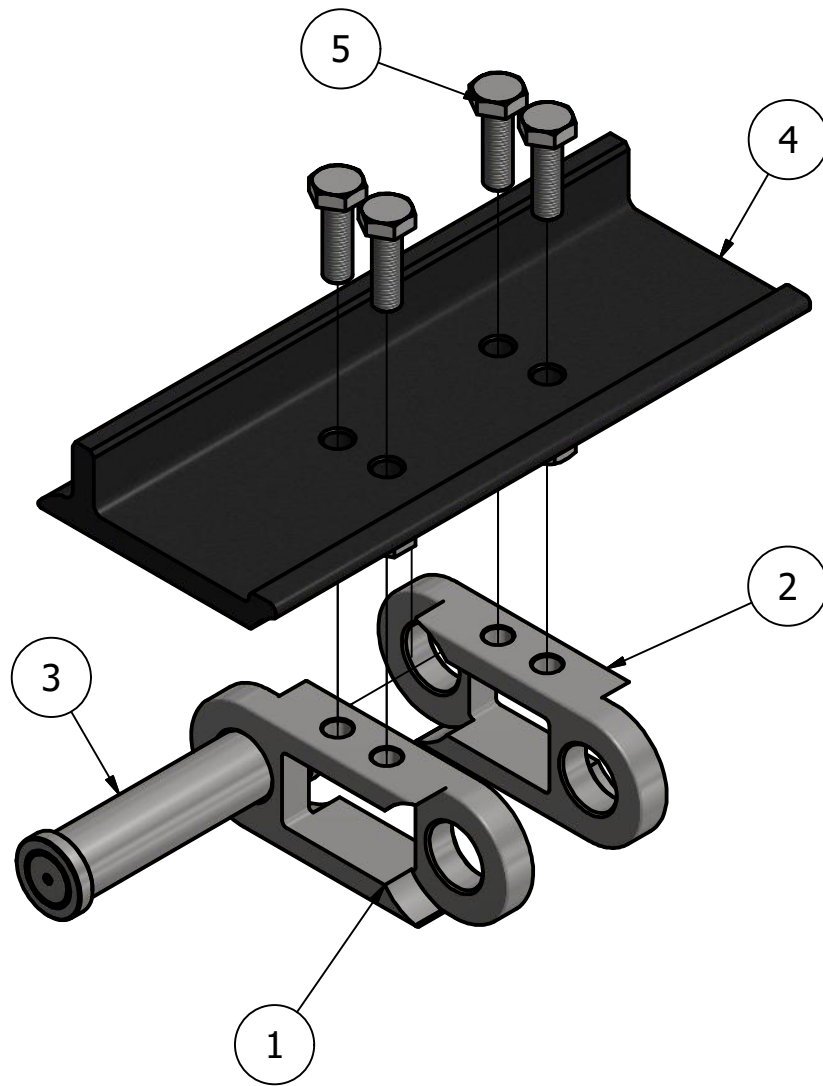
SECCION A-A (1:5)



Especificaciones:

- Angulo de paso: 10°
- Indice de resorte: 5
- Diametro exterior: 132mm
- Longitud libre: 636mm

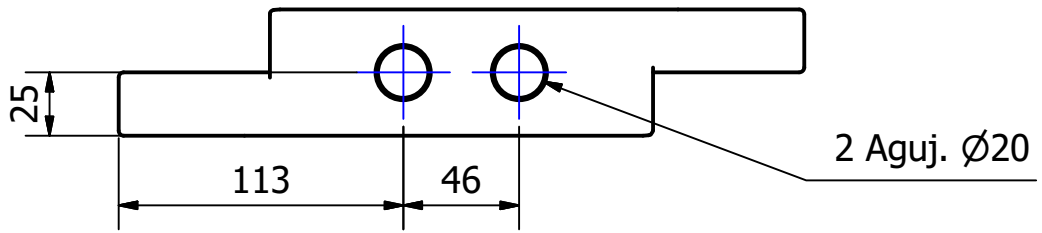
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Resorte tensor	
Observaciones:	Aprobado				Código: FC-04-001
	Escala: 1:5	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Acero SAE 5160 (aleacion cromo y silicio)
	Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:



