

Descompactación de harina soja en vagones de tren

Trosarello, Agustin

Vilanova, Fernando

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

Año 2025

Descompactación de harina soja en vagones de tren

Trosarello, Agustin

Vilanova, Fernando

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

Ingeniero/a Mecánico/a

Director/a:

Ing. Pedro Sismondi

Ing. Guillermo Rodríguez

Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

Año 2025

Agradecimiento

En primer lugar, a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, y en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, que junto con todos sus docentes nos brindaron los conocimientos fundamentales para nuestra formación, tanto académica como profesional.

En particular, queremos expresar nuestro sincero reconocimiento a los profesores de la Cátedra de Proyecto Final —Ing. Pedro Sismondi, Dr. Ing. Guillermo L. Rodríguez e Ing. Juan Sismondi— por el apoyo constante, el seguimiento cercano y la guía brindada durante cada etapa del desarrollo de este trabajo. Su acompañamiento fue clave para orientar nuestras decisiones de diseño y para consolidar la metodología de trabajo adoptada.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al Ing. Juan Carlos Vilanova y al personal de Terminal 6, quienes nos recibieron en sus instalaciones y nos brindaron la posibilidad de realizar una visita técnica. Durante la recorrida pudimos observar de primera mano el proceso de descarga de harina de soja, registrar dimensiones críticas de los vagones y relevar las condiciones de operación reales. Esta experiencia resultó fundamental para validar los criterios de diseño, ajustar el dimensionamiento del cabezal vibrador y garantizar la aplicabilidad práctica del sistema propuesto.

Resumen

La descarga de harina de soja en vagones ferroviarios presenta recurrentes dificultades debido a la compactación del material durante el transporte. Actualmente, la descompactación se realiza de manera manual mediante golpes de maza, lo que genera tiempos operativos elevados, riesgos de seguridad para los operarios y daños en los vagones. El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema vibratorio externo que permita automatizar la descompactación, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los riesgos laborales en la Terminal 6, ubicada en Puerto General San Martín, Santa Fe.

Para su diseño, se analizaron tres alternativas tecnológicas (lanza con aire comprimido, lanza vibratoria y vibrador externo), seleccionándose esta última por su mayor efectividad y simplicidad de implementación. El dimensionamiento se realizó aplicando criterios de resistencia de materiales y verificaciones a fatiga [1–4], junto con la utilización de parámetros adimensionales de aceleración (Γ) basados en estudios experimentales de vibración en materiales granulares [5, 7]. Se seleccionaron vibradores industriales OLI MVE [8] y un acumulador neumático Firestone 1M1A-1, integrados a un cabezal móvil accionado mediante cilindro neumático.

Los resultados de cálculo y simulación en SolidWorks muestran que el sistema es capaz de reproducir las condiciones dinámicas del impacto manual, alcanzando amplitudes efectivas de 2 mm a 20 Hz, rango identificado como óptimo para la fluidificación de la harina de soja. Se concluye que la solución propuesta constituye una alternativa viable, segura y de bajo costo operativo, con impacto positivo en la competitividad del complejo agroindustrial.

Palabras clave: descompactación, harina de soja, vibraciones horizontales, vagones ferroviarios, diseño mecánico, terminal portuaria.

Abstract

The unloading of soybean meal from railway wagons often faces difficulties due to material compaction during transport. Currently, decompaction is carried out manually using hammers, which results in long operational times, safety risks for workers, and potential damage to the wagons. This project aims to develop an external vibratory system to automate the decompaction process, improving operational efficiency and reducing labor risks at Terminal 6, located in Puerto General San Martín, Santa Fe.

Three technological alternatives were analyzed (compressed air lance, vibrating lance, and external vibrator), selecting the latter for its greater effectiveness and simpler implementation. The design was carried out by applying strength of materials criteria and fatigue verifications [1, 4], along with the use of dimensionless acceleration parameters (Γ) based on experimental studies on vibration in granular materials [5–7]. Industrial OLI MVE vibrators [8] and a Firestone 1M1A-1 pneumatic accumulator [9] were selected, integrated into a mobile head actuated by a pneumatic cylinder.

The calculation and SolidWorks simulation results show that the system can reproduce the dynamic conditions of manual hammering, achieving effective amplitudes of 2 mm at 20 Hz, the range identified as optimal for soybean meal flow fluidization. It is concluded that the proposed solution is a viable, safe, and low-cost alternative, with a positive impact on the competitiveness of the agro-industrial complex.

Keywords: decompaction, soybean meal, horizontal vibrations, railway wagons, mechanical design, port terminal.

Contenido

Agradecimiento **3**

Resumen **4**

Abstract **5**

Introducción **8**

Capítulo 1: Análisis de la Compactación de Harina de Soja en el Transporte Ferroviario **11**
1.1 Introducción al Fenómeno de la Compactación 11
1.2 Variables que influyen en la compactación 11
1.3 Consecuencias de la Compactación en el Transporte Ferroviario 14
1.4 Condiciones Específicas del Transporte Ferroviario 15

Capítulo 2: Análisis de Soluciones para la Descompactación de Harina de Soja **18**
2.1 Objetivo General 18
2.2 Análisis de Soluciones para la Descompactación de Harina de Soja 18
2.2.1 Evaluación de la Lanza con Aire Comprimido 18
2.2.2 Evaluación de la Lanza con Dispositivo Vibratorio 19
2.2.3 Evaluación del Vibrador Externo Acoplado al Vagón 19
2.3 Conclusión del Análisis de Soluciones 20

Capítulo 3: Fundamentos del sistema de vibración **21**
3.1 Vibraciones horizontales como solución industrial 21
3.2 Parámetro de diseño: aceleración adimensional (Γ) 22

Capítulo 4: Definición del diseño preliminar **27**

Capítulo 5: Dimensionamiento estructural y selección de componentes **29**
5.1 Selección de vibradores industriales 29
5.2 Validación por impacto equivalente 32
5.2.1 Estimación de energía cinética del impacto 33
5.2.2 Determinación de la velocidad equivalente al impacto manual 35
5.2.3 Determinación de la fuerza a partir del modelo de resorte lineal 36
5.3 Dimensionamiento de los brazos de transmisión 38
5.3.1 Calculo de fuerzas actuantes 39
5.3.2 Verificación estática 39
5.3.3 Verificación por fatiga 41
5.3.4 Selección del perfil estructural 41
5.4 Dimensionamiento del actuador neumático 43
5.4.1 Selección del actuador neumático 45
5.5 Dimensionamiento de la unión brazo–cabezal y base de apoyo 46
5.5.1 Bujes de apoyo 46
5.5.2 Ejes de conexión 46
5.5.3 Bulones de fijación 51
5.5.4 Rodamientos 52
5.6 Solución de contacto del cabezal con el vagón 53

5.7 Vistas del conjunto final 54

Conclusiones 59

Bibliografía 60

Anexo A: Memoria de cálculo 61
Cálculo de bulones de fijación del motovibrador 61
Cálculo de diámetro de eje de conexión 62

Anexo B: Hoja de datos 67

Anexo C: Planos constructivos 121

Introducción

La industria aceitera juega un papel fundamental en la economía global, siendo la producción y exportación de aceite y subproductos de soja uno de sus principales pilares. En este contexto, la eficiencia en la cadena logística y en los procesos operativos dentro de las terminales aceiteras es crucial para mantener la competitividad. Uno de los desafíos recurrentes en esta industria es la descarga eficiente de harina de soja desde los vagones de tren, especialmente cuando el producto llega en condiciones de compactación, lo que dificulta su manipulación y aumenta los tiempos de operación.

La harina de soja, un subproducto del proceso de extracción de aceite, tiende a compactarse durante su transporte debido a factores como la presión ejercida por la propia carga, la humedad ambiental y la temperatura. Este problema se ve agravado en condiciones de carga caliente, donde el enfriamiento gradual puede provocar que la harina se solidifique en bloques duros. Al llegar a las terminales portuarias, estos bloques deben ser descompactados para permitir la descarga eficiente, lo cual actualmente se realiza de manera manual. Los operarios emplean mazas y otras herramientas rudimentarias para romper la harina compactada, lo que no solo es un proceso lento y laborioso, sino que también representa riesgos significativos para la salud y seguridad laboral.

La dependencia en métodos manuales de descompactación no solo afecta la productividad, sino que también genera costos adicionales asociados con la mano de obra y el mantenimiento de los vagones de carga, los cuales pueden sufrir daños debido al uso de herramientas de impacto. Ante estos desafíos, surge la necesidad de desarrollar una solución tecnológica innovadora que permita automatizar y optimizar el proceso de descarga, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los riesgos laborales.

En la búsqueda de soluciones tecnológicas, se han identificado varias alternativas que podrían aplicarse para fluidificar la harina de soja dentro de los vagones y facilitar su descarga. Entre estas alternativas destacan los sistemas de aire comprimido, los sistemas de ultrasonido y los sistemas de vibración. De estas opciones, la vibración se

presenta como una de las más prometedoras, dado que ha sido ampliamente utilizada en la industria para la manipulación de materiales granulares y pulverulentos [5, 6, 7].

Diversos estudios han demostrado que la vibración aplicada a tolvas y silos puede modificar sustancialmente el comportamiento de flujo. Wassgren observo que, hasta aproximadamente 20 Hz, la tasa de descarga aumenta debido a que el material adherido a las paredes comienza a fluir a la misma velocidad que el del centro, logrando un vaciado más uniforme. Sin embargo, a frecuencias superiores a 30 Hz, se produce el fenómeno conocido como embudo invertido [5]. Por otro lado, Kumar demostro mediante simulaciones DEM y validación experimental que la descarga aumenta respecto al flujo puramente gravitatorio, aunque aparece como efecto secundario una mayor segregación de partículas [7]. Estos resultados marcan la importancia de seleccionar cuidadosamente la frecuencia y amplitud de vibración, de modo de maximizar la descarga minimizando efectos no deseados.

La aplicación de estos conocimientos al ámbito industrial requiere no solo comprender la física del flujo granular, sino también diseñar y dimensionar un sistema vibratorio confiable. Los vibradores eléctricos industriales, como la gama OLI MVE, ofrecen un rango de operación que va desde 20 Hz hasta la frecuencia nominal (50–60 Hz), con fuerzas centrífugas ajustables de hasta 26.000 kgf. Estos equipos han sido probados en aplicaciones de fluidificación, transporte y cribado de materiales sólidos a granel, demostrando su robustez y confiabilidad en entornos industriales severos. Integrar esta tecnología a la descarga de vagones representa una oportunidad de innovación con fuerte impacto en la industria aceitera.

Además del aspecto operativo, la implementación de un sistema vibratorio automatizado aporta beneficios significativos en términos de seguridad laboral, al eliminar la necesidad de que los operarios ingresen debajo de los vagones para golpear manualmente los bloques de harina. También contribuye a la sustentabilidad económica, al reducir tiempos de descarga y costos de mantenimiento, y a la sustentabilidad social, al mejorar las condiciones de trabajo.

Desde el punto de vista ingenieril, este proyecto implica abordar el problema de manera integral, aplicando herramientas de cálculo estructural y resistencia de materiales [1, 2,

3, 4], validando hipótesis mediante simulaciones de elementos finitos y seleccionando componentes comerciales que aseguren la viabilidad técnica y económica del sistema.

En síntesis, la mejora del proceso de descarga de harina de soja compactada no solo tiene el potencial de incrementar la eficiencia operativa de las terminales portuarias, sino que también representa un avance significativo en términos de innovación tecnológica aplicada a la industria aceitera. A través de este proyecto de tesis se busca desarrollar un sistema vibratorio capaz de resolver un problema técnico concreto, al mismo tiempo que se contribuye al bienestar de los operarios, al mantenimiento de la calidad del producto y a la competitividad de la industria en el mercado global.

Capítulo 1: Análisis de la Compactación de Harina de Soja en el Transporte Ferroviario

1.1 Introducción al Fenómeno de la Compactación

La compactación es un fenómeno común en materiales granulares, como la harina de soja, y ocurre cuando las partículas del material se agrupan y se comprimen, reduciendo su volumen y aumentando su densidad. En el contexto del transporte ferroviario, la compactación de la harina de soja se produce debido a la combinación de varios factores, incluyendo la presión ejercida por el peso de la carga, la vibración del vagón durante el trayecto, y las condiciones ambientales como la humedad y la temperatura.

La harina de soja, al ser un subproducto del proceso de extracción de aceite, presenta características físicas que la hacen susceptible a la compactación, especialmente cuando es transportada en grandes volúmenes. Este fenómeno no solo dificulta el manejo del material durante la descarga, sino que también puede afectar su calidad, comprometiendo su valor en el mercado.

1.2 Variables que influyen en la compactación

El grado de compactación de la harina de soja depende de una serie de variables:

- Humedad Relativa: La humedad es uno de los factores más críticos que influye en la compactación. La harina de soja tiene la capacidad de absorber humedad del ambiente, lo que puede provocar la aglomeración de partículas y, en consecuencia, la formación de bloques compactos difíciles de manejar.
- Temperatura de la Harina: La temperatura a la que la harina es cargada en el vagón y las fluctuaciones térmicas durante el transporte influyen significativamente en su compactación. Las temperaturas elevadas favorecen procesos físicos y químicos que incrementan la cohesión entre las partículas. En condiciones de alta temperatura, las proteínas y los carbohidratos de la harina

pueden volverse más aglutinantes, mientras que las grasas residuales podrían contribuir a la adhesión si se vuelven pegajosas.

En el caso de estudio, las temperaturas varían según la estación. Durante el invierno, oscilan entre 25 y 30 grados Celsius, un rango moderado que limita parcialmente el impacto de la temperatura en la compactación. Sin embargo, en verano, las temperaturas alcanzan entre 35 y 40 grados Celsius, lo que exacerba el problema. Estas temperaturas elevadas intensifican la gelatinización de los carbohidratos y la actividad higroscópica de las proteínas, incrementando la densidad y cohesión del material durante el transporte. Por tanto, la estación cálida presenta un desafío considerable para el manejo eficiente de la harina en la descarga.

- Presión de la Carga: El peso de la harina almacenada en un vagón genera una presión considerable sobre las capas inferiores del producto, lo que incrementa su compactación. Este fenómeno se intensifica en vagones cargados entre el 90% y el 95% de su capacidad, donde el peso total del material ejerce una fuerza significativa que comprime las partículas inferiores.

  En el caso en estudio, con un nivel de llenado cercano al máximo, las capas inferiores de la harina soportan una presión elevada debido al peso acumulado de las capas superiores. Esta condición favorece una mayor compactación, especialmente en materiales como la harina de soja, que presenta alta cohesión y sensibilidad a la presión por su composición y granulometría.

- Tiempo de Almacenamiento y Transporte: El tiempo que la harina permanece almacenada en el vagón antes de su descarga es un factor crucial en su compactación. Durante el transporte, que en este caso es de 48 horas, la harina está expuesta a las vibraciones constantes del tren, que facilitan el desplazamiento y la intercalación de partículas, promoviendo una mayor densidad en las capas inferiores. Además, si el transporte ocurre bajo condiciones variables de humedad y temperatura, como cambios entre climas húmedos y secos o días cálidos y noches frías, estos factores potencian la cohesión entre las partículas.

El nivel de compactación puede incrementarse significativamente con el paso del tiempo debido a la presión generada por el peso del material y la interacción de sus componentes con el entorno, particularmente si el contenido de humedad o la exposición prolongada favorecen la gelatinización de carbohidratos y la acción aglutinante de las proteínas. Estas condiciones exigen medidas de manejo adecuadas al momento de la descarga para minimizar los impactos del almacenamiento prolongado.

- Composición química de la harina: La compactación de la harina de soja está significativamente influenciada por la interacción de sus componentes principales: proteínas, carbohidratos, grasas, fibra, minerales y la humedad. En el caso de la harina bajo estudio, con una composición de 46% de proteínas, 12.5% de humedad, 2% de materia grasa y 4% de fibra, estas características determinan en gran medida su comportamiento durante el transporte y almacenamiento.

  Las proteínas, que constituyen casi la mitad de la composición, son altamente higroscópicas y tienden a absorber la humedad ambiental, lo que provoca su hinchazón y refuerza la cohesión entre partículas, actuando como aglutinantes naturales. Este efecto se amplifica por la alta proporción de humedad presente en la harina (12.5%), creando un entorno que favorece la compactación.

  Los carbohidratos, incluyendo almidones, gelatinizan en presencia de humedad, volviéndose pegajosos y promoviendo una mayor adhesión entre partículas. Además, los azúcares contenidos en los carbohidratos pueden disolverse parcialmente, formando soluciones que aumentan la cohesión del material.

  Aunque la materia grasa representa un porcentaje menor (2%), su influencia es dual: en condiciones normales puede actuar como lubricante, reduciendo la fricción entre partículas; sin embargo, cuando se oxida o está sometida a temperaturas elevadas, puede volverse pegajosa, incrementando la compactación. La fibra (4%), conocida por su capacidad para absorber grandes cantidades de agua, se expande significativamente en condiciones húmedas, aumentando la densidad del material y favoreciendo la compactación,

especialmente durante el almacenamiento prolongado o el transporte en climas húmedos.

Por último, los minerales y las sales presentes forman puentes capilares en ambientes húmedos, incrementando la cohesión y densidad del material. En conjunto, estas interacciones químicas y físicas resultan en una harina que, bajo presión o vibración durante el transporte, tiende a compactarse significativamente.

1.3 Consecuencias de la Compactación en el Transporte Ferroviario

La compactación de la harina de soja durante su transporte ferroviario tiene varias consecuencias negativas:

- Dificultades en la Descarga: La principal consecuencia de la compactación es la dificultad para descargar el material de los vagones. La formación de bloques compactos impide que la harina fluya libremente a través de las bocas de descarga, lo que requiere de intervención manual para romper los bloques y facilitar la salida del producto.
- Aumento de Costos Operativos: La necesidad de intervenciones manuales para descompactar la harina aumenta los costos operativos. Esto incluye el costo de la mano de obra adicional necesaria para realizar estas tareas, así como el tiempo extra requerido para completar la descarga.
- Riesgo para la Seguridad Laboral: El uso de herramientas manuales para descompactar la harina, como mazas, representa un riesgo significativo para la seguridad de los operarios. Lesiones por esfuerzo físico y accidentes durante el proceso de descarga son riesgos comunes en este contexto.
- Impacto en la Calidad del Producto: La compactación puede afectar la calidad de la harina de soja, ya que el manejo agresivo del material durante la descompactación puede dañar las partículas y causar pérdida de producto. Además, existe un riesgo de contaminación si el proceso no se realiza en condiciones controladas.

1.4 Condiciones Específicas del Transporte Ferroviario

El transporte ferroviario de harina de soja presenta condiciones específicas que contribuyen a la compactación:

- Características de los Vagones de Carga: Los vagones utilizados para el transporte de harina de soja están diseñados para maximizar la capacidad de carga, pero estas características también pueden favorecer la compactación del material. El tamaño y diseño estructural de los vagones pueden generar zonas de alta presión, especialmente en las capas inferiores, debido al peso acumulado y la distribución de fuerzas dentro del material.

  En nuestro caso, nos enfocaremos en el modelo de vagón granelero CT-75 cuadrado (**Figura 1-1)**. Este vagón es particularmente crítico debido a su geometría, ya que las paredes rectas y las esquinas tienden a generar un mayor confinamiento del material. Esta forma contribuye a una compactación más severa, dificultando el flujo de la harina durante la descarga, especialmente en las áreas cercanas a las esquinas y en las partes más profundas del vagón. Por lo tanto, el CT-75 cuadrado representa un desafío significativo en el diseño de soluciones efectivas para el manejo y descompactación de la harina de soja.



Figura 1-1: Vagón granelero CT-75.

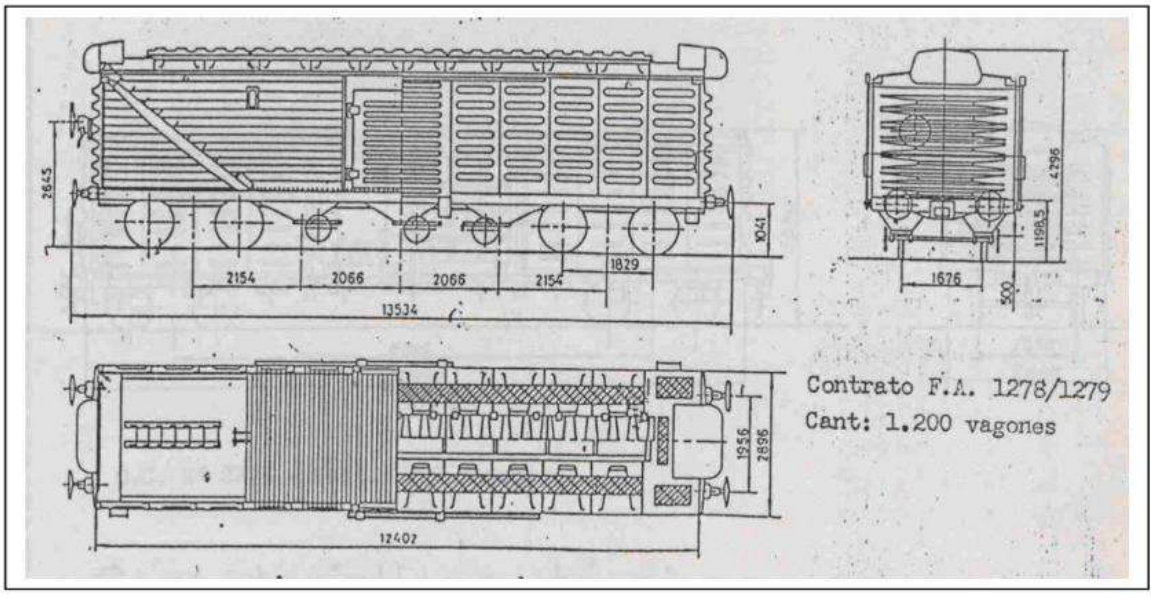


Figura 1-2: Plano vagón granelero CT-75.