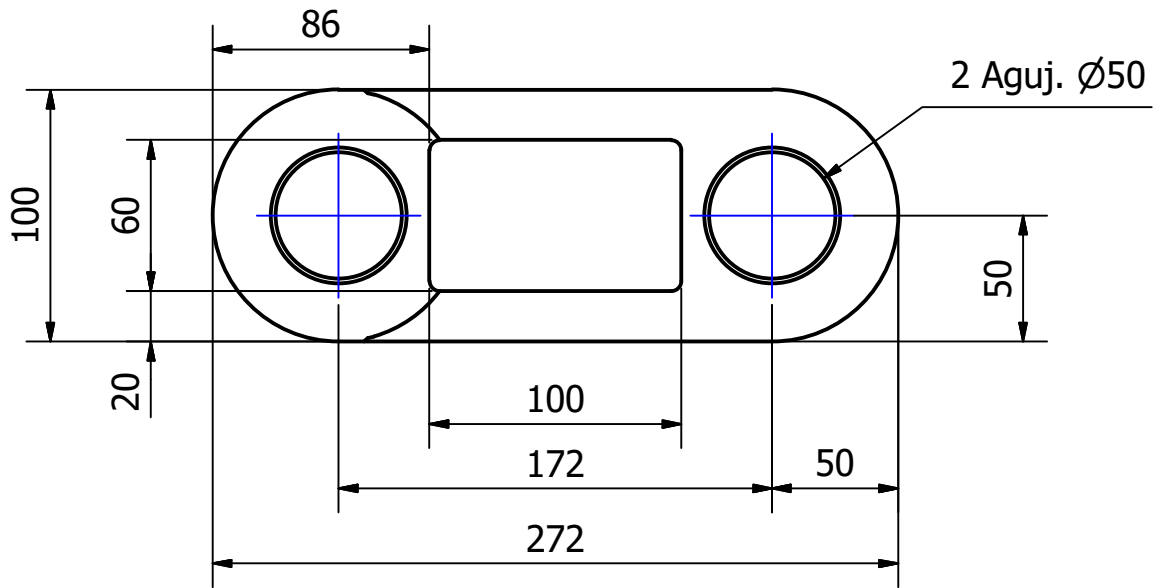
5	4	Bulón M20 x 2.5 - L=65	FC-07-009
4	1	Zapata	FM-04-018
3	1	Pasador eslabon	FS-008
2	1	Eslabon derecho	FM-04-017
1	1	Eslabon Izquierdo	FM-04-016
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Eslabon completo	Código: FS-005
	Aprobado			Material:
	Escala: 1:5	<p align="center">PROYECTO FINAL</p>  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico:
				
Tolerancias:				

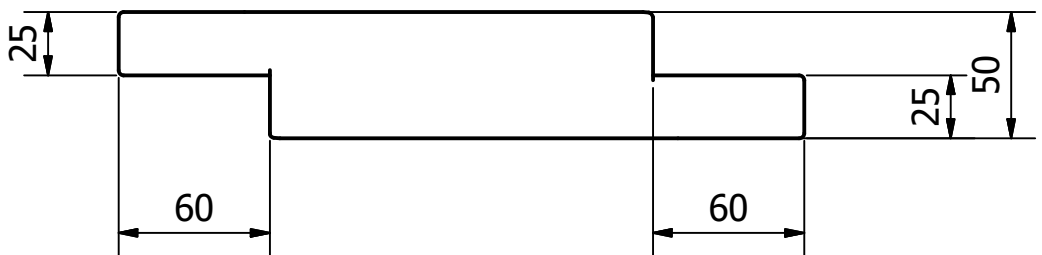
VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL



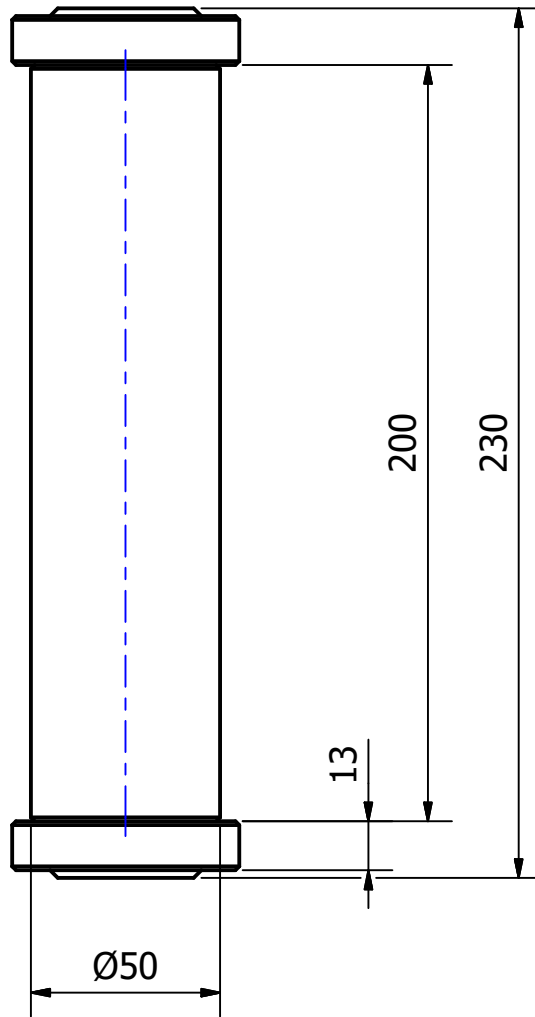
VISTA SUPERIOR



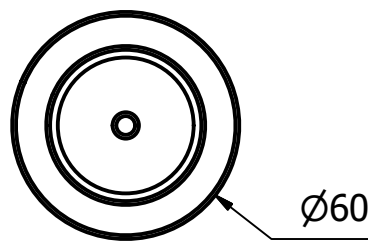
NOTA:
Eslabón izquierdo, el derecho es simétrico al mismo.