- Vibraciones Durante el trayecto: El movimiento del tren genera vibraciones constantes que afectan la carga dentro de los vagones. Estas vibraciones pueden causar que las partículas de harina se reacomoden y se compacten, especialmente en las zonas donde la presión es mayor.
- Condiciones Climáticas a lo Largo de la Ruta: Las variaciones climáticas a lo largo de la ruta de transporte, como cambios bruscos en la temperatura y la humedad, pueden agravar el problema de la compactación. Estas condiciones son especialmente críticas en rutas largas o en climas variables.

Capítulo 2: Análisis de Soluciones para la Descompactación de Harina de Soja

2.1 Objetivo General

Lograr la descompactación eficiente de la harina de soja en vagones ferroviarios, con el fin de garantizar una descarga rápida, segura y completa del material en la Terminal 6 (Puerto General San Martín, Santa Fe), reduciendo tiempos operativos, preservando la calidad del producto y mejorando las condiciones laborales de los operarios.

2.2 Análisis de Soluciones para la Descompactación de Harina de Soja

En el desarrollo de este proyecto se consideraron tres alternativas tecnológicas para resolver los problemas de compactación de la harina de soja durante su transporte y descarga en vagones de tren:

2.2.1 Evaluación de la Lanza con Aire Comprimido

La primera propuesta consistía en una lanza que, mediante pulsos de aire comprimido, buscaba descompactar la harina desde su interior. Sin embargo, la composición de la harina de soja, con un contenido de 46% de proteínas y 12,5% de humedad, presenta desafíos significativos. Las proteínas, altamente higroscópicas, generan una cohesión elevada entre partículas que no puede ser contrarrestada eficazmente con aire comprimido. Además, la distribución del aire dentro del material resulta inconsistente, generando canales parciales y no un descompactado uniforme.

Desde el punto de vista operativo, el sistema también presenta desventajas en términos de seguridad y medio ambiente. El uso de aire comprimido incrementaría la dispersión de partículas finas, intensificando los niveles de polvo en suspensión, lo cual representa un

riesgo para la salud de los operarios y aumenta la probabilidad de explosiones de polvo, un problema recurrente en el manejo de materiales pulverulentos.

2.2.2 Evaluación de la Lanza con Dispositivo Vibratorio

La segunda alternativa consistía en una lanza vibratoria con la vibración localizada en la punta. Aunque conceptualmente atractiva, presenta limitaciones prácticas. La propagación de la vibración es insuficiente en materiales de alta cohesión, como la harina de soja compactada, lo que conduce al fenómeno de canalización. Esto significa que la vibración actúa solo en la zona inmediata de contacto, mientras que el resto de la masa permanece estática, dificultando un vaciado uniforme.

La canalización no solo limita la capacidad de descarga, sino que también puede generar bolsas de aire y bloqueos adicionales. Además, las vibraciones localizadas producen un desgaste acelerado en la punta de la lanza y obligan al operador a reposicionar constantemente el equipo, lo que incrementa la complejidad operativa, los tiempos de descarga y los riesgos laborales en un entorno con alta concentración de polvo.

2.2.3 Evaluación del Vibrador Externo Acoplado al Vagón

La tercera alternativa consistió en evaluar la instalación de un vibrador externo acoplado a la estructura del vagón. En este caso, la vibración se transmite a todo el conjunto, movilizando globalmente el material, disminuyendo las fuerzas cohesivas y promoviendo un flujo uniforme hacia las bocas de descarga. Estudios previos sobre vibración en materiales granulares demuestran que este método puede optimizar significativamente la descarga, incluso en productos altamente cohesivos.

En cuanto a implementación, el sistema resulta más sencillo y adaptable a diferentes modelos de vagones, sin necesidad de modificaciones internas ni contacto directo con el producto. Al no manipular la harina desde su interior, mejora la seguridad de los operarios y reduce la exposición al polvo. Desde el punto de vista económico, los costos de inversión y operación son inferiores a los de las otras alternativas, y el mantenimiento resulta más simple.

2.3 Conclusión del Análisis de Soluciones

Tras analizar las tres alternativas planteadas, se concluye que la instalación de un vibrador externo acoplado al vagón es la opción más adecuada para cumplir los objetivos definidos. Frente a la lanza con aire comprimido, evita la dispersión de polvo y los altos costos operativos; frente a la lanza vibratoria, resuelve la limitación de alcance y la canalización del material. El sistema vibratorio externo garantiza un descompactado uniforme, costos razonables, simplicidad operativa y un entorno de trabajo más seguro, constituyendo la mejor solución técnica y económica para el problema planteado.

Capítulo 3: Fundamentos del sistema de vibración

3.1 Vibraciones horizontales como solución industrial

Las vibraciones horizontales constituyen una estrategia eficaz para promover el flujo de materiales granulares en tolvas y contenedores. A diferencia de las vibraciones verticales, que actúan contrarrestando la gravedad, las horizontales introducen movimientos laterales de cizallamiento en la masa de material. Esto reacomoda las partículas, rompe los puentes cohesivos y facilita que el producto fluya por gravedad hacia las bocas de descarga.

Ensayos experimentales y simulaciones numéricas [7] han demostrado que este método incrementa significativamente el caudal de descarga respecto al flujo puramente gravitatorio. El principio fundamental es que el movimiento lateral reduce las fuerzas normales entre partículas, disminuyendo la fricción estática y liberando material previamente bloqueado.

Entre sus ventajas se destacan:

- Mayor caudal de descarga en materiales de alta cohesión.
- Acción global sobre el volumen del material, transmitida desde las paredes del contenedor.
- Compatibilidad con vagones existentes, al poder acoplar vibradores externos sin modificar la geometría interna.

Como limitación, se reconoce la posibilidad de segregación de partículas en mezclas heterogéneas, aunque en el caso de la harina de soja este efecto es despreciable debido a su granulometría uniforme.

3.2 Parámetro de diseño: aceleración adimensional (Γ)

El desempeño del sistema vibratorio no depende únicamente de la frecuencia de oscilación ni de la amplitud de forma aislada, sino de la combinación de ambas variables. Para cuantificar este efecto se utiliza el parámetro adimensional de aceleración (Γ) (ver Ecuación (3.1)).

$$\Gamma = \frac{a}{g} = \frac{(2\pi f)^2 A}{g} \quad (3.1)$$

donde:

- f es la frecuencia de vibración.
- A la amplitud del movimiento.
- g la aceleración de la gravedad.

Este parámetro expresa la aceleración máxima impuesta al material en unidades de gravedad, lo que permite comparar distintas configuraciones de vibración de manera independiente de la escala.

Sin embargo, los estudios experimentales han demostrado que el comportamiento del flujo granular no depende exclusivamente del valor de Γ, sino también de la frecuencia de excitación con la cual se alcanza [5, 7]. De esta forma, un mismo rango de aceleración adimensional puede generar respuestas muy diferentes según la frecuencia aplicada.

Tabla 3-1: Resultados experimentales del estudio [7].

Frecuencia (Hz)	Aceleración (G)	Observaciones
10	3 - 4	Se maximiza el flujo, pero requiere grandes desplazamientos.
15	1.5 - 2.5	Mejora el flujo sin compactaciones secundarias.
20	2 - 6	Transición a flujo inverso, mejora descarga en paredes.
30	1.5 - 3	Sincronización con la vibración, fase de caída libre.
40	1 - 2.5	Flujo estable y uniforme, menor sensibilidad a G.
45	1 - 2	Descarga uniforme, baja amplitud requerida.
50	1 - 2	Flujo estable, menos efecto de la vibración en el material.

Al analizar los resultados obtenidos para las distintas frecuencias y aceleraciones adimensionales (**Tabla 3-1**), se observa que la descarga mejora progresivamente hasta

valores cercanos a 20 Hz, momento en el cual el material adherido a las paredes de la tolva comienza a movilizarse de forma simultánea con el ubicado en el centro, logrando un flujo más uniforme. Este comportamiento coincide con la formación de celdas de convección inducidas por la vibración, que favorecen la fluidificación del lecho granular y reducen la tendencia al bloqueo.

No obstante, a partir de frecuencias en torno a 30 Hz, la tendencia se revierte: la tasa de descarga disminuye debido a una reducción de la densidad aparente del material y a la aparición de un patrón de flujo tipo embudo invertido, en el que las partículas del centro se desplazan con menor velocidad respecto a las cercanas a las paredes.

En consecuencia, puede afirmarse que existe una frecuencia de excitación óptima en torno a 20 Hz, que maximiza el caudal, mientras que frecuencias superiores resultan contraproducentes para la eficiencia del proceso.

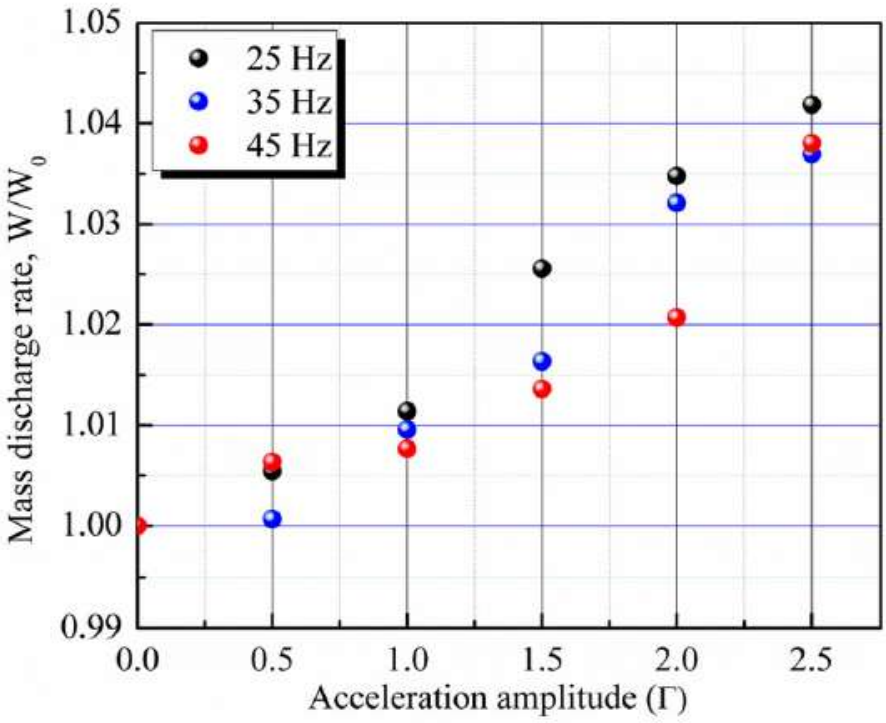


Figura 3-2: Relación entre la tasa de descarga y la aceleración a diferentes frecuencias [7]

Finalmente, aplicando la ecuación (3.1) (Γ), se calcularon las amplitudes de oscilación necesarias para reproducir los valores de referencia. Estos resultados se presentan en la **Tabla 3-2**, donde se observan los desplazamientos requeridos en función de la frecuencia de operación.

Tabla 3-2: Ecuación (3.1) aplicada para los distintos valores de Frecuencia y Aceleración

Frecuencia (Hz)	Amplitud (mm)
10	7.5 - 10
15	1.66 - 2.77
20	1.24 - 3.7
30	0.41 - 0.83
40	0.15 - 0.39
45	0.19 - 0.39
50	0.14 - 0.20

De esta manera, se concluye que el diseño del sistema debe orientarse a trabajar en torno a 20 Hz, con amplitudes comprendidas entre 1,2 mm y 3,7 mm, rango identificado como el más efectivo para la descompactación de harina de soja en vagones ferroviarios.

Capítulo 4: Definición del diseño preliminar

Con el fin de compatibilizar el diseño conceptual del sistema vibratorio con la infraestructura existente, se realizó una visita técnica a la planta de Terminal 6, en San Lorenzo. En esta instancia se relevaron las dimensiones generales del galpón, el espacio disponible para el montaje del equipo y las características de los vagones graneleros utilizados en la descarga de harina de soja.

Durante el relevamiento se observaron las condiciones reales de operación y, en particular, los puntos críticos de compactación del material, identificables por las marcas dejadas por los golpes de maza que actualmente realizan los operarios (**Figura 4-1)**. Estos puntos se concentran en la parte baja de los vagones, lo cual determinó que el sistema propuesto debía transmitir la vibración a esa misma altura. De esta forma, se garantiza que el nuevo diseño replica la práctica empíricamente validada en planta, pero de manera automatizada y segura.



Figura 4-1: zona critica para descompactación

En base a estas observaciones se establecieron las dimensiones preliminares del conjunto, definiendo la altura de trabajo del cabezal, la ubicación del sistema respecto al costado del vagón y la superficie de apoyo. Asimismo, se determinó que el equipo se instalará sobre la base de hormigón existente.

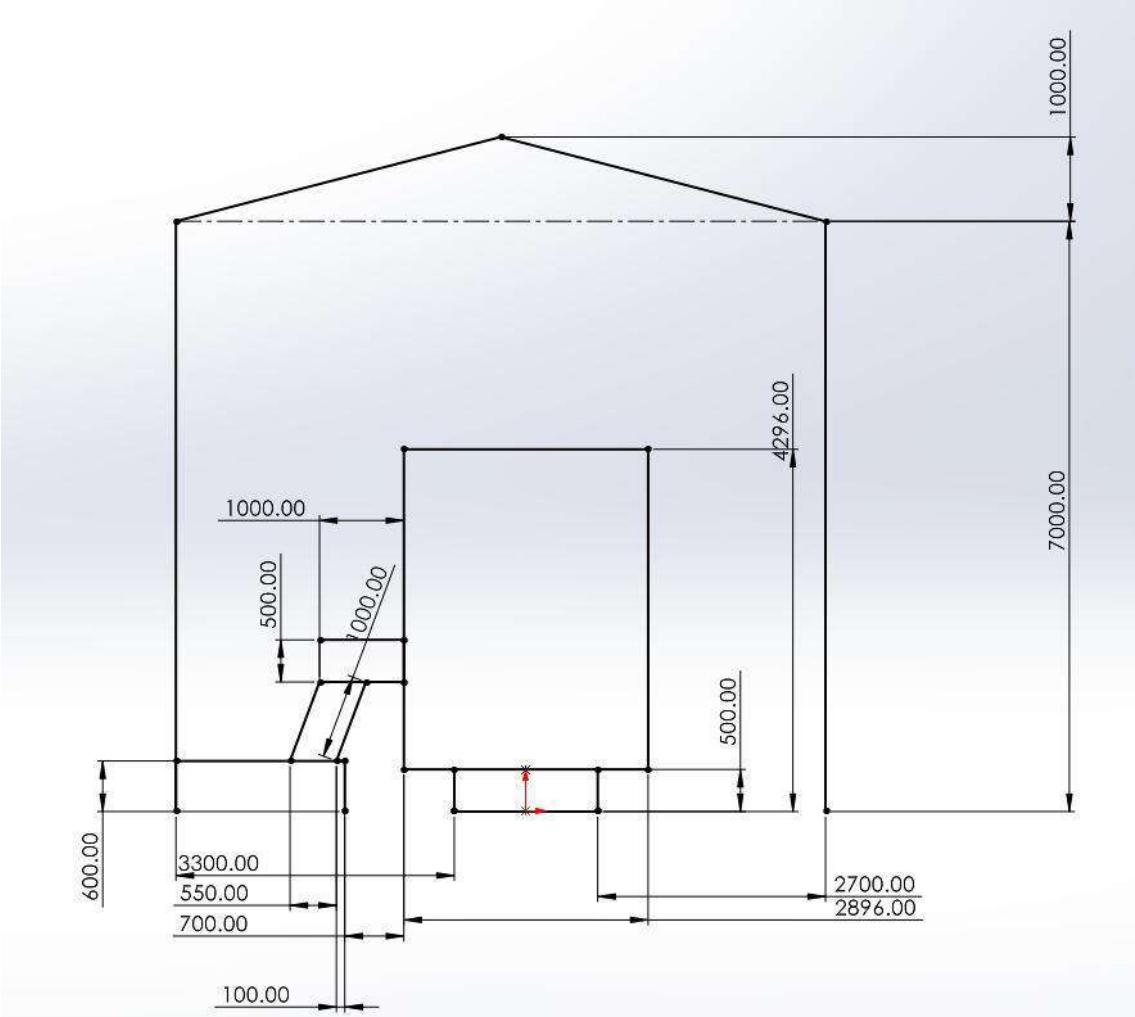


Figura 4-2: Dimensiones preliminares

Este relevamiento inicial permitió compatibilizar el diseño conceptual con la infraestructura disponible, asegurando la viabilidad del proyecto y evitando interferencias con la circulación ferroviaria.

Capítulo 5: Dimensionamiento estructural y selección de componentes

5.1 Selección de vibradores industriales

A partir del rango óptimo de operación definido (20 Hz y amplitudes entre 1,2 mm y 3,7 mm), se procedió a la selección de los motovibradores que permitan alcanzar dichas condiciones en servicio.

Se evaluaron distintas alternativas comerciales y finalmente se seleccionaron dos unidades de la línea OLI MVE 950/15E-50A0, pertenecientes a la gama estándar de vibradores eléctricos industriales. Cada unidad cuenta con un momento excéntrico de 75,6 kgcm y una masa de 33 kg, lo que asegura robustez en operación continua [8].

La elección de instalar dos vibradores en lugar de uno responde a los siguientes criterios técnicos:

- Equilibrio dinámico: la disposición simétrica de los dos equipos permite que las fuerzas centrífugas transversales se cancelen entre sí, evitando la transmisión de vibraciones indeseadas hacia la estructura de soporte.
- Incremento de la fuerza centrífuga útil: al trabajar en sincronía, ambos vibradores suman sus efectos en la dirección deseada, alcanzando la amplitud de diseño sin exigir un único equipo al límite de su capacidad.
- Uniformidad de la excitación: el empleo de dos unidades distribuye de manera más homogénea el patrón vibratorio sobre la superficie de contacto con el vagón, mejorando la efectividad en la descompactación del material.

El cálculo teórico de amplitud se realizó utilizando la fórmula provista en el catálogo de OLI (ver Ecuación (5.1)), resultando un valor de 3,29 mm, que se encuentra dentro del rango buscado.

$$e = \frac{5((nW_m))}{nM_{mot}+M_{vm}} \text{ (5.1)}$$

Donde:

- e es la amplitud de vibración
- n es el número de motores vibrantes
- W_m es el momento de trabajo
- M_{mot} es peso del motor
- M_{vm} es el peso de la maquina vibrante, sin material y sin motores

Tabla 5-1: Calculo de amplitud utilizando formula (5.1)

Calculo Amplitud Teórico (OLI)	
n	2
Wm [kgcm]	75,6
Mmot [kg]	33
Mvm [kg]	164
e [mm]	3,29

Con el objetivo de reproducir en el modelo CAD el efecto dinámico de los motovibradores y validar la amplitud obtenida en los cálculos teóricos, se implementó una simulación en SolidWorks utilizando como base el momento excéntrico W_m provisto por el fabricante.

El momento excéntrico se define en la ecuación (5.2)

$$W_m = mr \text{ (5.2)}$$

Donde:

- W_m es el momento excéntrico [kgcm]
- m es la masa de la pesa excéntrica [kg]
- r es el radio de excentricidad [cm]

A partir de la información de catálogo, con $W_m = 75{,}6\ kg$ y el peso del vibrador $m = 33\ kg$, se despejó el valor r

$$r = \frac{W_m}{m} = \frac{75{,}6\ kgcm}{33\ kg} = 2{,}9\ cm$$

Con este valor, se construyó un modelo simplificado del vibrador en SolidWorks (**Figura 5-1)**, asignando la masa puntual correspondiente al valor de catálogo y ubicada al radio calculado. De esta forma, el software replicó el comportamiento dinámico realista del vibrador y permitió obtener la amplitud de vibración resultante, la cual se comparó con la predicción teórica.