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Eslabón Izquierdo	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-016
	Escala: 1:3	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material: Aleacion de acero al boro
					Tolerancias: ISO 2768 - m

VISTA FRONTAL

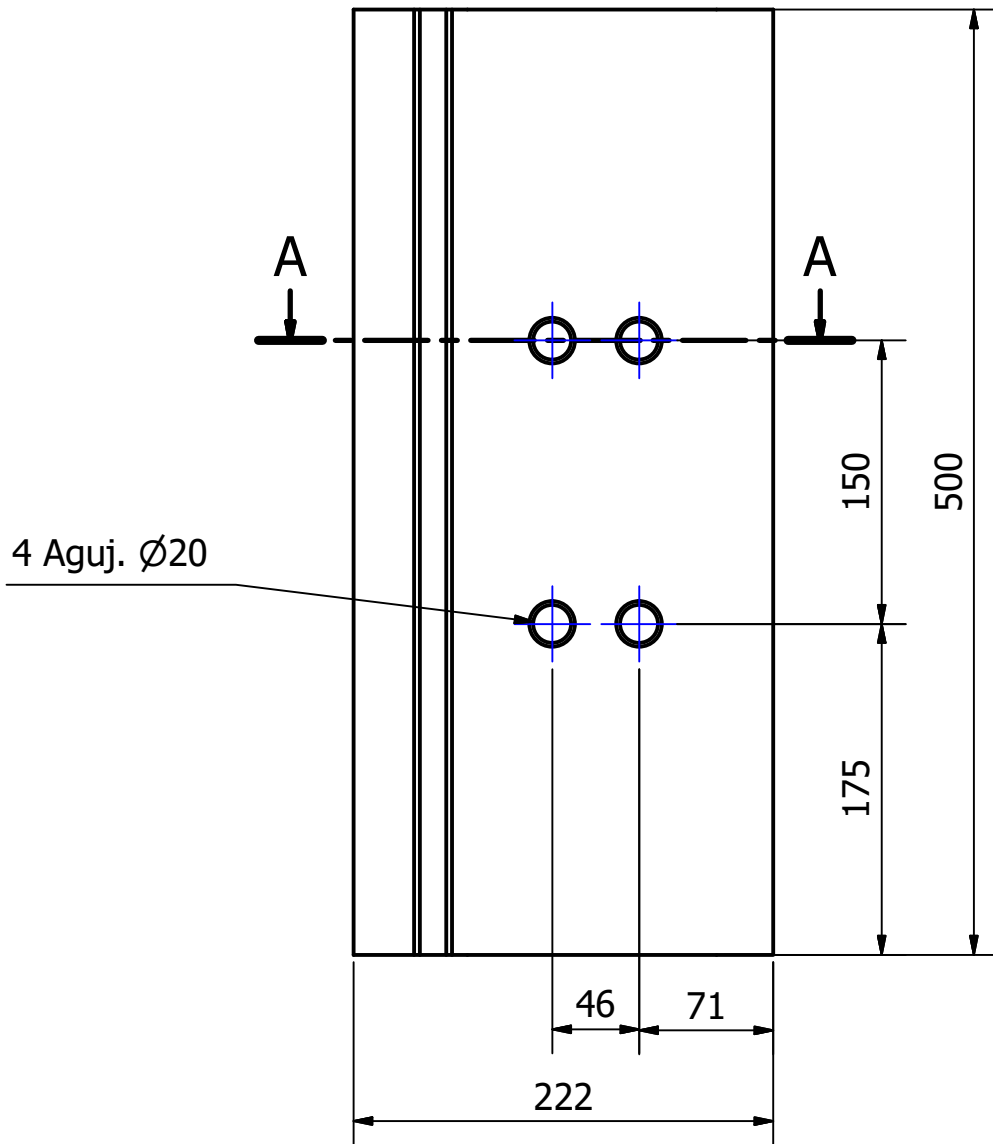


VISTA SUPERIOR

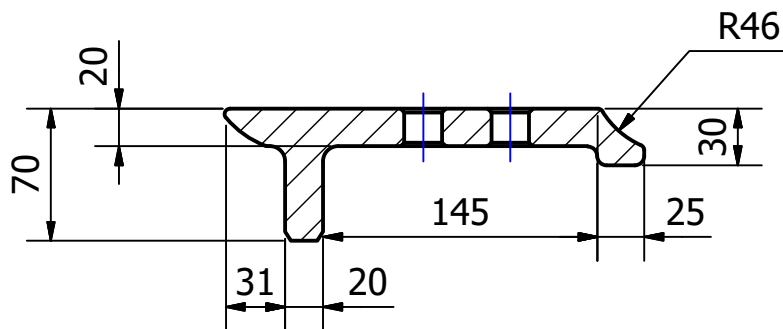


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Pasador	
Observaciones: Conjunto comercial. Contiene pasador, buje y sello.	Aprobado				Código: FS-008
	Escala: 1:2	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Material:
	 Tolerancias: ISO 2768 - m				Tratamiento Térmico:

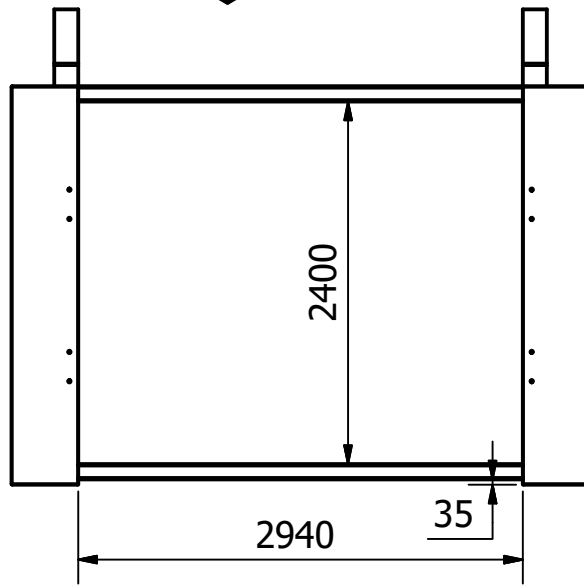
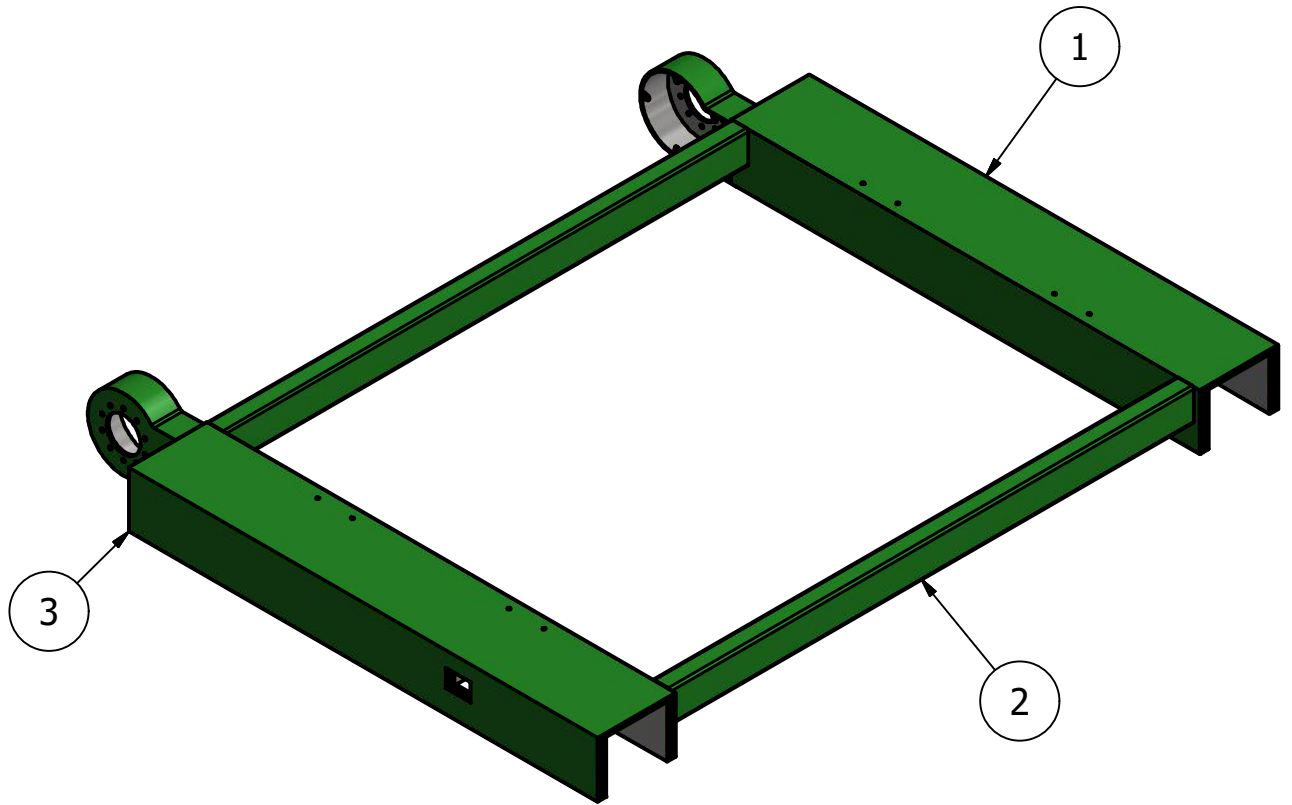
VISTA FRONTAL



SECCION A-A (1 : 4)



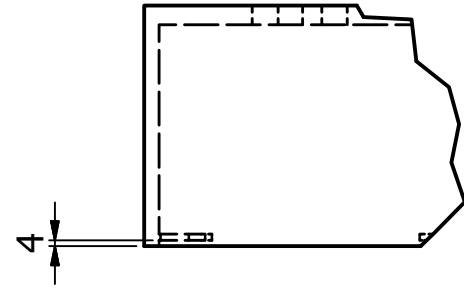
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Zapata	
Observaciones:	Aprobado				Código: FM-04-018
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero SAE 1045
	Tolerancias:				Templado y revenido
	ISO 2768 - m				



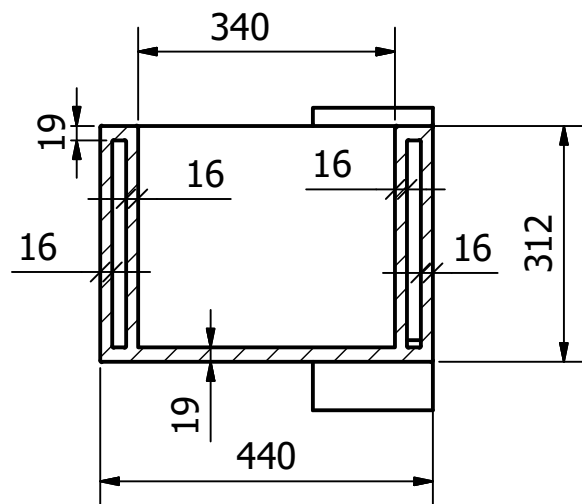
3	1	Bastidor Izquierdo	FM-04-020
2	2	Larguero bastidor	FM-01-001
1	1	Bastidor Derecho	FM-04-019
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto	
	Dibujado	Pomba Juan M.			Pieza: Bastidor completo
	Observaciones:	Revisado			
	Aprobado				
	Escala: 1:30	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA			Código: FS-006
	Material:				
Tolerancias: ISO 2768 - m	Tratamiento Térmico:				

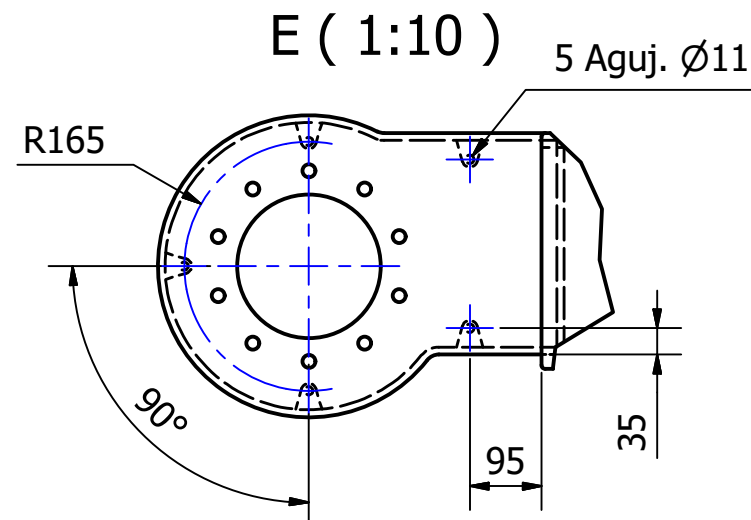
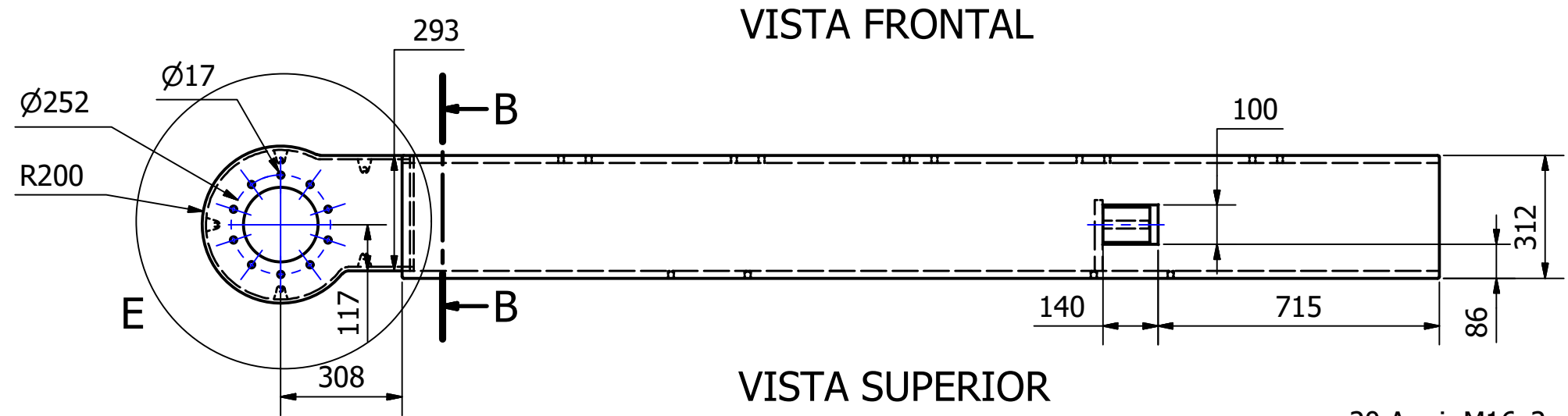
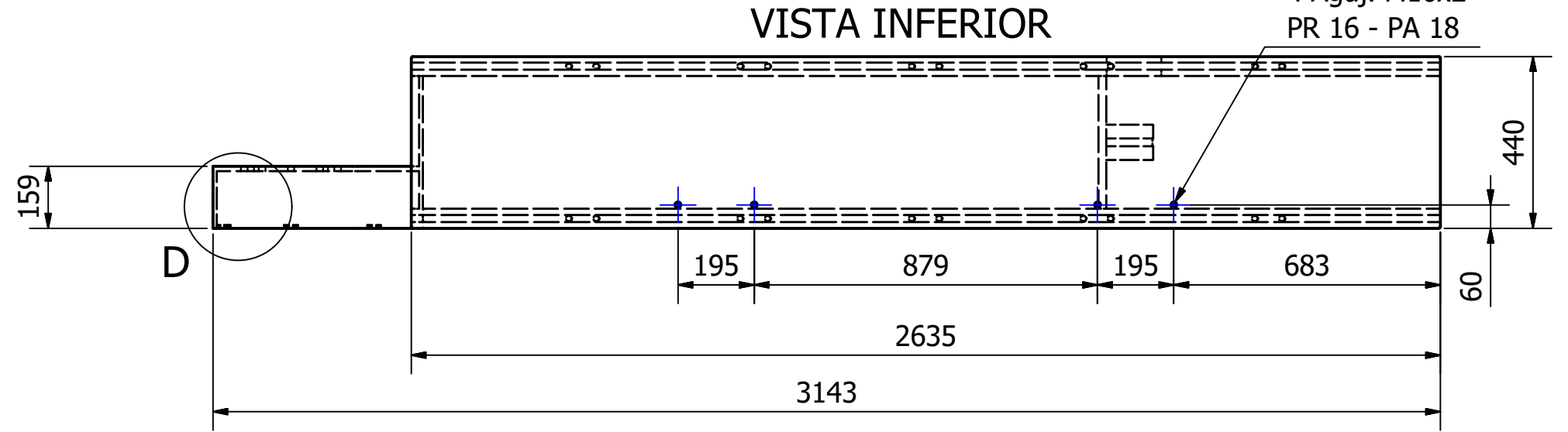
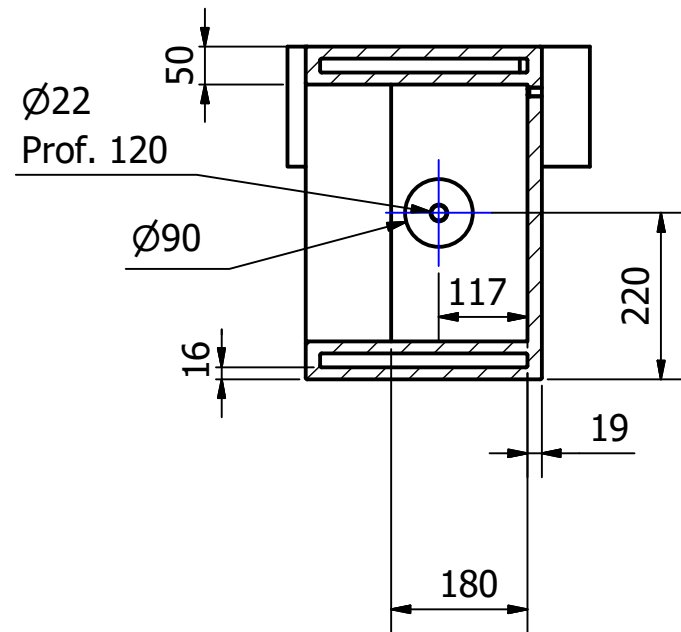
D (1:5)