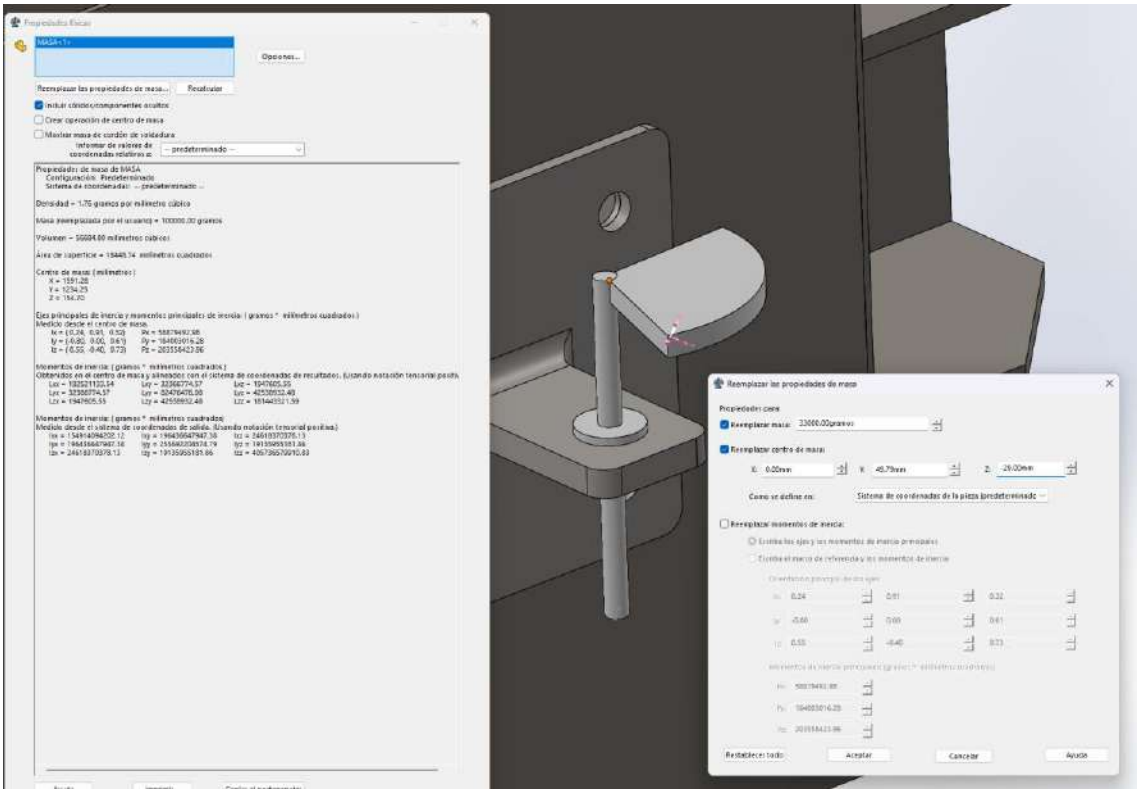


Figura 5-1: Modelo simplificado en SolidWorks.

El resultado de la simulación indicó una amplitud de aproximadamente 2 mm (**Figura 5-2**), inferior al valor teórico de 3,29 mm obtenido mediante la ecuación (5.1). Esta diferencia se explica porque en el montaje real se decidió incorporar un acumulador neumático tipo Firestone 1M1A-1, alimentado con la presión de planta de 6 bar. De acuerdo con el catálogo técnico, este elemento presenta un comportamiento equivalente a un resorte con constante elástica de 71,66 kN/m [9]. La presencia de este componente modifica la rigidez efectiva del sistema, reduciendo la amplitud respecto del cálculo ideal, pero a la vez aportando beneficios importantes, como la disminución de picos de carga transmitidos al chasis del vagón y una respuesta vibratoria más estable y controlada.

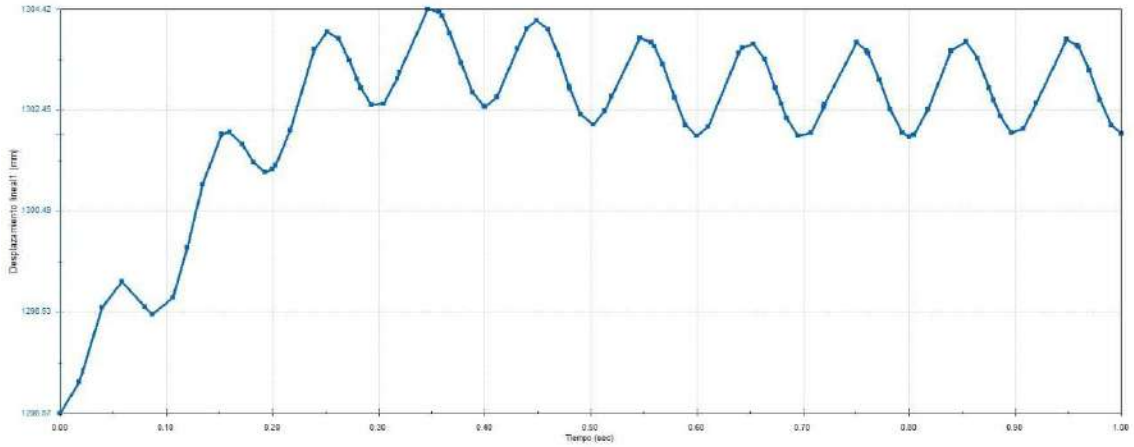


Figura 5-2: Resultado de amplitud obtenida a partir de los vibradores industriales.

De este modo, aun cuando la amplitud final obtenida en la simulación es menor que la teórica, el valor de 2 mm se mantiene dentro del rango considerado efectivo para la descompactación de sólidos granulares compactados, lo que asegura que el sistema cumpla con su objetivo operativo.

5.2 Validación por impacto equivalente

El objetivo de este análisis fue estimar la magnitud de la fuerza necesaria para lograr la descompactación del material (harina de soja) en el interior de los vagones ferroviarios, problema recurrente que afecta la eficiencia operativa en el proceso de descarga. Para ello se tomó como referencia empírica el golpe manual con maza metálica que actualmente realizan los operarios.

Este procedimiento, aunque rudimentario, ha demostrado en la práctica ser eficaz para vencer la cohesión y fricción interna del material compactado, permitiendo restablecer el flujo de la harina hacia las bocas de descarga. A partir de esta base experimental se estimó la energía cinética transferida por el impacto, la cual constituye un valor de referencia que el sistema automatizado debe ser capaz de reproducir.

5.2.1 Estimación de energía cinética del impacto

Para dimensionar la fuerza que el sistema de vibración debe simular, se parte de la energía cinética generada por el impacto de una maza manipulada por un operario. Este impacto, probado en campo, ha demostrado ser efectivo para des compactar harina de soja dentro de los vagones ferroviarios.



Figura 5-3: Practica de descompactación actual

El operario sostiene la masa y realiza un golpe mediante un movimiento pendular, que puede ser modelado como un sistema de masa puntual rotando a lo largo de un brazo de longitud definida. En este contexto, la energía cinética del sistema se calcula a partir de la ecuación (5.3).

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (5.3)$$

Donde:

- v es la masa total del sistema oscilante (maza).
- m es la velocidad lineal de la masa en el instante del impacto.

Se define el recorrido del extremo de la masa como un arco circular (ver Ecuación (5.4))

$$L = r\theta \quad (5.4)$$

Donde:

- L es la longitud del arco recorrido por la masa.
- r es la longitud efectiva del brazo.
- θ es el ángulo recorrido.

Luego, se estima la velocidad media (ver Ecuación (5.5))

$$v = \frac{L}{t} \quad (5.5)$$

Donde:

- t es el tiempo estimado que demora el operario en ejecutar el golpe [s]

Tabla 5-2: Datos cálculos energía cinética

ENERGIA CINETICA	
Largo brazo [m]	0,6
Largo maza [m]	0,9
Masa [kg]	7

Tiempo para hacer el recorrido [s]	1
Angulo de recorrido [°]	210
Recorrido total [m]	5,50
Velocidad [m/s]	5,50
Energía cinética [J]	105,79

A partir de estos valores se obtuvo que la energía cinética liberada en cada golpe manual asciende a aproximadamente 106 J. Este resultado se adoptó como referencia de diseño, de modo que el cabezal del sistema vibratorio deberá alcanzar una velocidad de oscilación equivalente para reproducir el mismo efecto de descompactación observado en planta.

5.2.2 Determinación de la velocidad equivalente al impacto manual

Una vez estimada la energía cinética efectiva del impacto manual, el siguiente paso consiste en determinar cuál debería ser la velocidad de impacto de un sistema vibrador o cabezal oscilante, de masa equivalente, para generar la misma energía.

Dicha velocidad se obtiene despejando la ecuación (5.6)

$$v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}} \quad (5.6)$$

Tabla 5-3: Datos cálculo velocidad requerida para impacto

Peso de nuestro cabezal [kg]	180
Velocidad requerida al impacto para generar la misma energía [m/s]	1,08

En el cálculo teórico se determinó que la velocidad de impacto necesaria para reproducir la energía cinética del golpe del operario es de 1,084 m/s. Este valor constituye la referencia de diseño frente a la cual debía validarse el sistema vibratorio.

Posteriormente, mediante la simulación dinámica en SolidWorks, se midió la velocidad en el punto de interés del cabezal (zona contacto con vagón). Los resultados muestran que la señal simulada oscila alrededor de dicho valor teórico, con un promedio cercano al valor calculado previamente **(Figura 5-4)**.

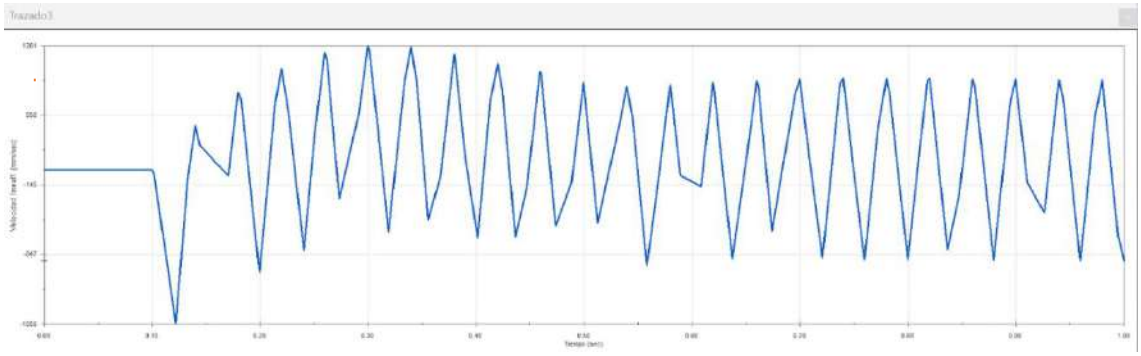


Figura 5-4: Grafica de velocidad obtenida en zona de contacto con vagón

Esta coherencia entre el cálculo analítico y la respuesta numérica confirma que el modelo implementado es capaz de reproducir fielmente las condiciones requeridas para lograr la descompactación efectiva del material.

5.2.3 Determinación de la fuerza a partir del modelo de resorte lineal

Además del cálculo basado en el modelo del operario, se realizó una estimación de la rigidez estructural del vagón mediante un análisis estático en SolidWorks. Para ello, se construyó un modelo simplificado del sector de chapa donde se apoyaría el cabezal, con dimensiones y material equivalentes al real.

En la simulación se aplicó una carga puntual de 1 N, registrando la deformación resultante (**Figura 5-5)**. Con este dato se determinó la rigidez k (ver Ecuación (5.7))

$$k = \frac{F}{\delta} \quad (5.7)$$

Donde:

- F es la fuerza aplicada.
- δ es la deformación obtenida en el modelo.

En un principio, dicha simulación se realizó con una chapa lisa, dando valores de deformaciones altísimos debido a la falta de rigidez.

Notamos la existencia de cierto patrón en los laterales del vagón, el cual intentamos replicar utilizando las dimensiones del vagón y la cantidad de relieves que se observaban.

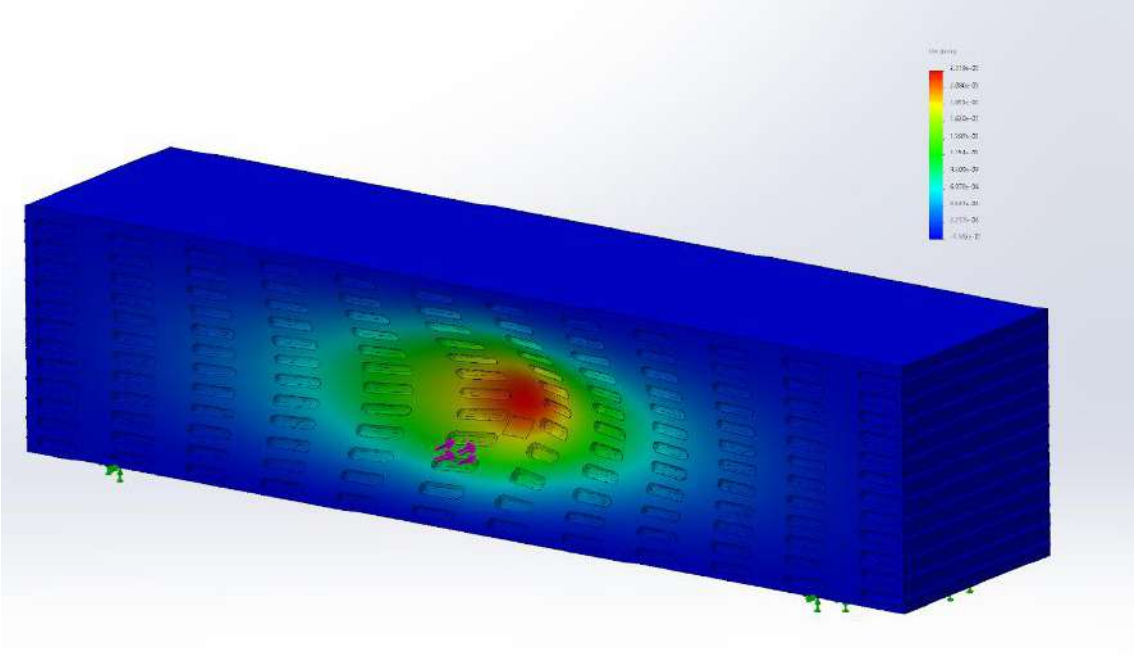


Figura 5-5: Deformación resultante en modelo simplificado del vagón.

Con ello, obtuvimos la deformación:

$$\delta = 0{,}002319\ mm$$

Despejando:

$$k = 431{,}22 \frac{N}{mm} \quad (5.7)$$

Tomando como hipótesis un sistema ideal donde la energía cinética es transferida a la chapa en su totalidad, a modo de energía de deformación (U), podemos calcular la

energía transferida tomando la chapa como un resorte con la constante de elasticidad obtenida anteriormente (ver Ecuación (5.8))

$$Ec = U \quad (5.8)$$

$$105{,}78\,J = \frac{F^2}{2k}$$

Despejando F de la ecuación (5.8):

$$F = 9551{,}82\,N$$

5.3 Dimensionamiento de los brazos de transmisión

El sistema de des compactación por vibración se basa en un cabezal móvil que transmite energía mecánica al vagón ferroviario. Este cabezal se encuentra vinculado estructuralmente a través de brazos que conectan la fuente vibratoria con el punto de impacto. El correcto dimensionamiento de estos brazos es fundamental, ya que deben soportar tanto las cargas generadas durante la transmisión del impacto como las solicitaciones asociadas a la masa del cabezal en movimiento.

Dado que la energía generada por el cabezal se transmite a través de estos elementos estructurales, los mismos están sometidos a esfuerzos combinados de compresión axial y flexión, dependiendo de la orientación del sistema respecto al plano de impacto. Por este motivo, se procede a descomponer la fuerza total transmitida al vagón en sus componentes según el ángulo de ataque, y a calcular las fuerzas internas que actúan sobre cada brazo.

Consideraciones:

- Masa total del cabezal de 180 kg.
- El sistema está compuesto por 4 brazos simétricamente distribuidos.
- La fuerza se transmite al vagón en una dirección inclinada, formando un ángulo de 70° con la horizontal (Posición final del mecanismo).

5.3.1 Calculo de fuerzas actuantes

Por un lado, la fuerza que deben soportar los brazos por el peso del cabezal (ver Ecuación (5.9))

$$F_{peso} = mg \quad (5.9)$$

Sin embargo, además de su peso, el cabezal transmite una fuerza asociada a la energía del impacto, la cual se tomó como fuerza de diseño, previamente calculada en la sección anterior a partir de la deformación de chapa. Dicha fuerza actúa en una dirección inclinada respecto de la horizontal y, por lo tanto, se descompone en dos componentes ortogonales.

$$F_{compresión} = Fcos(\theta) \quad (5.10)$$

$$F_{flexión} = Fsen(\theta) \quad (5.11)$$

Tabla 5-4: Datos cálculos fuerza compresión y flexión por brazo

Masa cabezal [kg]	180
Cantidad de brazos	4
Largo del brazo [mm]	1000
Fuerza compresión por brazo [N]	1231,13
Fuerza flexión por brazo [N]	2394,78

5.3.2 Verificación estática

El brazo no debe sufrir deformación plástica ni colapso ante un impacto individual. Esto se garantiza verificando que la tensión máxima combinada (flexión + compresión) sea menor al límite elástico del material.

Dado que las solicitaciones están compuestas por una fuerza axial de compresión y un momento flector producido por la componente perpendicular del mismo impacto se decidió analizar por separado los efectos de compresión y flexión, evitando su suma directa. Esto se debe a que no comparten el mismo eje de acción y una suma escalar puede resultar conservadora o incluso físicamente incorrecta en estructuras donde la distribución de tensiones no se superpone completamente.

- Verificación por compresión axial

$$\sigma_{compresión} = \frac{F_{axial}}{A} \quad (5.12)$$

Donde *A* es el área efectiva del perfil cuadrado hueco.

Se calcula el factor de seguridad por compresión (ver Ecuación (5.13))

$$FoS_{compresión} = \frac{\sigma_y}{\sigma_{compresión}} \quad (5.13)$$

En todos los casos analizados los valores de $FoS_{compresión}$ resultaron significativamente altos, indicando que la carga axial no condiciona el diseño.

- Verificación por flexión pura

$$\sigma_{flexión} = \frac{Mc}{I} \quad (5.14)$$

Donde:

- $M = F_{flexión} L$
- $c = \frac{b}{2}$ (distancia al borde exterior)
- I es el momento de inercia del perfil hueco

Luego:

$$FoS_{flexión} = \frac{\sigma_y}{\sigma_{flexión}} \quad (5.15)$$

Este es el valor que realmente gobierna el diseño estático, ya que en muchas configuraciones se obtiene un $FoS_{flexión}$ cercano al límite admisible. En función de esto,

las configuraciones finales se seleccionaron con un criterio principal basado en la resistencia a flexión pura.

5.3.3 Verificación por fatiga

Como el sistema de vibración trabaja bajo solicitaciones cíclicas, la verificación a fatiga resulta determinante para garantizar la vida útil. Para ello se aplicó el criterio de Goodman modificado, que relaciona la tensión alternante (σ_a) y la tensión media (σ_m) con el límite de fatiga corregido (S_e) y la resistencia última del material (S_{ut}) (ver Ecuación (5.16))

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} \leq \frac{1}{FS} \quad (5.16)$$

Se calculo el factor de seguridad (ver Ecuación (5.17)) teniendo considerando:

- Tensión alternante: $\sigma_{flexión}$
- Tensión media: $\sigma_{flexión} + \sigma_{compresión}$
- Resistencia a fatiga corregida: $S_e = S_e^{'} K_a K_b K_c K_d K_e K_f$
- Límite de resistencia a la fatiga: $S_e^{'} = 0.5 S_{ut} = 197\ MPA$ (para aceros al carbono)
- Resistencia última del material: $S_{ut} = 394\ MPA\ (SAE\ 120)$

$$FoS_{fatiga} = \left(\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}\right)^{-1} \quad (5.17)$$

5.3.4 Selección del perfil estructural

Al separar correctamente la verificación estática en compresión y flexión, se identificó que la compresión no representa un problema estructural en ninguna configuración y, a su vez, la flexión estática y la flexión alternante a fatiga son los factores críticos**.**

Por lo tanto, se adoptó un enfoque de diseño basado principalmente en la verificación por flexión (estática y a fatiga).

Se evaluaron distintas configuraciones geométricas de perfiles tubulares cuadrados huecos, variando lado externo y espesor. Para la elección del perfil adecuado se utilizó como factor de diseño:

$FoS = 2.5\ a\ 4$. Diseño de estructuras metálicas o elementos de maquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente. [2]

Bajo este criterio se seleccionó como perfil adecuado tubo cuadrado de 80 mm por 6,35 mm de espesor.

Tabla 5-4: Datos cálculos factores de seguridad flexión y compresión

Lado externo del tubo cuadrado [mm]	80
Espesor del perfil [mm]	6,35
Límite elástico del 1020 [Mpa]	294
Longitud [m]	1
Diferencia de momentos [m4]	0,0000204455321
Momento de inercia I [m⁴]	0,000001703794341
Distancia al borde (c) [m]	0,04
Momento flector M [Nm]	2394,78
Tensión de flexión σ [Pa]	56222204,21
Tensión de flexión [MPa]	56,22
Área de tubo [mm2]	1870,71
Tensión de compresión [N]	0,658
Factor de seguridad a compresión	446,73
Factor de seguridad a flexión	5,23

Tabla 5-5: Datos cálculos verificación por fatiga

Verificación por fatiga	
Sigma alternante [Mpa]	28,11
Sigma media [Mpa]	28,11
Ka (superficie laminada)	0,80
Kb (h= 40mm)	0,87
Kc (Flexión)	1,00
Kd (Temperatura)	1,00
Ke(Confiabilidad 90%)	0,90
Se	122,99
FOS (según Goodman)	3,33

5.4 Dimensionamiento del actuador neumático

El actuador neumático tiene la función de desplazar el cabezal desde su posición de reposo hasta la posición de trabajo, apoyándolo firmemente sobre el vagón para permitir la transmisión de vibraciones.

Tabla 5-6: Datos de entrada principales

m [kg]	180
g [m/s]	9,8
θ [rad]	0,82
p [pa]	600000
L [mm]	700

Se calcula el peso total del conjunto (P) (ver Ecuación (5.18)).

$$P = mg \quad (5.18)$$

Como el actuador se encuentra inclinado un ángulo θ respecto a la horizontal, la fuerza peso se descompone en:

- Componente paralela al eje del actuador.

$$F_{\parallel} = Psin(\theta) \quad (5.19)$$

- Componente perpendicular al eje del actuador.

$$F_{\perp} = Pcos(\theta) \quad (5.20)$$

Además de la fuerza necesaria para mover el peso del cabezal, el actuador debe generar una fuerza adicional para garantizar que el mismo quede firmemente apoyado sobre el vagón, permitiendo una correcta transmisión de las vibraciones.