DETALLE B-B (1 : 10)



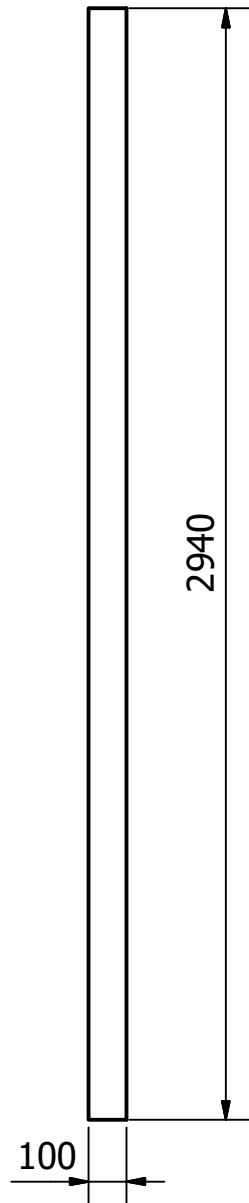
DETALLE A-A (1 : 10)



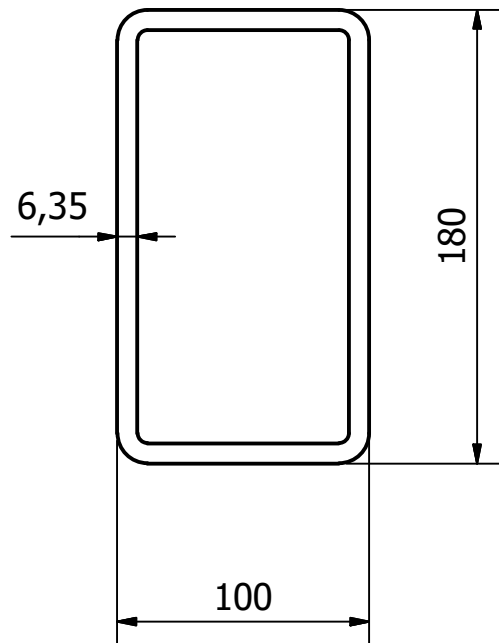
NOTA:
Bastidor derecho, el izquierdo es espejo.

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMOVILES	Referencias:
Observaciones:	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Bastidor derecho	Plano de pieza
	Aprobado				Código: FM-04-019
	Escala:	<p align="center">PROYECTO FINAL</p> 			Material: Acero SAE 1010
	1:15				Tratamiento Térmico:
	Tolerancias: ISO 2768 - m				