A partir del análisis estático realizado en SolidWorks, se obtuvo una fuerza práctica de apoyo.

$$F_{práctica} = 9551\ N$$

Este valor representa la reacción en la zona de contacto bajo condiciones reales de carga, e incluye efectos estructurales no contemplados en el cálculo puramente teórico. Para homogenizar criterios y utilizarlo dentro del dimensionamiento, se aplicó un factor de corrección del 20 %.

$$F_{teórica} = F_{práctica}1{,}20 = 11461\ N$$

Entonces, la fuerza total que debe generar el actuador se obtiene sumando la componente del peso en el eje de actuación y la fuerza corregida de apoyo (ver Ecuación (5.20)

$$F_{total} = F_{peso} + F_{teórica} \quad (5.21)$$

$$F_{total} = 2493 + 11462 \approx 13955\ N$$

Este valor se utiliza para el dimensionamiento final del actuador.

Tabla 5-7: Datos para cálculo de fuerzas actuador

m [kg]	180
g [m/s]	9,8
θ [°]	47
θ [rad]	0,82
Fpeso [N]	2493,15
F [N]	9551,83
Fteorica [N]	11462,20
V [mm3]	16281240,01
Ftotal [N]	13955,35

Conocida la presión de trabajo disponible en planta (6 bar), se determinó el área mínima del pistón necesaria para generar dicha fuerza, y a partir de ella se obtuvo el diámetro mínimo requerido del actuador, que resultó de 172 mm.

El cálculo detallado del actuador se encuentra en el anexo A: Memoria de cálculo

Tabla 5-8: Valores de área y diámetro obtenidos.

A [mm2]	23258,91
D [mm]	172,09

5.4.1 Selección del actuador neumático

El cálculo teórico arroja un diámetro mínimo de 172,1 mm para cumplir con la fuerza requerida, considerando una presión de trabajo de 6 bar y el total de esfuerzos a vencer. Al contrastar este valor con la disponibilidad comercial del proveedor FESTO, se observa

que los cilindros de la línea DSBG se fabrican en diámetros normalizados de 100 mm, 125 mm, 160 mm y 200 mm.

Debido a que el diámetro calculado supera el estándar inmediato inferior (160 mm) y para asegurar un margen de seguridad frente a pérdidas de presión, tolerancias, rozamientos adicionales y variaciones en las condiciones de operación, se selecciona el modelo de 200 mm de diámetro.

Esta elección garantiza que el actuador operará sin sobre exigencia, prolongando su vida útil y asegurando la repetibilidad de la maniobra de posicionamiento del cabezal.

5.5 Dimensionamiento de la unión brazo–cabezal y base de apoyo

El conjunto de unión entre los brazos de transmisión, el cabezal móvil y la base de apoyo está conformado por bujes, ejes, bulones y rodamientos. Estos elementos trabajan en conjunto para transmitir la energía vibratoria y, al mismo tiempo, resistir solicitaciones dinámicas repetitivas.

5.5.1 Bujes de apoyo

Los bujes constituyen el elemento limitante del diseño, ya que fijan la longitud de apoyo disponible y, en consecuencia, la presión de contacto máxima admisible entre eje y cabezal. Se adoptó un ancho mínimo de 80 mm, determinado por la geometría del cabezal.

5.5.2 Ejes de conexión

El eje en análisis corresponde a la conexión de cada uno de los brazos con el cabezal vibratorio. Su correcta definición resulta crítica, ya que debe transmitir las solicitaciones combinadas de corte y flexión generadas durante el funcionamiento del sistema. Una falla en este componente comprometería tanto la integridad estructural del conjunto como la capacidad de transmitir eficazmente la energía vibratoria.

Al tratarse de un sistema simétrico, la carga total se distribuyó equitativamente entre los cuatro ejes, de modo que cada uno soporta el 25% del esfuerzo global. A su vez, esta carga se reparte entre los dos extremos del eje mediante los rodamientos de apoyo, considerados como rígidos ideales. De esta forma, en cada extremo actúa una fuerza equivalente a la mitad del esfuerzo soportado por el eje.

Para el cálculo a fatiga del eje se aplicaron los factores de corrección recomendados [2]. En la siguiente serie de figuras se muestran las curvas y tablas utilizadas para seleccionar los valores de C_m, C_s, C_r, C_{st}

TABLA 5-1
Factores de confiabilidad aproximados C_R

Confiabilidad deseada	C_R
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

Figura 5-6: Factores confiabilidad C_r

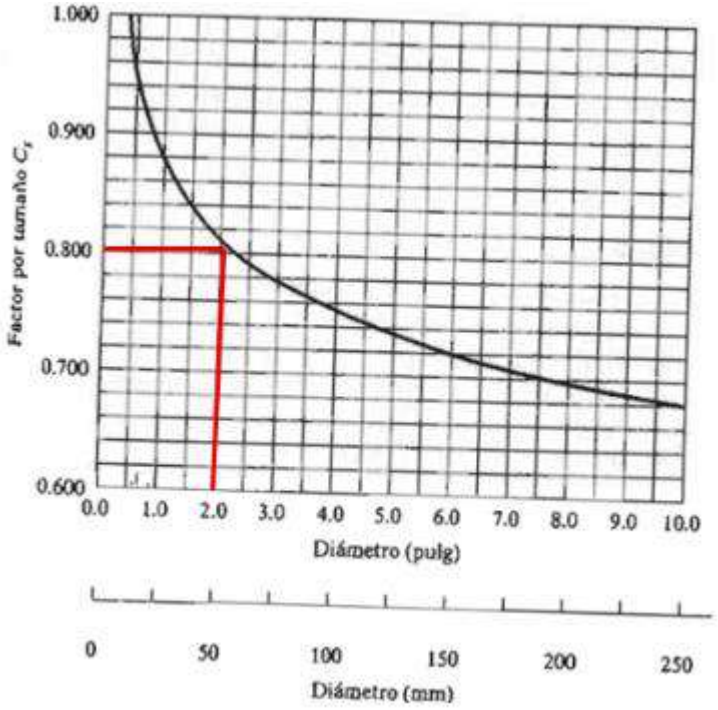


Figura 5-7: Factor por tamaño C_s

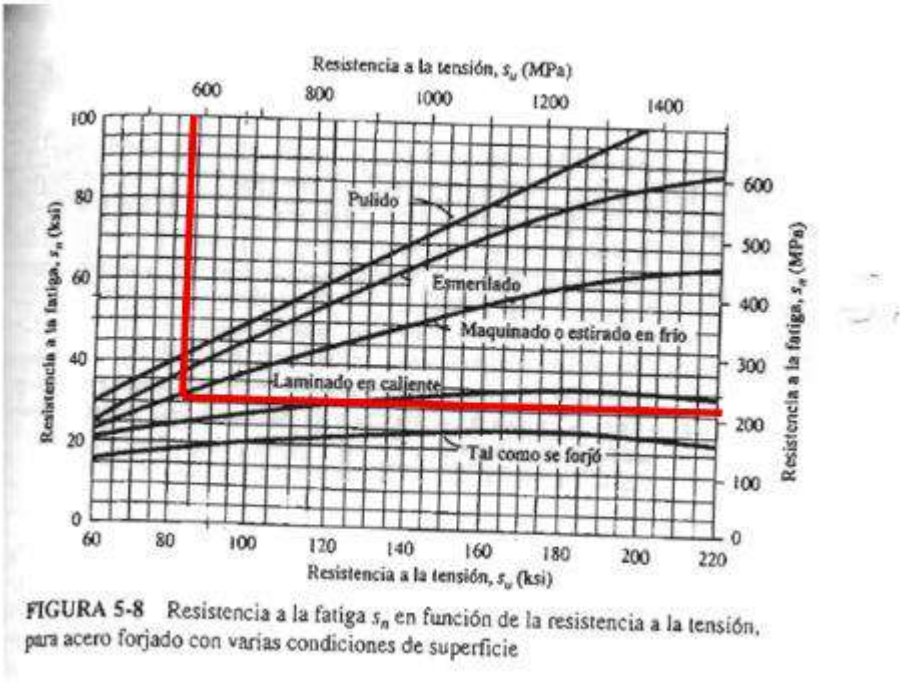
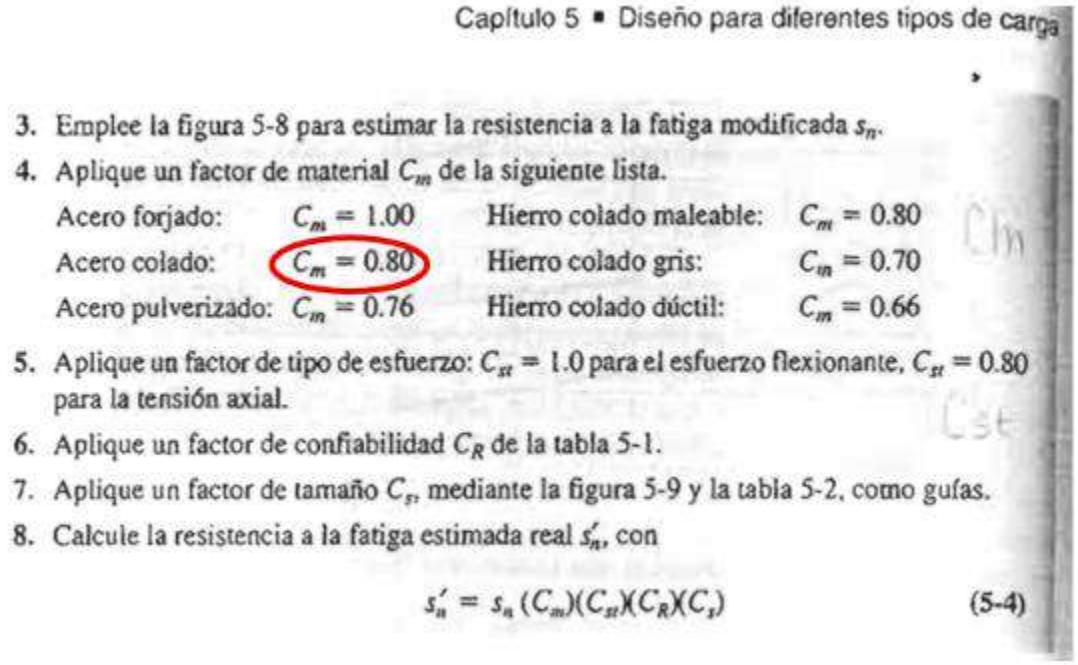


FIGURA 5-8 Resistencia a la fatiga s_n en función de la resistencia a la tensión, para acero forjado con varias condiciones de superficie

Figura 5-8: Resistencia a la fatiga S_n en función de la resistencia a la tensión, para acero forjado con varias condiciones de superficie



Capítulo 5 ▪ Diseño para diferentes tipos de carga

3. Emplee la figura 5-8 para estimar la resistencia a la fatiga modificada s_n.
4. Aplique un factor de material C_m de la siguiente lista.

Acero forjado:	$C_m = 1.00$	Hierro colado maleable:	$C_m = 0.80$
Acero colado:	$C_m = 0.80$	Hierro colado gris:	$C_m = 0.70$
Acero pulverizado:	$C_m = 0.76$	Hierro colado dúctil:	$C_m = 0.66$

5. Aplique un factor de tipo de esfuerzo: $C_{st} = 1.0$ para el esfuerzo flexionante, $C_{st} = 0.80$ para la tensión axial.
6. Aplique un factor de confiabilidad C_R de la tabla 5-1.
7. Aplique un factor de tamaño C_s, mediante la figura 5-9 y la tabla 5-2, como guías.
8. Calcule la resistencia a la fatiga estimada real s_n', con

$$s_n' = s_n (C_m)(C_{st})(C_R)(C_s) \qquad (5\text{-}4)$$

Figura 5-9: Factor de material C_m

A partir de un acero SAE 1040 estirado en frío, con resistencia última a la tracción $S_u = 552\ MPa$, el límite de resistencia a la fatiga corregido resultó de 119,23 MPa.

Tabla 5-8: Datos y cálculo de tensión de fatiga

Cálculo tensión de fatiga	
Largo eje [mm]	260
Fuerza total en eje [N]	2387,957
Fuerza en cada extremo [N]	1193,979
Su 1040 estirado en frio [Mpa]	552
Sn [Mpa]	230
Cm	0,8

Cst	1
Cr	0,81
Cs	0,8
Sn' (Mpa)	119,232

El resultado del dimensionamiento arrojó un diámetro mínimo resistente de ≈42 mm [**Tabla 5-9**], adoptándose finalmente un eje de Ø45 mm en acero SAE 1040 estirado en frío, lo que asegura un factor de seguridad superior a 2,5 y compatibilidad con rodamientos comerciales de 45 mm de cubo.

Tabla 5-9: Calculo de diámetro mínimo de eje.

Ancho buje	140
Diámetro de eje afectado por fatiga [mm]	41,87731073

El cálculo final del diámetro del eje afectado por fatiga se explica en el anexo A: Memoria de cálculo.

5.5.3 Bulones de fijación

Para la unión entre el motovibrador y el cabezal de transmisión se seleccionaron bulones M10 de clase 5.6. Esta unión está sometida principalmente a esfuerzos de corte y vibración debido a la acción rotativa de las masas excéntricas. La clase 5.6 se adoptó por su buena ductilidad, amplia disponibilidad comercial y un margen de seguridad suficiente frente a las solicitaciones dinámicas del sistema.

El cálculo de solicitación se realizó en función de la fuerza centrífuga máxima transmitida por el vibrador y su distribución en los puntos de fijación. El resultado arrojó un factor de seguridad superior a 5 en corte, lo que garantiza un desempeño confiable incluso bajo condiciones de servicio dinámico.

Los cálculos detallados que fundamentan esta selección se presentan en el Anexo A: Memoria de Cálculo.

5.5.4 Rodamientos

Para cada eje se adoptó el rodamiento de agujas SKF NA 4909 RS (Ø 45 mm de agujero), con aros mecanizados, pestañas y sellado integral en un lado. Esta variante permite orientar el lado sellado hacia el exterior (expuesto al polvo de harina) y dejar el lado interno sin sello para relubricación por engrasador (alemite), en conjunto con el buje. El modelo elegido combina alta capacidad de carga radial y baja altura de sección, adecuadas para los esfuerzos radiales alternantes del sistema vibratorio, e incorpora ranura/perforación de lubricación que facilita la mantención. Los cálculos de capacidad y vida (**Figura 5-10**) resultaron conformes; como medida adicional ante el ambiente agresivo y polvoriento, se aconseja colocar lubricación automática continua para mantener una película estable, purgar el sello y minimizar la entrada de contaminantes.

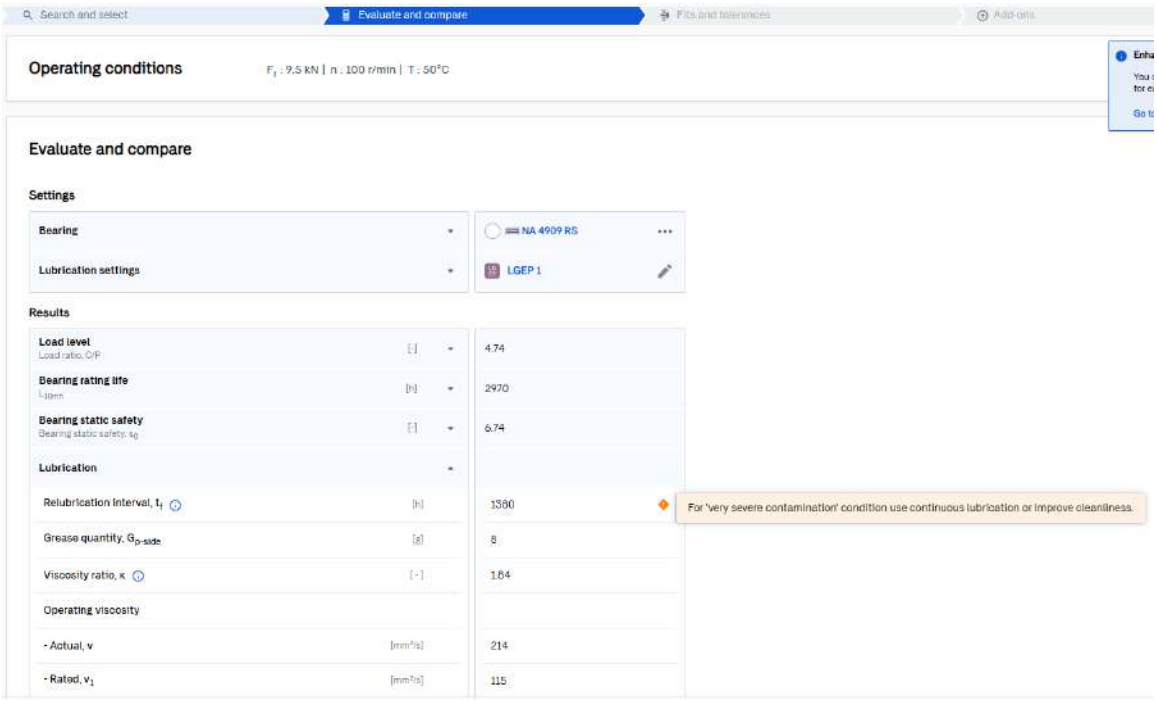


Figura 5-10: Verificación de capacidad y vida útil mediante SKF Bearing Calculator

5.6 Solución de contacto del cabezal con el vagón

Para resolver el punto de contacto entre el cabezal vibrador y la superficie metálica del vagón se optó por incorporar un bloque de madera fijado mediante pasadores en los orificios previstos en la chapa frontal del cabezal (ver plano en Anexo C, Hoja N2-conjunto Frente Cabezal). La elección de este material responde a varias consideraciones:

- Amortiguación del impacto: la madera actúa como elemento intermedio que transmite eficazmente la vibración, pero amortigua los picos de impacto reduciendo el riesgo de deformaciones o daños sobre la chapa del vagón.
- Economía, mantenimiento y reemplazo**:** se trata de un material de bajo costo y fácil adquisición, que funciona como componente consumible dentro del sistema. Su sustitución puede realizarse rápidamente en caso de desgaste, sin necesidad de intervenir sobre la estructura metálica principal, lo cual simplifica el mantenimiento preventivo y mantiene bajos los costos operativos.

- Compatibilidad con vibraciones: al ser un material relativamente rígido pero con cierta capacidad de deformación, permite una adecuada transmisión de la energía vibratoria hacia la pared del vagón sin comprometer la integridad estructural del cabezal ni del equipo.

Con esta disposición, se logra un equilibrio entre eficiencia en la transmisión de vibraciones y preservación de la vida útil de los vagones y del propio cabezal, asegurando a la vez un bajo costo operativo.

5.7 Vistas del conjunto final

Para una correcta comprensión del diseño desarrollado, en esta sección se presentan las vistas del conjunto final del sistema vibratorio. Estas representaciones permiten apreciar la geometría del mecanismo, la disposición relativa de los componentes principales y el criterio adoptado para su integración estructural.

- Vista isométrica: proporciona una perspectiva general del mecanismo, destacando la ubicación de los brazos de transmisión, los ejes de conexión y el cabezal vibratorio (**Figura 5-11**)
- Vista frontal: muestra el cabezal enfrentado al vagón, evidenciando la superficie de contacto y la distribución simétrica de los brazos (**Figura 5-12**).
- Vista lateral: permite observar la disposición del actuador neumático y la geometría de los apoyos (**Figura 5-13**).
- Vista posterior: complementa la visualización del sistema, mostrando la fijación de los brazos a la base y la integración de los elementos de soporte (**Figura 5-14**).

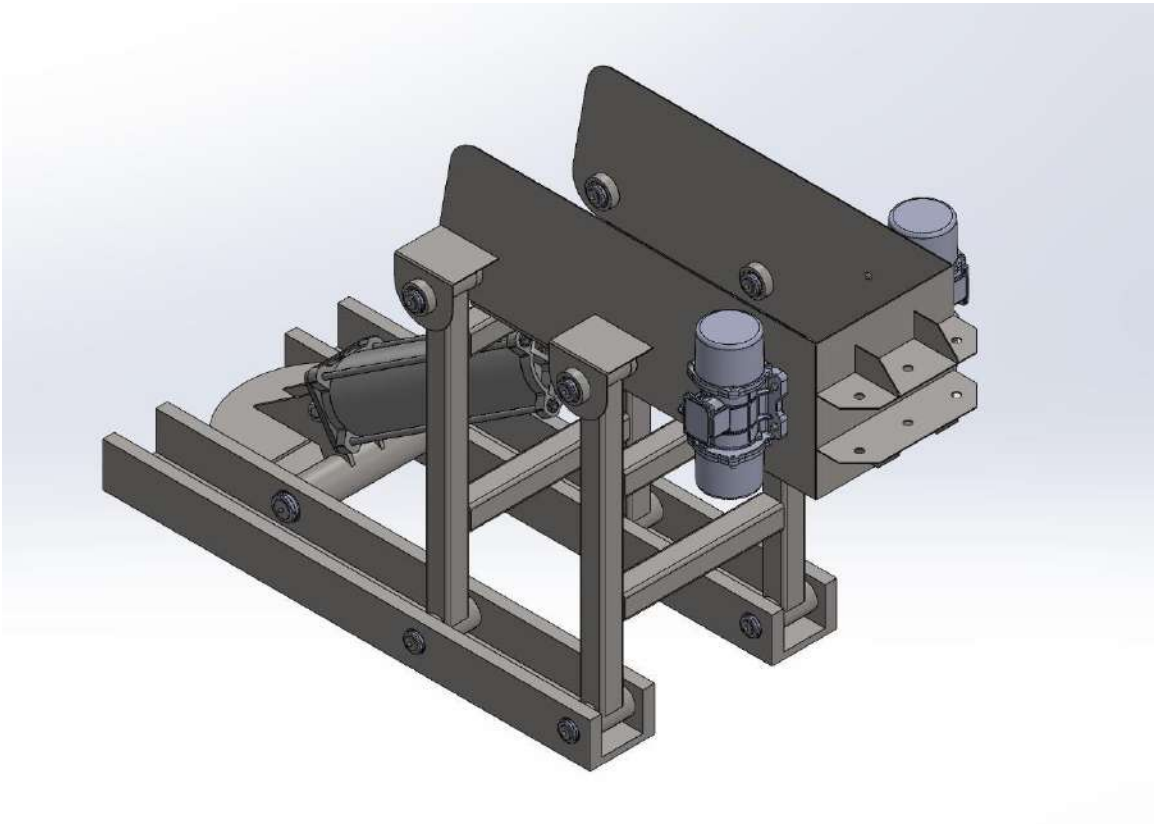


Figura 5-11: Vista isométrica

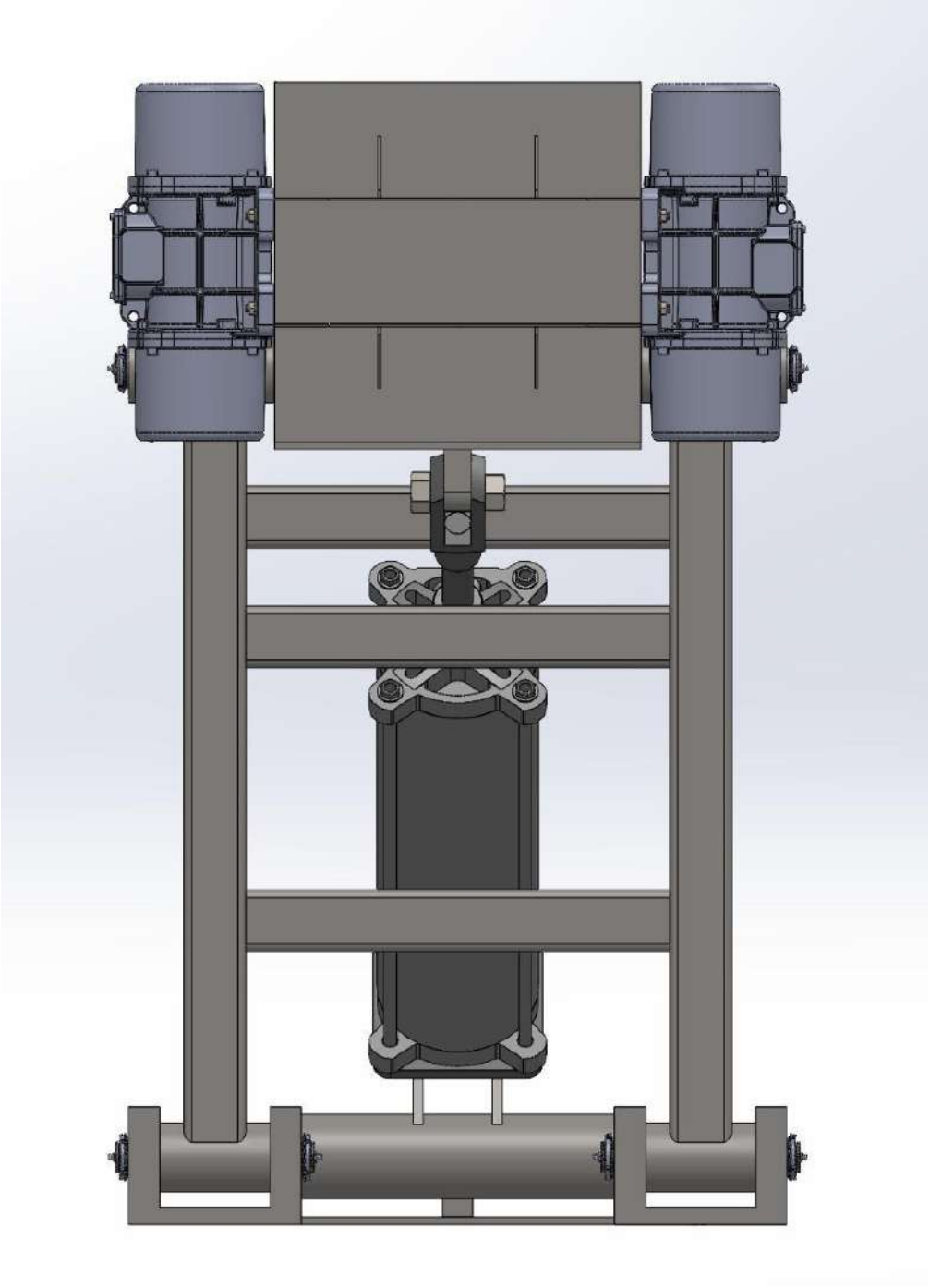


Figura 5-12: Vista frontal

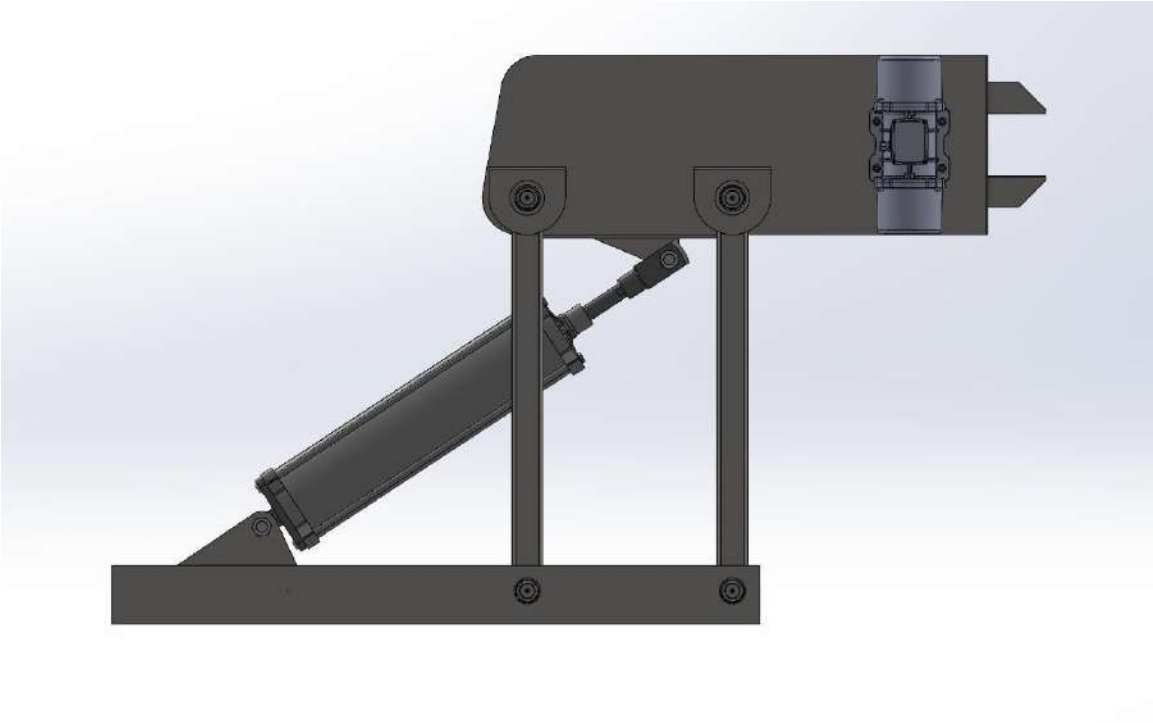


Figura 5-13: Vista lateral

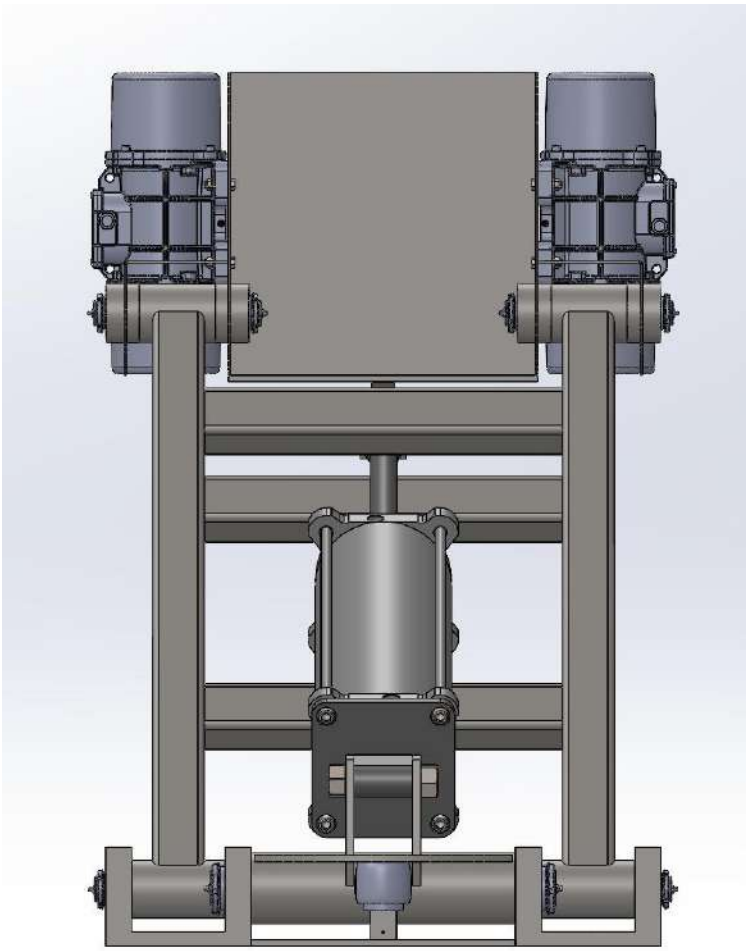


Figura 5-14: Vista posterior

Conclusiones

El desarrollo del presente Proyecto Final implicó afrontar múltiples desafíos asociados al diseño de un dispositivo innovador para la descompactación de harina de soja en vagones ferroviarios, tarea que actualmente se realiza de forma manual con limitaciones en eficiencia y seguridad.

La necesidad de trabajar con estructuras sometidas a vibración exigió un análisis detallado de cada componente, incluyendo el dimensionamiento de ejes y rodamientos, la elección de materiales de contacto y la verificación a fatiga. Estas etapas demandaron un estudio profundo de resistencia de materiales y transmisión de vibraciones para garantizar la confiabilidad y vida útil del sistema.

Un aspecto central fue la investigación sobre el comportamiento de sólidos granulares bajo vibración, que permite comprender ciertos fenómenos que se dan en la manipulación de este tipo de materiales mediante la lectura de investigaciones de diversas organizaciones y personas las cuales están disponibles en Google Scholar.

La visita a Terminal 6 brindó un aporte esencial, ya que permitió observar el proceso real de descarga, relevar dimensiones reales. A esto se sumó la modelización del golpe manual de los operarios, que mediante herramientas de dinámica y energías permitió traducir la práctica empírica en magnitudes replicables en el dispositivo, alcanzando una solución que sea efectiva.

Finalmente, podemos decir que el proyecto integró conocimientos de diversas áreas de la ingeniería en un desafío concreto y real de la industria. El resultado constituye una alternativa viable frente al método manual, aportando mejoras en productividad, seguridad y mantenibilidad, además de representar un valioso aprendizaje académico y profesional.

Bibliografía

[1] Shigley, J. E., Mischke, C. R., & Budynas, R. G. (2008). Diseño en ingeniería mecánica (7ma ed.). McGraw-Hill.

[2] Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas (4ta ed.). Pearson Educación.

[3] Pisarenko, G. S., Yákovlev, A. P., & Matvéyev, V. V. (1979). Manual de resistencia de materiales. Moscú: Editorial Mir.

[4] Timoshenko, S., & Woinowsky-Krieger, S. (1959). Theory of plates and shells (2da ed.). McGraw-Hill.

[5] Wassgren, C. R., Hunt, M. L., Freese, P. J., Palamara, J., & Brennen, C. E. (2002). Effects of vertical vibration on hopper flows of granular material. Physics of Fluids, 14(10).

[6] Hunt, M. L., Palamara, J., & Brennen, C. E. (2000). Effect of horizontal vibrations on hopper flows of granular material. Physics of Fluids. California Institute of Technology.

[7] Kumar, R., Jana, A. K., Gopireddy, S. R., & Patel, C. M. (2020). Effect of horizontal vibrations on mass flow rate and segregation during hopper discharge: discrete element method approach. Sādhanā, 45(67).

[8] OLI. (2024). Vibradores Industriales – Gama Estándar y ATEX. Catálogo técnico, edición 12/2024.

Anexo A: Memoria de cálculo

Aquí se documentan hipótesis, ecuaciones y resultados finales que en el cuerpo del informe se presentan de forma resumida.

Cálculo de bulones de fijación del motovibrador

Datos de entrada

- Tipo de bulón: M10 (vástago liso en el plano de corte)
- Clase 5.6: $\sigma_y = 300\ MPA$
- Área cortante: $A_s = \frac{\pi d^2}{4}$ (A.1)
- N° de bulones: $n = 4$ (según plano)
- Fuerza centrífuga máxima del motovibrador: F_c (Anexo B, hoja de cálculo del catálogo OLI)
- Masa del vibrador: $W_v = m_v g$ (A.2)

Cálculo

- Fuerza de corte por bulón

$$F_{bulón} = \frac{F_c + W_v}{n} \text{ (A.3)}$$

- Tensión de corte en el bulón

$$\sigma = \frac{F_{bulón}}{A_s} \text{ (A.4)}$$

- Tensión admisible

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{\sqrt{3}} \text{ (A.5)}$$

- Factor de seguridad

$$FS = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma} \text{ (A.6)}$$

Tabla A-1: Valores finales cálculo FS bulón

Fuerza centrífuga [kgf]	950
Peso del vibrador [kg]	33
Gravedad [m/s²]	9,81
Brazo excéntrico [mm]	71,45
Distancia vertical entre bulones [mm]	120
Cantidad de bulones	4
Diámetro del bulón [mm]	10
Límite elástico del bulón grado 5,6 [MPa]	300
F_c [N] (fuerza centrífuga)	9319,5
W [N] (peso vibrador)	323,73
F_corte por bulón [N]	2410,8075
A_bulón [m²]	0,00007853981634
τ [MPa] (corte)	30,69535444
τ adm (von Mises) [MPa]	173,2050808
FS corte	5,64271317

Cálculo de diámetro de eje de conexión

Para dimensionar el eje de unión entre el buje y el sistema vibrador se consideraron las solicitaciones combinadas de corte y flexión a lo largo de la longitud efectiva del buje (140 mm). Los valores de esfuerzos fueron obtenidos a partir de los diagramas de corte y momento flector generados en el modelo estructural.

- Corte máximo:

$$\tau_{máx} = 1193{,}98 \ \frac{N}{mm^2}$$

- Flexión máxima

$$\sigma_{máx} = 71638{,}72\ \frac{N}{mm^2}$$

Estos valores se evaluaron en las secciones críticas (posiciones 0, 90, 170 y 260 mm del eje), combinando los efectos según el criterio de Von Mises para esfuerzos equivalentes [1, 2]

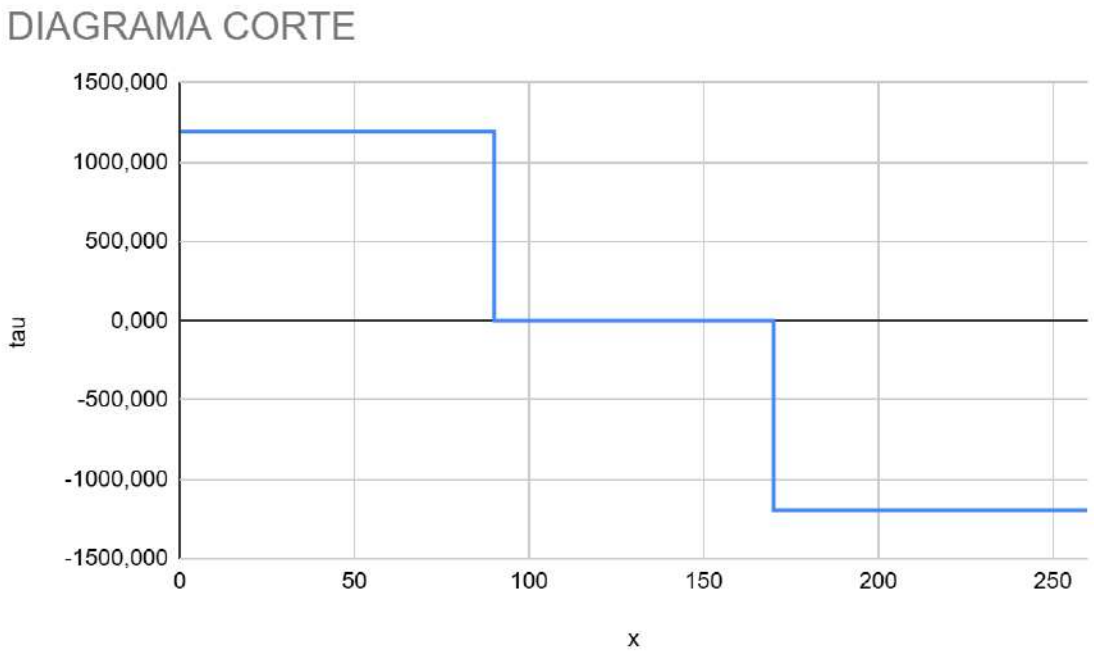


Figura A-1: diagrama de corte

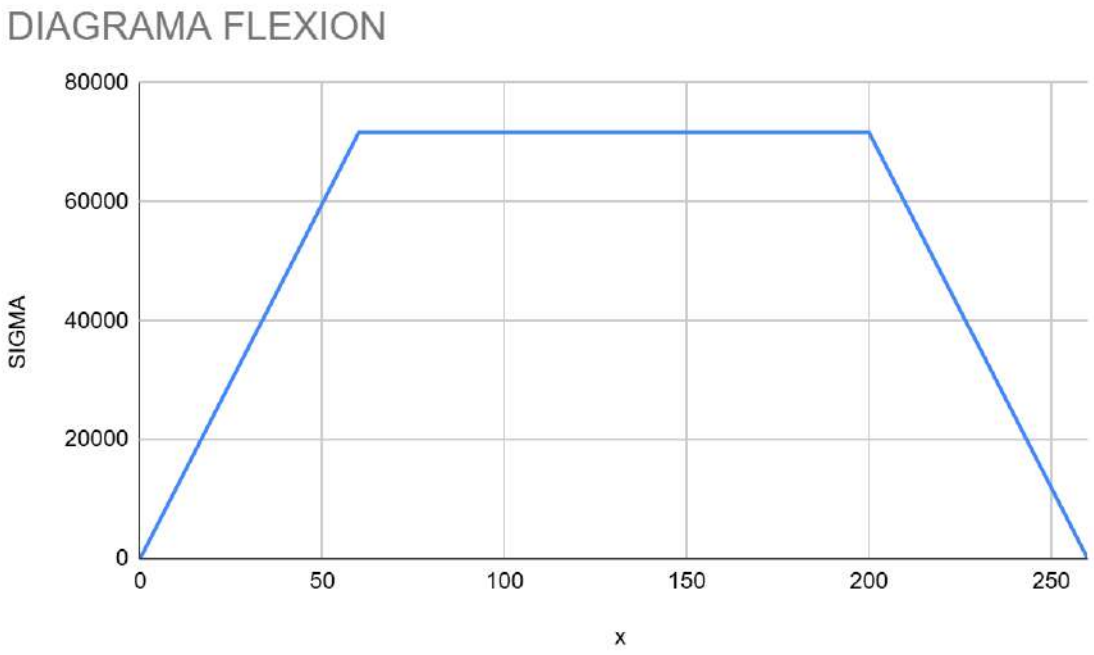


Figura A-2: Diagrama de flexión

Ranuras para anillos de retención. Los anillos de retención se usan en muchas funciones de localización en los ejes. Estos anillos se instalan en ranuras en el eje, después de colocar en su lugar el elemento que se va a retener. La geometría de la ranura queda determinada por el fabricante del anillo. Su configuración normal es una ranura superficial con paredes y fondo rectos, y un pequeño chaflán en la base de la ranura. El comportamiento del eje en la cercanía de la ranura se puede aproximar si se consideran dos escalones de chaflanes agudos, uno frente al otro y cercanos. Entonces, el factor de concentración de esfuerzos para una ranura es bastante grande.

Para un diseño preliminar, se aplicará $K_t = 3.0$ al esfuerzo flexionante en una ranura para anillo de retención, para considerar los radios de chaflanes bastante agudos. El factor de concentración de esfuerzos no se aplica al esfuerzo cortante torsional, si es continuo en una dirección.

El valor estimado calculado del diámetro mínimo requerido en una ranura para anillo es el de la base de la ranura. El diseñador debe aumentar este valor en 6%, aproximadamente, para considerar la profundidad característica de las ranuras, y determinar el tamaño nominal del eje. Aplique un factor por ranura para anillo igual a 1.06, al diámetro requerido calculado.