VISTA INFERIOR



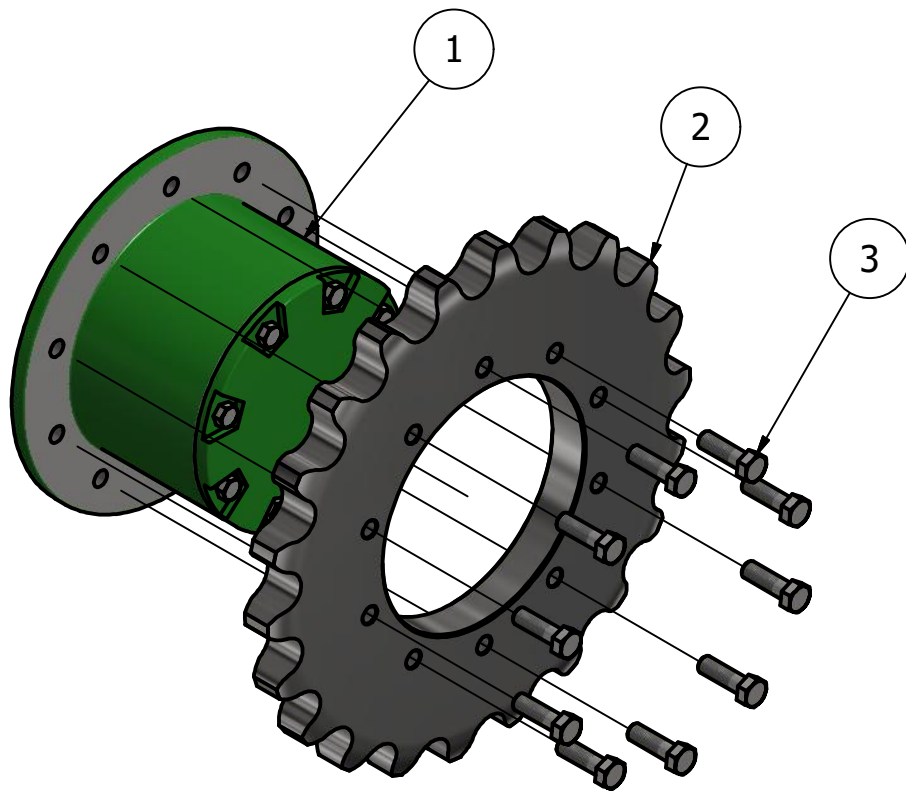
DETALLE A (1 : 3)



VISTA SUPERIOR



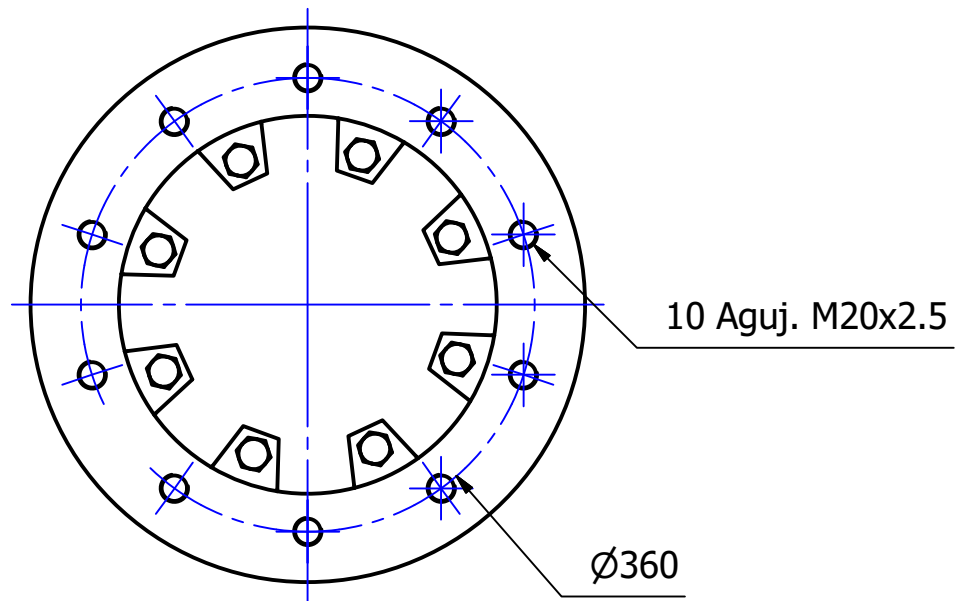
NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Larguero bastidor	Plano de pieza
	Aprobado			
Perfil rectangular hueco	Escala:	<h2>PROYECTO FINAL</h2>  <p>Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Código: FM-01-001
				Material: Acero MLC 420
	Tolerancias:			Tratamiento Térmico:
	ISO 2768 - m			



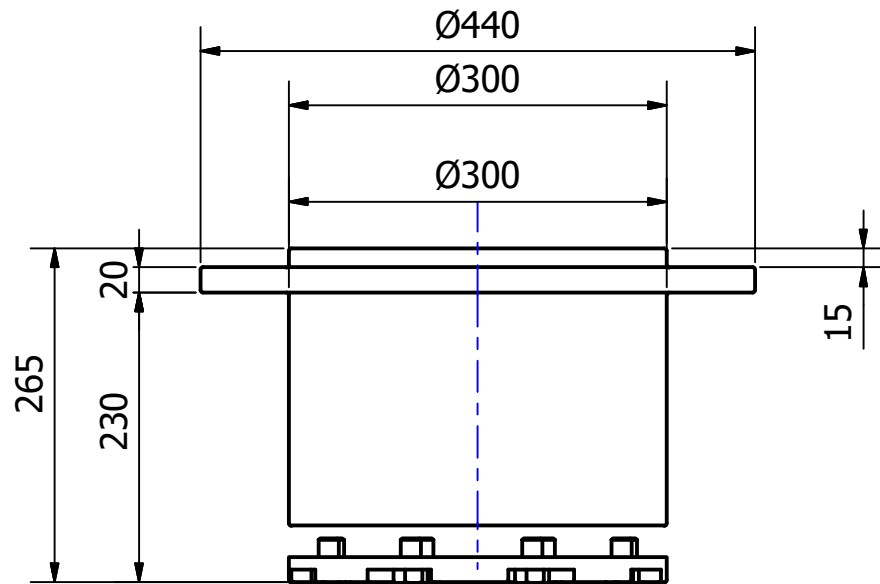
3	10	Bulón M20 x 2.5 - L=65	FC-07-005
2	1	Sprocket	FM-04-008
1	1	Mando final	FS-007
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	CÓDIGO