Figura A-3: K_t utilizado

El diámetro a fatiga se determinó aplicando la expresión general (ver Ecuación (A.7))

$$d = [\frac{32}{\pi}\frac{\sqrt{(K_f\sigma_a)^2+(K_f\tau_a)^2}}{\frac{S_e}{n}}]^{\frac{1}{3}} \text{ (A.7)}$$

Donde:

- K_f, K_{fs}: factores de concentración de esfuerzos para flexión y torsión.
- σ_a: esfuerzo alternante por flexión.
- τ_a: esfuerzo alternante por torsión.
- S_e: límite de fatiga modificado.
- n: coeficiente de seguridad adoptado.

Tabla A-2: Calculo de diámetro de eje afectado por fatiga

Ancho buje	140
Posición en el eje [mm]	Corte [N/mm2]
0	1193,979
60	1193,979
60	0
200	0
200	-1193,978702
260	-1193,978702
Posición en el eje [mm]	Flexión [N/mm2]

0	0
60	71638,72213
200	71638,72213
260	0
Diámetro de eje afectado por fatiga [mm]	41,87731073

Anexo B: Hoja de datos

OLI

VIBRADORES INDUSTRIALES

VIBRADORES ELÉCTRICOS PARA APLICACIONES INDUSTRIALES







Perfil de la empresa 4
Características técnicas 6

MVE Gama Estándar

2 polos 12
4 polos 14
6 polos 16
8 polos 18
Monofásico 2 polos 20
MVE-MICRO 22
MVE DC Motor de corriente continua 24

MVE -Exe Gama Seguridad Incrementada

2 polos 26
4 polos 28
6 polos 30
8 polos 32

MVE -Exd Gama Anti-Explosión

2 y 4 polos 34
6 y 8 polos 36

MVE-Milling Purificador de Granos

6, 8, 10, 12 polos 38

MVE-SV Vibradores Largos

4 polos 40

MVE-SS Acero Inoxidable

2, 4, 6, 8 polos 42

MVE-FD Flanged Drive

6, 8 polos 44

Instalación 48
Dibujos Técnicos página extra



Líder mundial en tecnología de la vibración

NUESTRAS 3 DIVISIONES

PROPORCIONAN A LOS CLIENTES SOLUCIONES ÓPTIMAS PARA TODOS LOS REQUISITOS.

VIBRADORES INDUSTRIALES	SISTEMAS DE FLUIDIFICACIÓN	CONSOLIDACIÓN DE HORMIGÓN
		
Vibradores eléctricos y soportes oscilantes para equipos vibratorios.	Vibradores eléctricos y neumáticos para solucionar cualquier problema de fluidez.	Vibradores de alta frecuencia, convertidores y accesorios para compactación de hormigón.



Fundada en 1960 en Milán, OLI ha experimentado una notable evolución, **consolidándose como el fabricante de Vibradores Industriales** más vendido del mundo. La empresa ha ampliado su presencia internacional con **24 filiales** comerciales, más de **70 almacenes locales** y **4 plantas de fabricación** distribuidas a nivel mundial.

Inicialmente centrada en los vibradores para la compactación del hormigón, OLI se ha consolidado con el tiempo como líder mundial en tecnología de vibración. Al ofrecer una amplia gama de **vibradores** industriales **eléctricos** y **neumáticos, internos** y **externos**, OLI integra perfectamente rendimiento y fiabilidad para adaptarse a las necesidades dinámicas del mercado.

OLI ha perfeccionado su estrategia comercial para priorizar la **entrega rápida** y un **soporte técnico inigualable**, garantizando que los clientes de todo el mundo tengan acceso a productos y asesoramiento técnico.

El servicio al cliente es un pilar de las operaciones de OLI, caracterizado por la **eficiencia del servicio** y el **acceso universal a productos** de alta calidad.

La empresa puede presumir de un **equipo muy unido de ingenieros** especializados respaldados por una gestión certificada a nivel mundial, que ofrece las habilidades necesarias para abordar de manera eficiente y segura las necesidades de los clientes.

OLI no solo se compromete a proporcionar equipos de vanguardia, sino que también está a la vanguardia en el **desarrollo de productos innovadores**, con el objetivo de mantener su liderazgo en la industria de la tecnología de vibración y establecer continuamente nuevos estándares.



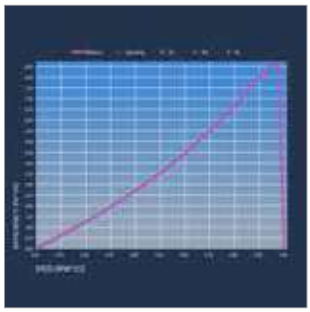
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CALIDAD



Materiales de entre los mejores del mundo
Clase de aislamiento F
Sellado duradero
Rodamientos de primera calidad
Diseño robusto del cuerpo - según FEM
Aislamiento por vacío
Análisis FMEA
Control de calidad 3D

RENDIMIENTO



Relación potencia / peso optimizada
Funcionamiento en modo continuo S1
Diseño eléctrico optimizado

FIABILIDAD



Termistor PTC 130° C
Dispositivo específico de retención de grasa
Tropicalización estándar
Protección IP66
Clase de aislamiento F

FLEXIBILIDAD



Fácil ajuste de las masas
Disponibles varias tensiones y frecuencias
Fácil acceso a la caja de bornes
Múltiples puntos para la elevación.

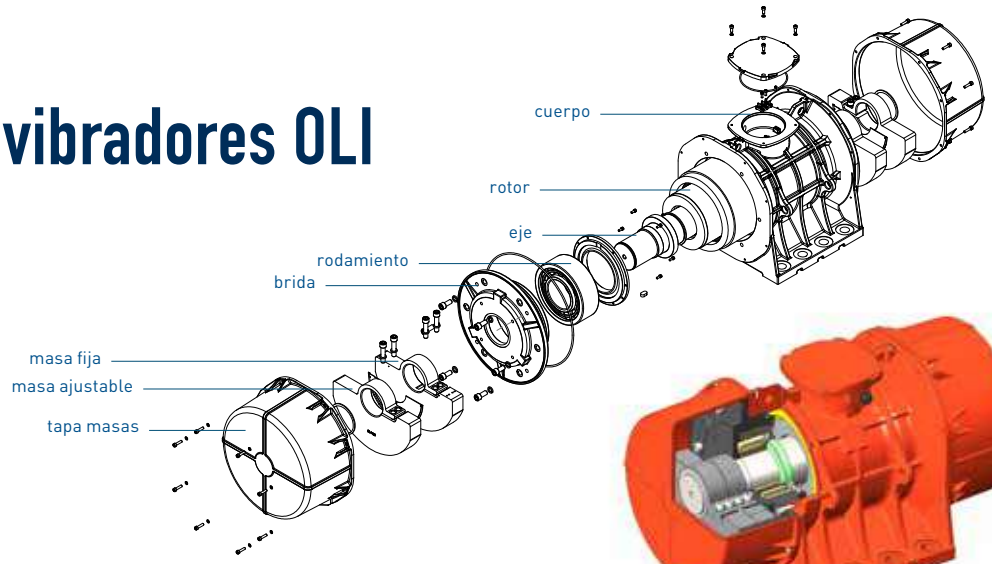


Especificaciones estándar

	GAMA					
Especificación	Gama Estándar	Gama Seguridad Incrementada	Gama Anti-explosión	Gama Molienda	Gama Vibradores Largos	Gama Acero Inoxidable
Alimentación eléctrica	Trifásica de 24V a 690V, 50Hz or 60Hz; Monofásica 110V 60Hz y 220V 50Hz. Los motores trifásicos están diseñados para trabajar con variador desde 20hz hasta la frecuencia marcada	Trifásico de 230V a 500V. 50Hz o 60Hz. Todos los motores están diseñados para aplicaciones de inversor desde 20 Hz hasta la frecuencia nominal.	Trifásica de 220V a 575V, 50Hz or 60Hz; Todos los motores están diseñados para trabajar con variador desde 20hz hasta la frecuencia marcada		Trifásica de 220V a 575V, 50Hz or 60Hz; Todos los motores están diseñados para trabajar con variador desde 20hz hasta la frecuencia marcada	
Temporización	Funcionamiento en modo continuo (S1)					
Estructura de protección	Protección mecánica IP66 según EN 60529					
Rodamientos	Rodamientos de bola desde la talla MICRO hasta la 50, rodamientos de rodillo desde la talla 60 (solo para algunos modelos) hasta la 110.	Rodamientos de bola desde la talla 10 a la 50, rodamientos de rodillo desde la talla 60 hasta la 90.	Rodamientos de rodillo.			Rodamientos de bola desde la talla 10 a la 50* Rodamientos de rodillo desde la talla 60.
Color revestimiento	Pintura de poliéster en polvo. Color estándar RAL 2009. Pintura especial resistente a la corrosión disponible bajo pedido sólo en la gama estándar .					AISI 316 cuerpo no pintado.
Medidas de fijación	Compatibilidad bajo pedido con las medidas de fijación de los principales competidores.					/
Entorno de instalación y trabajo	Adecuado para el uso al interior y al exterior.					
	Temperatura ambiente: -20 °C a +40 °C. Hasta +55 °C disponible bajo petición.	Temperatura ambiente: -20 °C a +40 °C	Temperatura ambiente: -20 °C a +40 °C	Temperatura ambiente: -20 °C a +40 °C	Temperatura ambiente: -20 °C a +40 °C	Temperatura ambiente: -20 °C a +40 °C
Normas compatibles	En conformidad con las normas de la Directiva Europea Directiva Baja Tensión2014/35/UE Directiva Maquinaria 2006/42/EC 2014/34/UE					
Tapa de masas	Aluminio para motores desde la talla 10 a 50 y la talla 100. Acero para motores desde la talla 60 a 91. Acero inoxidable AISI 304 para motovibradores de corriente continua.	Aluminio para motores desde la talla 10 a 50. Acero para motores desde la talla 60 a 91.	Acero inoxidable AISI 304 .	Acero.	Aluminio.	Acero inoxidable AISI 304 .
Bobinados	Motores asincrónicos de 2, 4, 6 y 8 polos desde la talla 10 a 110; Monofásico de 2 polos desde la talla 10 a 30.	Motor trifásico asincrónico de 2, 4, 6, 8 polos.		Motor trifásico asincrónico de 6, 8, 10 y 12 polos.	4 polos.	Motor trifásico asincrónico de 2, 4, 6 y 8 polos.
	Materiales aislantes clase F (155 °C). Bobinados impregnados al vacío; termistor PTC 130 °C estándar desde la talla 60.		Interruptor térmico Estándar de 130 °C desde la talla 60.	Materiales aislantes clase F (155 °C). Bobinados impregnados al vacío; termistor PTC 130 °C estándar desde la talla 60.	Interruptor térmico Estándar de 130 °C.	Materiales aislantes clase F (155 °C). Bobinados impregnados al vacío.
Bridas	Fundición de acero gris hasta la talla 80, fundición dúctil desde la talla 100.				Hierro fundido gris.	Acero gris.
Cuerpo	Aluminio hasta la talla 50, fundición dúctil desde la talla 60.				Aluminio.	AISI 316.
Eje	Aleación de acero de alta resistencia a la tensión.					
Masas excéntricas	Completamente ajustable.					

* Excepto para MVE 710/15N-50A0 y MVE 510/1N-50A0

Gama de vibradores OLI



Proporcionando una fuerza centrífuga hasta 26.000 kgs y con múltiples opciones de tensión, la gama de motovibradores eléctricos de OLI abarca varios campos de aplicación en todos los países, así como muchos sectores industriales diferentes: del sector alimentario a la minería, de la fundición al reciclaje y más.

Los motovibradores eléctricos de OLI se diseñan y fabrican usando las últimas tecnologías y materiales y compononetes de primera calidad.

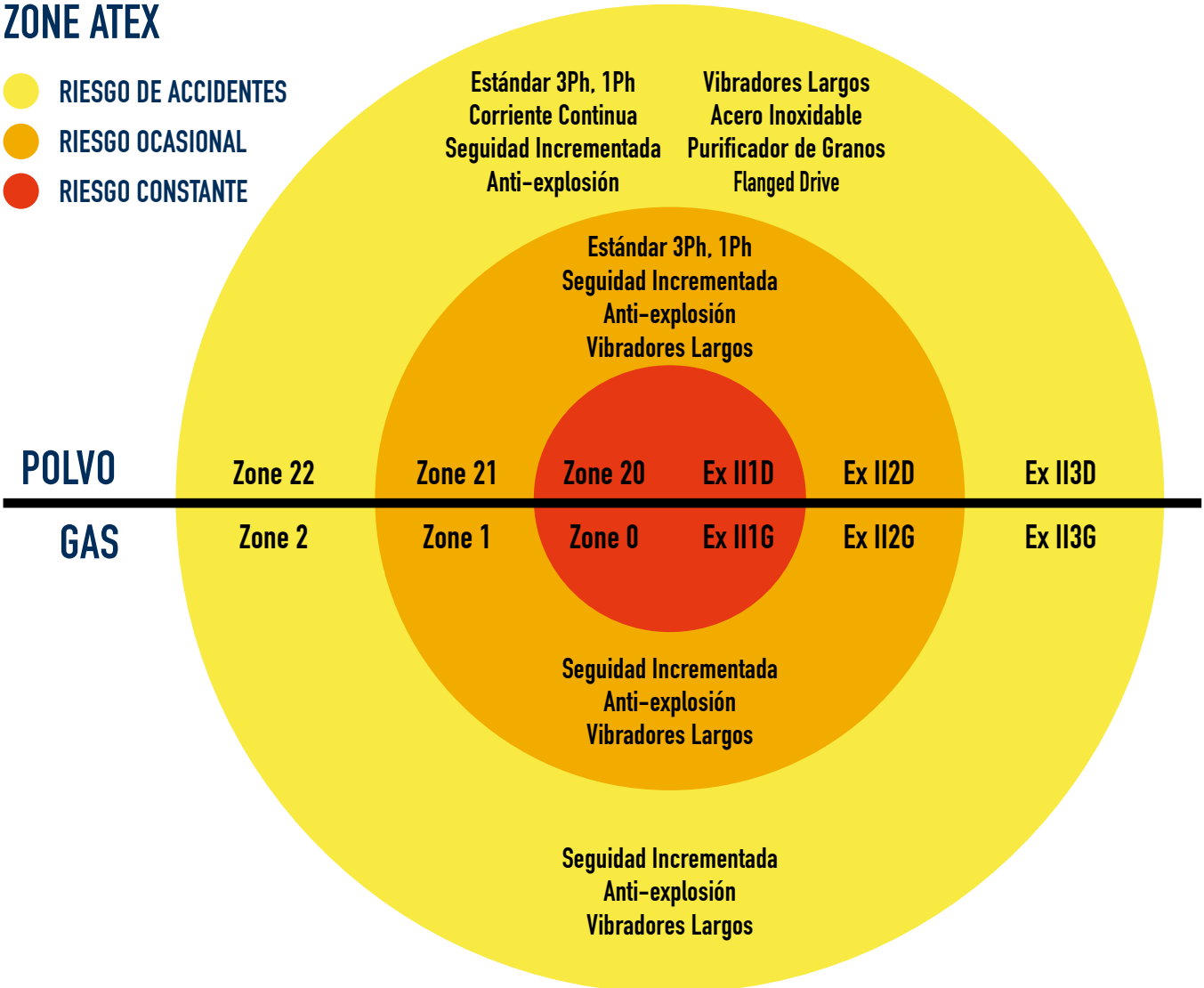
Las carcasas de los motores, las bridas de rodamientos y los ejes son diseñados y fabricados FMEA utilizando aleación de aluminio de primera calidad, hierro fundido y aleación de acero para soportar aplicaciones de trabajo pesado y garantizar un funcionamiento seguro en cualquier condición.

Los bobinados impregnados al vacío y los materiales aislantes clase F aumentan la fiabilidad y la durabilidad.
Los rodamientos de primera calidad y el eficiente sistema de retención de grasa ofrecen un rendimiento de larga duración y bajo ruido. Las masas excéntricas ajustables permiten un fácil y fino ajuste de la fuerza centrífuga máxima suministrada por el motor.

La gama OLI ofrece varias certificaciones para su uso en entornos peligrosos que coincidan con las especificaciones más exigentes de todo el mundo.

ZONE ATEX

- RIESGO DE ACCIDENTES
- RIESGO OCASIONAL
- RIESGO CONSTANTE



Certificados

Estándar

Conformidad con la Directiva Europea - Baja tensión 2014/35/UE; Directiva de máquinas 2006/42/EC; ATEX 2014/34/UE - UL 1836. UL 1004-1 - SAC22.2 NO 25. 100. 145

CATEGORIA	CERTIFICADOS	DIRECTIVAS	GAS	POLVO
ATEX zona 21 Class II Div.2 Temperatura nominal -20/+40 °C *		EN 60079-0, EN 60079-31	n/a	II2D Ex tb IIIC Tx Db IP66
		IEC 60079-0, IEC 60079-31	n/a	Ex tb IIIC Tx Db IP66
		UL 1004-1, UL 60079-0, UL 60079-31 CSA 22.2 100, CSA 22.2 60079-0, CSA 22.2 60079-31	n/a	Class II Div.2 Groups F, G T4

* Rango de temperaturas ampliable hasta 55°C disponible bajo pedido
Gamma MVE DC: II3D Ex tc IIIC T100 IP69K

Tx = T100 °C hasta la talla 30 incluida;
Tx=T135°C a partir de la talla 40

Molienda, Acero inoxidable, Vibrador para cribas i Flanged Drive

Conformidad con la Directiva Europea -Baja tensión2014/35/UE; Directiva de máquinas 2006/42/EC; ATEX 2014/34/UE

CATEGORIA	CERTIFICADOS	DIRECTIVAS	GAS	POLVO
ATEX zone 22 Temperatura nominal -20/+40 °C		EN 60079-0, EN 60079-31	n/a	II3D Ex tc IIIC T100 IP66
		UL 1446, CSA C22.2 NO 0-10	n/a	n/a

Seguridad Incrementada

Conformidad con la Directiva Europea - Baja tensión 2014/35/UE; Directiva de máquinas 2006/42/EC - ATEX 2014/34/UE

CATEGORIA	CERTIFICADOS	DIRECTIVAS	GAS	POLVO
ATEX zone 1-21 Class II Div.2 (polvo) Class I Div.2 (gas) Temperatura nominal -20/+40 °C		EN 60079-0, EN 60079-7	II 2G Ex eb IIC T3 Gb	II2D Ex tb IIIC Tx Db IP66
		IEC 60079-0, IEC 60079-7	Ex eb IIC T3 Gb	Ex tb IIIC Tx Db IP66
		UL 1004-1, UL 60079-0, UL 60079-7 CSA 22.2 100, CSA 22.2 60079-0, CSA 22.2 60079-7	Class I Div.2 Group A, B, C, D T3	Class II Div.2 Groups F, G T4

Tx = T100 °C hasta la talla 30 incluida;
Tx=T135°C a partir de la talla 40

Antideflagrante y Vibrador para cribas

Conformidad con la Directiva Europea - Baja tensión 2014/35/UE; Directiva de máquinas 2006/42/EC - ATEX 2014/34/UE - UL 1836. UL 1004-1. UL 674 - CSAC22.2 NO 25. 100. 145

CATEGORIA	CERTIFICADOS	DIRECTIVAS	GAS	POLVO
ATEX zone 1-21 Class I Div.1 Class II Div.1 ** Temperatura nominal -20/+60 °C		EN 60079-0, EN 60079-31, EN 60079-1	ATEX II 2G Ex db IIB T4 Gb	ATEX II 2D Ex tb IIIC T135°C Db
		IEC 60079-0, IEC 60079-31, IEC 60079-1	IECEx Ex db IIB T4 Gb	IECEX Ex tb IIIC T135°C Db
	E488916 CLASS I DIV.1 GROUP C,D T4	UL 1004-1, UL 1004-3,UL1203;UL674, CSA C22.2 No.145, CSA C22.2 No.30-M1986.	CLASS I Div.1 Group C, D T4 IP66	CLASS II Div.1 GROUP E,F,G**

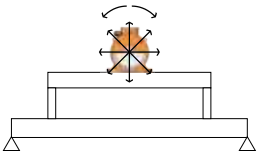
* Los vibradores para cribas también están disponible con las mismas certificaciones que el estándar, no con la certificación antideflagrante, mencionado en el primer cuadro de esta página.
** Pronto disponible

Como escoger un motovibrador

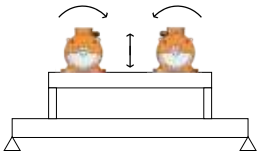
1.

Elija rpm y la amplitud “e” (0 - pico) adecuada para su aplicación:

Vibración Circular



Vibración Lineal



Procesos	Vibración		Revoluciones Por Minuto					
			50Hz	750	1000	1500	3000	6000
	Circular	Lineal	60Hz	900	1200	1800	3600	-
Transportar		✓			✓	✓		
Separación / Cribado / Dimensionamiento		✓		✓	✓	✓		
Posicionamiento / Alimentación		✓		✓	✓	✓		
Limpieza del filtro	✓						✓	
Vaciado silo / tolva	✓						✓	
Lecho fluido		✓		✓	✓			
Fondos vibrantes	✓					✓	✓	
Compactación		✓					✓	✓
Consolidación del Hormigón	✓						✓	✓

rpm	e (mm)	
	Min.	Max.
3.600	0,3	0,6
3.000	0,3	0,8
1.800	1,2	2,2
1.500	1,4	2,6
1.200	2,5	4,0
1.000	3,0	5,2
9.00	3,5	5,5
750	3,5	6,0

2.

Elija un MVE de las tablas de las páginas siguientes y use su Wm en esta fórmula:

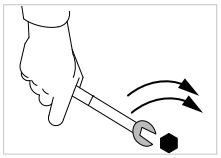
$$e = 5 \times \frac{n \times Wm}{n \times M_{mot} + M_{vm}}$$

e = amplitud de vibración 0-pico (mm)
n = número de motores vibrantes
Wm = momento de trabajo (kgcm)
M_{mot} = peso del motor (kg)
M_{vm} = peso de la máquina vibrante (sin material y motores)

3.

Controlar el valor obtenido “e”:

- Si es similar al requerido (punto 1) ➡ el modelo MVE es correcto.
- Si no es similar al requerido (punto 1) ➡ repetir el proceso (punto 2) con un modelo MVE diferente.



Para consejos sobre la instalación ver la pag. 44

Voltajes nominales estándar

Disponibles varios voltajes para adaptarse a las especificaciones eléctricas locales en todo el mundo, tanto a 50 Hz como a 60 Hz.

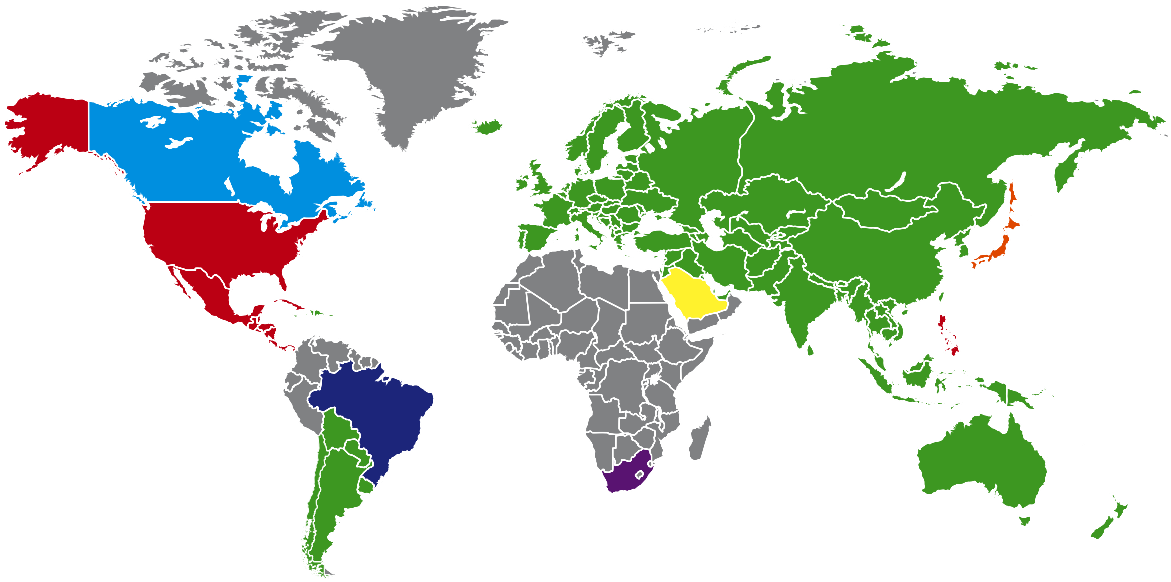
Todos los vibradores OLI pueden operarse con doble voltaje simplemente cambiando las conexiones dentro de la caja de terminales de **Estrella** a **Triangulo** o viceversa.

Como regla general, los MVE con potencia nominal > 4,3kW tienen conexión estándar en triangulo en la caja de terminales, la única excepción es el MVE 5000/3E-75A1. Los MVE más pequeños tienen una c**onexión estándar de caja de terminales en estrella**. Consulte las tablas de especificaciones del producto para ver la configuración de fábrica de cada modelo .

Para obtener detalles sobre las conexiones "Estrella" y "Triangulo", consulte la página 45.

VOLTAJE	Hz
200-230/345-400 V	50/60
220-240/380-415 V	50
380-415 V (Delta) *	50
230/460 V *	60
460 V (Delta)*	60
330/575 V*	60
575 V (Delta) *	60
460 V (Delta)*	60
290-300/500-525 V	50
500-525 V (Delta)	50
207-253/414-480 V	60
220-240/380-415 V	50
220-277/380-480 V	60
380/415 V (Delta)	50
460 V (Delta)*	60

*** Tolerancia de voltaje:± 10%**



Opcionales



STEEL-IT
Desarrollado específicamente para aplicaciones alimentarias, con un recubrimiento especial que contiene acero inoxidable AiSi 316L.



EJES EXTENDIDOS
Diseñado para múltiples aplicaciones de vibradores.
Disponible bajo pedido.



TAPAS DE ACERO INOXIDABLE
Disponible con acabado limpio.
Tapas de masa de acero inoxidable AiSi 304 (bajo pedido) para las aplicaciones más exigentes. Disponible hasta la talla 91 .



CALENTADORES
Para ser utilizado en ambientes muy fríos.



TAPAS PARTIDAS
Desarrollado para aplicaciones con espacio reducido. Disponible a partir de la talla 60.



ANCLAJES
Anclajes de la competencia disponible bajo pedido.

IMPORTANTE:
El voltaje nominal puede cambiar según el nivel de certificación permitido cuando se eligen algunos accesorios opcionales.

MVE GAMA ESTÁNDAR

2 POLOS – 3000/3600 rpm

Class II Div.2: Temp. Class **T4**
ExII 2D Temp. Class: ● 100 °C ● 135 °C

* Conexiones de terminales: **Y** Alto voltaje; **Δ** Bajo voltaje

Wm (kgcm)		Modelo		Fuerza centrífuga (kg)		Peso (kg)		ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS								
								Potencia de entrada (kW)		Corriente nominal		* Conexión de terminales	Ia/In		Prensa-cable	
50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz (400V)	60Hz (460V)		50Hz	60Hz	Metrico	
1,3	1,0	MVE 60/3E-10A0	MVE 60/36E-10A0	66	71	4		0,09	0,09	0,25	0,23	Y	3,2	3,2	M16	●
2,0	1,3	MVE 100/3E-10A0	MVE 100/36E-10A0	98	95	5		0,09	0,09	0,25	0,23	Y	3,2	3,2	M16	●
3,7	2,6	MVE 200/3E-20A0	MVE 200/36E-20A0	187	189	7		0,15	0,18	0,35	0,30	Y	3,5	3,5	M20	●
3,7	2,6	MVE 200/3E-23A0	MVE 200/36E-23A0	187	189	7		0,15	0,18	0,35	0,30	Y	3,5	3,5	M20	●
6,4	4,5	MVE 300/3E-30A0	MVE 300/36E-30A0	321	323	10		0,25	0,28	0,52	0,45	Y	3,8	3,7	M20	●
8,0	5,7	MVE 400/3E-30A0	MVE 400/36E-30A0	407	411	10		0,27	0,33	0,58	0,60	Y	3,7	3,7	M20	●
10,3	7,4	MVE 500/3E-40A0	MVE 500/36E-40A0	530	534	16		0,50	0,58	0,96	0,97	Y	4,2	4,4	M20	●
14,9	10,6	MVE 700/3E-40A0	MVE 700/36E-40A0	758	765	17		0,59	0,61	1,25	1,24	Y	4,5	5,2	M20	●
15,7	11,1	MVE 800/3E-50A0	MVE 800/36E-50A0	794	800	20		0,70	0,84	1,45	1,50	Y	4,0	4,0	M20	●
20,3	14,0	MVE 1200/3E-50A0	MVE 1200/36E-50A0	1.005	1.013	21		0,95	1,15	1,85	1,95	Y	4,6	4,7	M20	●
26,6	18,6	MVE 1300/3E-50A0	MVE 1300/36E-50A0	1.355	1.365	22		1,30	1,38	2,44	2,25	Y	5,4	5,2	M20	●
31,3	22,2	MVE 1600/3E-60A0	MVE 1600/36E-60A0	1.601	1.608	51	50	1,54	1,60	2,94	2,61	Y	6,1	6,4	M25	●
36,8	27,6	MVE 2000/3E-60A0	MVE 2000/36E-60A0	2.027	1.997	52	50	2,10	2,10	3,75	3,42	Y	6,7	6,6	M25	●
46,0	31,9	MVE 2300/3E-60A0	MVE 2300/36E-60A0	2.302	2.306	53	51	2,40	2,45	4,44	3,45	Y	6,2	6,5	M25	●
68,1	43,9	MVE 3200/3E-75A1	MVE 3200/36E-75A1	3.252	3.176	103	101	2,76	2,90	5,30	4,61	Y	8,5	8,4	M32	●
79,4	56,0	MVE 4000/3E-75A1	MVE 4000/36E-75A1	4.033	4.052	107	104	2,90	2,90	5,30	4,61	Y	8,7	9,9	M32	●
103,2	69,8	MVE 5000/3E-75A1	MVE 5000/36E-75A1	5.009	5.048	111	106	4,00	4,00	7,22	6,28	Y	8,7	10,0	M32	●
129,6	90,5	MVE 6500/3E-85A0	MVE 6500/36E-85A0	6.510	6.552	228	230	5,23	5,50	9,43	8,20	Δ	8,7	9,0	M32	●
179,6	129,6	MVE 9000/3E-85A0	MVE 9000/36E-85A0	9.025	9.375	240	235	9,50	9,30	17,80	14,40	Δ	8,6	8,8	M32	●
129,6	90,5	MVE 6500/3E-86A0	MVE 6500/36E-86A0	6.510	6.552	228	230	5,50	6,30	9,50	9,50	Δ	8,2	7,7	M32	●
179,6	129,6	MVE 9000/3E-86A0	MVE 9000/36E-86A0	9.025	9.375	240	235	6,60	7,70	11,50	11,50	Δ	8,2	8,2	M32	●

TAMAÑO 10A0



TAMAÑO 60A0



TAMAÑO 105A0

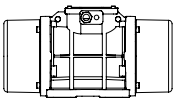


HASTA EL TAMAÑO 60 (NO INCLUIDO)
Masas de 60Hz = masas de 50Hz ajustadas al 70%

POR ENCIMA DEL TAMAÑO 60 (INCLUIDO)
Masas específicas para 60Hz

Para convertir kg en Newton: N = 9.81 · kg

- II2D Ex tb IIIC Tx Db IP66
- Equipos y sistemas de protección destinados a ser utilizados en atmósferas potencialmente explosivas (Zona 21) - Directiva 2014/34/UE
- Cumplimiento de los requisitos esenciales de salud y seguridad
- IEC 60034-1, IEC EN 60079-0, IEC EN 60079-31



Dibujos técnicos en la última página

Modelo		Dibujo	Tamaño	DIMENSIONES ESPECÍFICAS (mm)														
				C		M		A	B	Ø G	Agujeros	D	E	F	H	I	L	N
50Hz	60Hz			50Hz	60Hz	50Hz	60Hz				nº							
MVE 60/3E-10A0	MVE 60/36E-10A0	A1	10A0	213		45		Superficie de apoyo múltiple 62-74 / 106 / 9 33 / 83-102 / 7			4	130	135	11	50	96	107	85
MVE 100/3E-10A0	MVE 100/36E-10A0	A1	10A0	213		45		Superficie de apoyo múltiple 62-74 / 106 / 9 33 / 83-102 / 7			4	130	135	11	50	96	107	85
MVE 200/3E-20A0	MVE 200/36E-20A0	B1	20A0	233		54		62-74	106	9	4	130	154	15	65	125	120	112
MVE 200/3E-23A0	MVE 200/36E-23A0	G	23A0	222		55		Superficie de apoyo múltiple 62-74 / 106 / 9 65 / 140 / 13 115 / 135 / 11 135 / 115 / 11			4	164	140	25	82	116	159	110
MVE 300/3E-30A0	MVE 300/36E-30A0	C1	30A0	254		42		Superficie de apoyo múltiple 80 / 110 / 11 90 / 125 / 13 124 / 110 / 11 135 / 115 / 11			4	150	173	15	79	150	166	134
MVE 400/3E-30A0	MVE 400/36E-30A0	C1	30A0	274		52		Superficie de apoyo múltiple 80 / 110 / 11 90 / 125 / 13 124 / 110 / 11 135 / 115 / 11			4	150	173	15	79	150	166	134
MVE 500/3E-40A0	MVE 500/36E-40A0	D1	40A0	330		78		105	140	13	4	170	196	20	92	169	166	158
MVE 700/3E-40A0	MVE 700/36E-40A0	D1	40A0	330		78		105	140	13	4	170	196	20	92	169	166	158
MVE 800/3E-50A0	MVE 800/36E-50A0	D1	50A0	321		62		120	170	17	4	208	210	22	96	185	192	170
MVE 1200/3E-50A0	MVE 1200/36E-50A0	D1	50A0	321		62		120	170	17	4	208	210	22	96	185	192	170
MVE 1300/3E-50A0	MVE 1300/36E-50A0	D1	50A0	321		62		120	170	17	4	208	210	22	96	185	192	170
MVE 1600/3E-60A0	MVE 1600/36E-60A0	D1	60A0	402		90		140	190	17	4	230	260	26	124	240	218	222
MVE 2000/3E-60A0	MVE 2000/36E-60A0	D1	60A0	402		90		140	190	17	4	230	260	26	124	240	218	222
MVE 2300/3E-60A0	MVE 2300/36E-60A0	D1	60A0	402		90		140	190	17	4	230	260	26	124	240	218	222
MVE 3200/3E-75A1	MVE 3200/36E-75A1	D1	75A1	516		117		155	255	25	4	304	314	30	147	285	277	265
MVE 4000/3E-75A1	MVE 4000/36E-75A1	D1	75A1	516		117		155	255	25	4	304	314	30	147	285	277	265
MVE 5000/3E-75A1	MVE 5000/36E-75A1	D1	75A1	564	516	141	117	155	255	25	4	304	314	30	147	285	277	265
MVE 6500/3E-85A0	MVE 6500/36E-85A0	D1	85A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378
MVE 9000/3E-85A0	MVE 9000/36E-85A0	D1	85A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378
MVE 6500/3E-86A0	MVE 6500/36E-86A0	D1	86A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378
MVE 9000/3E-86A0	MVE 9000/36E-86A0	D1	86A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378

Note:

NOTA: Dimensiones con un grado de precisión aproximado relacionado con UNI 22768/1

Esta información se proporciona sin garantía, representación, incentivo o licencia de ningún tipo. Es exacto al mejor conocimiento de OLI o se obtiene de fuentes que se consideran precisas. Por lo tanto, OLI no asume ninguna responsabilidad legal.
La información más reciente y actualizada información está disponible en nuestra web.

» Clase II Div.2 grupos F, G T4
» Conformidad a UL 1004-1,UL 1004-3, UL60079-31, UL60079-0, CSA 60079-0, CSA 60079- 31, CSA 22.2 N°100, CSA 22.2 N°77

MVE GAMA ESTÁNDAR

4 POLOS - 1500/1800 rpm

Class II Div.2: Temp. Class **T4**
ExII 2D Temp. Class: ● 100 °C ● 135 °C

* Conexiones de terminales: **Y** Alto voltaje; **Δ** Bajo voltaje

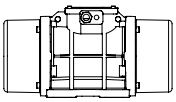
Wm (Kgcm)		Modelo		Fuerza centrífuga (kg)		Peso (kg)		ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS								
								Potencia de entrada (kW)		Corriente nominal		* Conexión de terminales	Ia/In		Prensa-cable	
50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz (400V)	60Hz (460V)		50Hz	60Hz	Metrico	
2,0	2,0	MVE 40/15E-10A0	MVE 40/18E-10A0	25	36	5		0,05	0,04	0,31	0,31	Y	2,2	2,2	M16	●
6,0	4,2	MVE 90/15E-20A0	MVE 90/18E-20A0	75	76	7		0,07	0,08	0,31	0,25	Y	2,2	2,2	M20	●
7,7	5,4	MVE 100/15E-20A0	MVE 100/18E-20A0	97	98	7		0,07	0,08	0,31	0,25	Y	2,2	2,2	M20	●
15,4	10,8	MVE 200/15E-30A0	MVE 200/18E-30A0	194	196	12		0,12	0,15	0,49	0,50	Y	2,2	2,2	M20	●
33,4	23,4	MVE 400/15E-40A0	MVE 400/18E-40A0	420	423	20		0,27	0,32	0,84	0,86	Y	2,7	2,7	M20	●
40,1	28,1	MVE 500/15E-40A0	MVE 500/18E-40A0	504	508	21		0,35	0,40	1,06	1,09	Y	3,0	2,9	M20	●
26,6	18,6	MVE 300/15E-50A0	MVE 300/18E-50A0	334	336	22		0,62	0,73	1,32	1,20	Y	3,2	3,4	M20	●
56,8	39,4	MVE 700/15E-50A0	MVE 700/18E-50A0	714	712	27		0,62	0,73	1,32	1,20	Y	3,2	3,4	M20	●
56,8	39,4	MVE 710/15E-50A0	MVE 710/18E-50A0	714	712	27		0,62	0,73	1,32	1,20	Y	3,2	3,4	M20	●
75,6	52,9	MVE 950/15E-50A0	MVE 950/18E-50A0	950	957	33		0,64	0,77	1,40	1,35	Y	4,2	4,2	M20	●
87,7	61,4	MVE 1100/15E-51A0	MVE 1100/18E-51A0	1.102	1.110	35	28,5	0,64	0,77	1,40	1,35	Y	4,0	4,0	M20	●
108,6	76,7	MVE 1400/15E-60A0	MVE 1400/18E-60A0	1.364	1.388	63,5	60,5	0,70	0,84	1,78	1,78	Y	4,2	4,2	M25	●
137,3	92,0	MVE 1700/15E-60A0	MVE 1700/18E-60A0	1.725	1.664	67,5	64	1,13	1,30	2,16	2,09	Y	4,9	4,7	M25	●
187,7	137,4	MVE 2400/15E-60A0	MVE 2400/18E-60A0	2.358	2.485	77	69.5	1,57	1,88	3,20	3,20	Y	5,1	5,1	M25	●
203,5	135,6	MVE 2500/15E-70A0	MVE 2500/18E-70A0	2.557	2.454	85	74,4	1,76	2,00	3,08	3,00	Y	6,2	6,3	M25	●
248,7	169,8	MVE 3000/15E-70A0	MVE 3000/18E-70A0	3.124	3.071	83,5	78	1,90	2,30	3,68	3,30	Y	6,7	6,8	M25	●
306,7	204,7	MVE 3800/15E-75A0	MVE 3800/18E-75A0	3.853	3.704	125	113	2,20	2,60	4,15	4,15	Y	7,0	7,0	M32	●
343,2	240,9	MVE 4300/15E-75A0	MVE 4300/18E-75A0	4.312	4.359	136	120	2,50	3,00	4,50	4,60	Y	7,2	7,4	M32	●
437,4	303,7	MVE 5500/15E-80A0	MVE 5500/18E-80A0	5.495	5.495	181	169	2,88	3,45	6,50	5,50	Y	7,3	7,2	M32	●
576,8	397,3	MVE 7200/15E-85A0	MVE 7200/18E-85A0	7.246	7.188	237	231	4,00	4,80	8,50	8,70	Δ	7,0	7,1	M32	●
718,0	498,8	MVE 9000/15E-85A0	MVE 9000/18E-85A0	9.020	9.023	252	241	7,35	8,50	13,40	12,00	Δ	7,2	7,2	M32	●
579,9	406,0	MVE 7200/15E-86A0	MVE 7200/18E-86A0	7.286	7.345	237	231	6,00	6,50	11,00	10,80	Δ	4,7	4,5	M32	●
724,8	507,0	MVE 9000/15E-86A0	MVE 9000/18E-86A0	9.106	9.172	252	241	6,00	6,50	11,00	10,80	Δ	4,7	4,5	M32	●
800,1	588,3	MVE 10000/15E-90A0	MVE 10000/18E-90A0	10.052	10.643	300	286	5,40	7,00	13,00	13,00	Δ	6,7	6,6	M32	●
835,7	581,3	MVE 10000/15E-91A0	MVE 10000/18E-91A0	10.499	10.517	300	286	7,00	8,20	13,10	13,10	Δ	7,2	7,7	M32	●
939	655	MVE 11500/15E-100A0	MVE 11500/18E-100A0	11.779	11.853	445	422	9,00	10,00	15,50	15,50	Δ	7,0	7,0	M32	●
1,142	838	MVE 14500/15E-100A0	MVE 14500/18E-100A0	14.352	15.153	460	442	11,00	13,00	18,50	18,50	Δ	8,0	8,0	M32	●

HASTA EL TAMAÑO 60 (NO INCLUIDO)
Masas de 60Hz = masas de 50Hz ajustadas al 70%
Excepto para el modelo MVE 1100/15 - 1100/18

POR ENCIMA DEL TAMAÑO 60 (INCLUIDO)
Masas específicas para 60Hz

Para convertir kg en Newton: N = 9.81 · kg

- II2D Ex tb IIIC Tx Db IP66
- Equipos y sistemas de protección destinados a ser utilizados en atmósferas potencialmente explosivas (Zona 21) - Directiva 2014/34/UE
- Cumplimiento de los requisitos esenciales de salud y seguridad
- IEC 60034-1, IEC EN 60079-0, IEC EN 60079-31