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias:
	Dibujado	Pomba Juan M.		
Observaciones:	Revisado		Pieza: Rueda motriz completa	Plano de conjunto
	Aprobado			
	Escala:	<p style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>  <p style="text-align: center;">Facultad Regional UTN VILLA MARIA</p>		Código: FS-007
				Material:
Tolerancias:	Tratamiento Térmico:			

VISTA FRONTAL

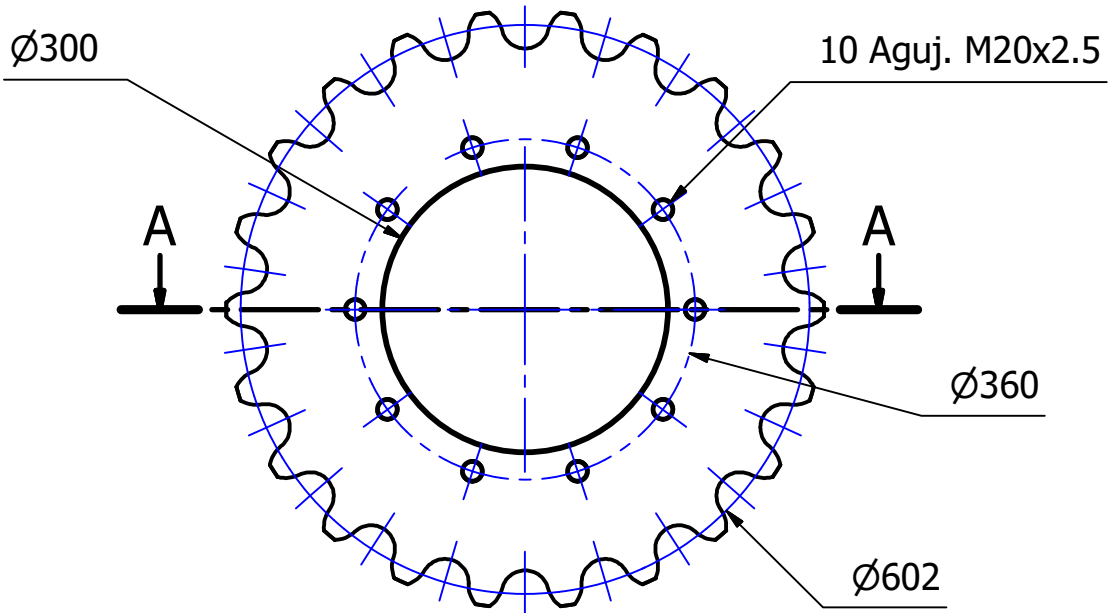


VISTA SUPERIOR

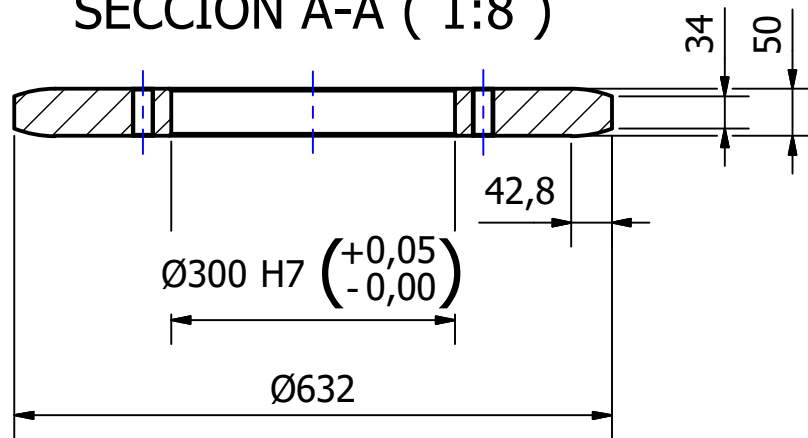


NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Dibujado	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de conjunto
	Revisado		Pomba Juan M.	Pieza: Mando final	
Observaciones: Reductor de venta comercial. Relacion de transmision de 1:24	Aprobado				Código: FS-007
	Escala: 1:6	PROYECTO FINAL			Material:
	Tolerancias: ISO 2768 - m				 Facultad Regional UTN VILLA MARIA

VISTA FRONTAL



SECCION A-A (1:8)



- Diametro primitivo: 602,24mm
- Diametro menor: 552,24mm
- Diametro mayor: 632,24mm
- Numero de dientes: 22
- Paso circunferencial: 86mm

NO MEDIR SOBRE EL PLANO	Fecha	Nombre	TRITURADORA DE CARROCERIAS DE AUTOMÓVILES	Referencias: Plano de pieza
	Dibujado	Pomba Juan M.	Pieza: Sprocket	
Observaciones:	Revisado			Código: FM-04-008
	Aprobado			Material: Acero SAE 1045
	Escala: 1:8	PROYECTO FINAL  Facultad Regional UTN VILLA MARIA		Tratamiento Térmico: Templado y revenido
	Tolerancias: ISO 2768 - m			