Dibujos técnicos en la última página

Modelo		Dibujo	Tamaño	DIMENSIONES ESPECÍFICAS (mm)														
				C		M		A	B	Ø G	Agujeros	D	E	F	H	I	L	N
50 Hz	60 Hz			50Hz	60Hz	50Hz	60Hz				n°							
MVE 40/15E-10A0	MVE 40/18E-10A0	A	10A0	213		45		Superficie de apoyo múltiple: 62-74 / 33	106 / 83-102	9 / 7	4	130	135	11	50	96	107	85
MVE 90/15E-20A0	MVE 90/18E-20A0	B	20A0	233		54		62-74	106	9	4	130	154	15	65	125	120	112
MVE 100/15E-20A0	MVE 100/18E-20A0	B	20A0	233		54		62-74	106	9	4	130	154	15	65	125	120	112
MVE 200/15E-30A0	MVE 200/18E-30A0	C	30A0	274		52		Superficie de apoyo múltiple: 80 / 90 / 124 / 135	110 / 125 / 110 / 115	11 / 13 / 11 / 11	4	150	173	15	79	150	166	134
MVE 400/15E-40A0	MVE 400/18E-40A0	D1	40A0	330		78		105	140	13	4	170	196	20	92	174	166	160
MVE 500/15E-40A0	MVE 500/18E-40A0	D1	40A0	330		78		105	140	13	4	170	196	20	92	174	166	160
MVE 300/15E-50A0	MVE 300/18E-50A0	D1	50A0	321		62		120	170	17	4	208	210	22	96	185	192	170
MVE 700/15E-50A0	MVE 700/18E-50A0	D1	50A0	391		97		120	170	17	4	208	210	22	96	185	192	170
MVE 710/15E-50A0	MVE 710/18E-50A0	D1	50A0	391		97		120	170	17	4	208	210	22	96	185	192	170
MVE 950/15E-50A0	MVE 950/18E-50A0	D1	50A0	455		129		120	170	17	4	208	210	22	96	185	192	170
MVE 1100/15E-51A0	MVE 1100/18E-51A0	D1	51A0	414		106		120	170	17	4	208	220	25	105	202	192	187
MVE 1400/15E-60A0	MVE 1400/18E-60A0	D1	60A0	446		112		140	190	17	4	230	260	26	124	240	218	222
MVE 1700/15E-60A0	MVE 1700/18E-60A0	D1	60A0	446		112		140	190	17	4	230	260	26	124	240	218	222
MVE 2400/15E-60A0	MVE 2400/18E-60A0	D1	60A0	490	446	134	112	140	190	17	4	230	260	26	124	240	218	222
MVE 2500/15E-70A0	MVE 2500/18E-70A0	D1	70A0	501		123		155	225	22	4	275	290	30	140	256	250	236
MVE 3000/15E-70A0	MVE 3000/18E-70A0	D1	70A0	535	501	140	123	155	225	22	4	275	290	30	140	256	250	236
MVE 3800/15E-75A0	MVE 3800/18E-75A0	D1	75A0	564	536	151	117	155	255	23.5	4	304	314	30	147	285	277	265
MVE 4300/15E-75A0	MVE 4300/18E-75A0	D1	75A0	584	564	151	141	155	255	23.5	4	304	314	30	147	285	277	265
MVE 5500/15E-80A0	MVE 5500/18E-80A0	D1	80A0	603		143		180	280	26	4	332	354	32	170	330	312	311
MVE 7200/15E-85A0	MVE 7200/18E-85A0	D1	85A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378
MVE 9000/15E-85A0	MVE 9000/18E-85A0	D1	85A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378
MVE 7200/15E-86A0	MVE 7200/18E-86A0	D1	86A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378
MVE 9000/15E-86A0	MVE 9000/18E-86A0	D1	86A0	624		130		200	320	28	4	385	402	40	203	394	360	378
MVE 10000/15E-90A0	MVE 10000/18E-90A0	E1	90A0	728		170		125	380	39	6	452	415	40	205	394	380	378
MVE 10000/15E-91A0	MVE 10000/18E-91A0	E1	91A0	728		170		125	380	39	6	452	415	40	205	394	380	378
MVE 11500/15E-100A0	MVE 11500/18E-100A0	E	100	890		210		140	440	45	6	530	484	37	232	446	470	424
MVE 14500/15E-100A0	MVE 14500/18E-100A0	E	100	890		210		140	440	45	6	530	484	37	232	446	470	424

NOTA: Dimensiones con un grado de precisión aproximado relacionado con UNI 22768/1

Esta información se proporciona sin garantía, representación, incentivo o licencia de ningún tipo. Es exacto al mejor conocimiento de OLI o se obtiene de fuentes que se consideran precisas. Por lo tanto, OLI no asume ninguna responsabilidad legal.
La información más reciente y actualizada información está disponible en nuestra web.

» Clase II Div.2 grupos F, G T4
» Conformidad a UL 1004-1,UL 1004-3, UL60079-31, UL60079-0, CSA 60079-0, CSA 60079- 31, CSA 22.2 N°100, CSA 22.2 N°77



Image may differ from product. See specification for details.

NA 4909 RS

Rodamiento de una hilera de agujas con aros mecanizados, con pestañas y sellado integral

Los rodamientos de una hilera de agujas incluyen rodillos cilíndricos de pequeño diámetro en relación con su longitud. Gracias a su gran número de rodillos, los rodamientos tienen una gran capacidad de carga. El aro exterior incluye dos pestañas integrales para guiar el rodamiento axialmente y una ranura anular con uno o más orificios de lubricación para facilitar la relubricación. El aro interior contiene un orificio de lubricación adicional.

- Alta capacidad de carga radial
- alta rigidez y baja altura de la sección transversal
- admiten desplazamiento axial en ambos sentidos
- diseño desmontable
- el sellado integral prolonga la vida útil del rodamiento

Descripción general

Dimensiones

Diámetro del agujero	45 mm
Diámetro exterior	68 mm
Ancho	23 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	45 kN
Capacidad de carga estática básica	64 kN
Velocidad de referencia	7 500 r/min
Velocidad límite	3 800 r/min
Clase de rendimiento SKF	SKF Explorer

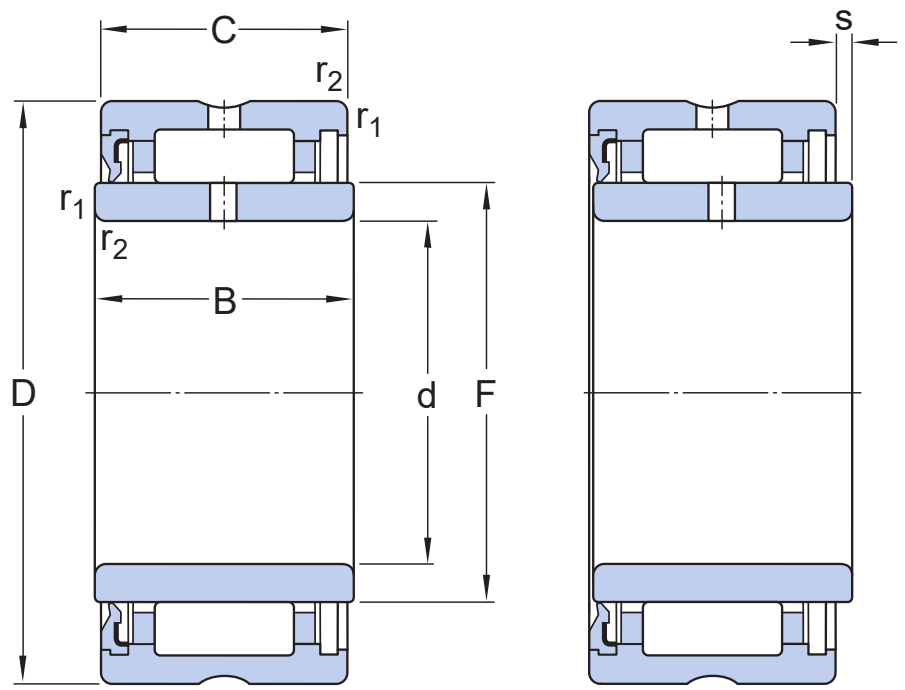
Propiedades

Pieza del rodamiento	Rodamiento completo
Cantidad de hileras	1
Tipo respecto del aro exterior	Mecanizado (sólido)
Característica de alineación	Sin
Jaula	Chapa metálica
Cantidad de pestañas del aro exterior	2
Juego radial interno	CN
Clase de tolerancia	Normal
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Sello en un lado
Tipo de sellado	Sello
Lubricante	Grasa
Característica de relubricación	Con
Indicative carbon footprint for new product	1.04 kg CO_2e

Logística

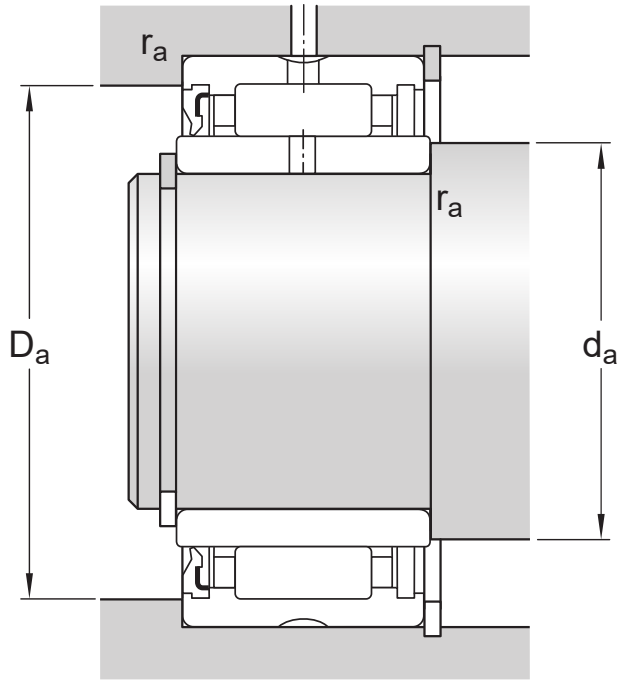
Peso neto del producto	0.29 kg
Código eClass	23-05-09-03
Código UNSPSC	31171512

Especificación técnica



Dimensiones

d	45 mm	Diámetro del agujero
D	68 mm	Diámetro exterior
B	23 mm	Ancho
C	22 mm	Ancho del aro exterior
F	52 mm	Diámetro del camino de rodadura del aro interior
$r_{1,2}$	min. 0.6 mm	Dimensión del chaflán del aro exterior
s	max. 0.5 mm	Desplazamiento axial admisible de un aro del rodamiento con respecto al otro desde la posición normal



Dimensiones de los resaltes

d_a	min. 49 mm	Diámetro mínimo admisible del resalte del eje, rodamientos con pestañas
D_a	max. 64 mm	Diámetro del resalte del soporte
r_a	max. 0.6 mm	Radio de acuerdo

Datos del cálculo

Clase de rendimiento SKF		SKF Explorer
Capacidad de carga dinámica básica	C	45 kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	64 kN
Carga límite de fatiga	P_u	8 kN
Velocidad de referencia		7 500 r/min
Velocidad límite		3 800 r/min

Tolerancias y juegos

ESPECIFICACIONES GENERALES DE RODAMIENTOS

- Tolerancias: Normales, P6, P5, ISO - F6 (F_w)
- Juego radial interno: tabla

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Tolerancias del soporte: tabla
- Tolerancias del eje: Juego de funcionamiento

Más información

Detalles del producto

- Diseños y versiones
- Especificaciones generales de rodamientos
- Cargas
- Límites de temperatura
- Velocidad admisible
- Consideraciones de diseño
- Sistema de designación

Información sobre ingeniería

- Principios para la selección de rodamientos
- Conocimientos generales sobre rodamientos
- Proceso de selección de rodamientos
- Falla del rodamiento y cómo prevenirla

Herramientas

- SimPro Quick
- Bearing Select (Herramienta para la selección de rodamientos)
- Engineering Calculator (Herramienta para cálculos de ingeniería)
- LubeSelect para grasas SKF
- Herramienta para la selección de calentadores
- skf.com/mount

Términos de uso

Al visitar y utilizar esta página web/aplicación, publicada por AB SKF (publ.) (556007-3495 · Gotemburgo) (“SKF”) y de su propiedad, usted acepta cumplir con los siguientes términos y condiciones:

Limitación de la garantía y de la responsabilidad

Aunque se ha puesto el máximo empeño en asegurar la exactitud de la información incluida en esta página web/aplicación, SKF proporciona dicha información "TAL CUAL", y DENIEGA CUALQUIER GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUIDAS, ENTRE OTRAS, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIABILIDAD Y APTITUD PARA FINES ESPECÍFICOS. Usted reconoce que utilizará esta página web/aplicación bajo su entera responsabilidad, que asume la responsabilidad absoluta de todos los costos asociados al uso de esta página web/aplicación y que SKF no será responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente ni indirecto de ningún tipo, derivado de su acceso a la información o los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación o del uso de estos.

Todas las garantías y manifestaciones incluidas en esta página web/aplicación acerca de los productos o servicios de SKF que usted adquiera o use estarán sujetas a los términos y condiciones acordados en el contrato del producto o servicio en cuestión.

Asimismo, en lo que respecta a las páginas web/aplicaciones no pertenecientes a SKF mencionadas en nuestra página web/aplicación o donde se incluya un hipervínculo, SKF no ofrece garantía alguna respecto de la exactitud o la confiabilidad de la información incluida en dichas páginas web/aplicaciones y no asumirá ninguna responsabilidad sobre el material creado o publicado por terceros incluido en dichas páginas y aplicaciones. Además, SKF tampoco garantiza que esta página web/aplicación ni que esas otras páginas web/aplicaciones vinculadas estén libres de virus u otros elementos perjudiciales.

Servicios de terceros

Cuando mire contenido de YouTube a través de los sitios web de SKF (es decir, utilizando Servicios API de YouTube), usted acepta los Términos de servicio de YouTube.

Derechos de autor

Los derechos de autor de esta página web/aplicación y el derecho de autor de la información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación pertenecen a SKF o a los otorgantes de su autorización de uso. Quedan reservados todos los derechos. Todo el material autorizado para su uso mencionará al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar el material. La información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación no podrán reproducirse, duplicarse, copiarse, transmitirse, distribuirse, almacenarse, modificarse, descargarse ni explotarse de ningún otro modo para uso comercial sin la autorización previa por escrito de SKF. No obstante, sí podrán reproducirse, almacenarse y descargarse para su uso por parte de particulares sin la autorización previa por escrito de SKF. En ningún caso se podrá facilitar esta información o programas informáticos a terceros.

Esta página web/aplicación incluye determinadas imágenes que se utilizan bajo licencia de Shutterstock, Inc.

Marcas comerciales y patentes

Todas las marcas comerciales, nombres de marcas y logotipos de empresas que aparecen en la página web/aplicación son propiedad de SKF o de los otorgantes de su autorización de uso, y no podrán ser utilizados de ningún modo sin la autorización previa por escrito de SKF. Todas las marcas comerciales autorizadas publicadas en esta página web/aplicación mencionan al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar la marca comercial. El acceso a esta página web/aplicación no concede al usuario ningún derecho sobre las patentes propiedad de SKF o autorizadas a SKF.

Cambios

SKF se reserva el derecho a introducir cambios o ampliaciones de esta página web/aplicación en cualquier momento.



Image may differ from product. See specification for details.

NA 4912

Rodamiento de una hilera de agujas con aros mecanizados, con pestañas

Los rodamientos de una hilera de agujas incluyen rodillos cilíndricos de pequeño diámetro en relación con su longitud. Gracias a su gran número de rodillos, los rodamientos tienen una gran capacidad de carga. El aro exterior incluye dos pestañas integrales para guiar el rodamiento axialmente y una ranura anular con uno o más orificios de lubricación para facilitar la relubricación.

- Alta capacidad de carga radial
- alta rigidez
- baja altura de la sección transversal
- admiten desplazamiento axial en ambos sentidos
- diseño desmontable

Descripción general

Dimensiones

Diámetro del agujero	60 mm
Diámetro exterior	85 mm
Ancho	25 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	69.5 kN
Capacidad de carga estática básica	114 kN
Velocidad de referencia	6 000 r/min
Velocidad límite	6 700 r/min
Clase de rendimiento SKF	SKF Explorer

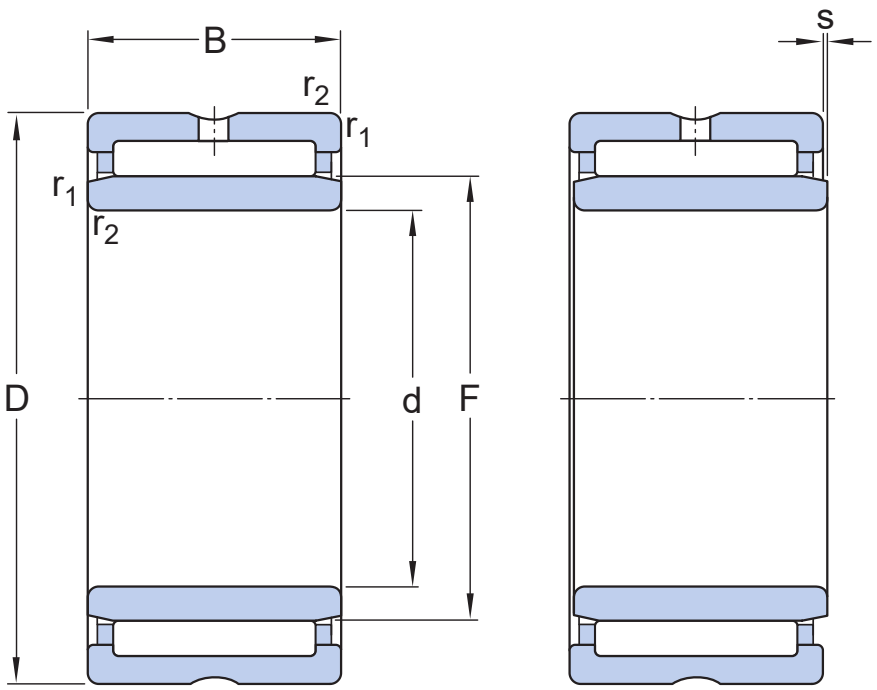
Propiedades

Pieza del rodamiento	Rodamiento completo
Cantidad de hileras	1
Tipo respecto del aro exterior	Mecanizado (sólido)
Característica de alineación	Sin
Jaula	Chapa metálica
Cantidad de pestañas del aro exterior	2
Juego radial interno	CN
Clase de tolerancia	Normal
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Sin
Lubricante	Ninguna
Característica de relubricación	Con
Indicative carbon footprint for new product	1.53 kg CO_2e

Logística

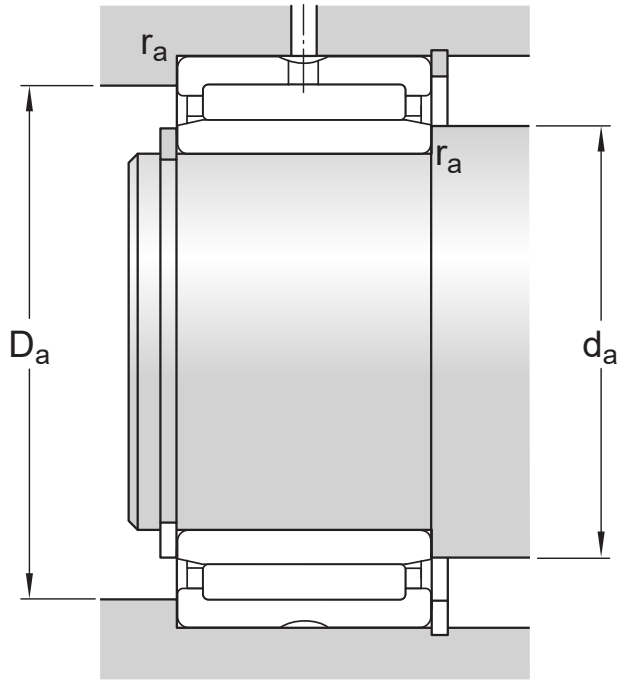
Peso neto del producto	0.426 kg
Código eClass	23-05-09-03
Código UNSPSC	31171512

Especificación técnica



Dimensiones

d	60 mm	Diámetro del agujero
D	85 mm	Diámetro exterior
B	25 mm	Ancho
F	68 mm	Diámetro del camino de rodadura del aro interior
$r_{1,2}$	min. 1 mm	Dimensión del chaflán del aro exterior
s	max. 1.5 mm	Desplazamiento axial admisible de un aro del rodamiento con respecto al otro desde la posición normal



Dimensiones de los resaltes

d_a	min. 65 mm	Diámetro mínimo admisible del resalte del eje, rodamientos con pestañas
D_a	max. 80 mm	Diámetro del resalte del soporte
r_a	max. 1 mm	Radio de acuerdo

Datos del cálculo

Clase de rendimiento SKF		SKF Explorer
Capacidad de carga dinámica básica	C	69.5 kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	114 kN
Carga límite de fatiga	P_u	14.6 kN
Velocidad de referencia		6 000 r/min
Velocidad límite		6 700 r/min

Tolerancias y juegos

ESPECIFICACIONES GENERALES DE RODAMIENTOS

- Tolerancias: Normales, P6, P5, ISO - F6 (F_w)
- Juego radial interno: tabla

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Tolerancias del soporte: tabla
- Tolerancias del eje: Juego de funcionamiento

Más información

Detalles del producto

- Diseños y versiones
- Especificaciones generales de rodamientos
- Cargas
- Límites de temperatura
- Velocidad admisible
- Consideraciones de diseño
- Sistema de designación

Información sobre ingeniería

- Principios para la selección de rodamientos
- Conocimientos generales sobre rodamientos
- Proceso de selección de rodamientos
- Falla del rodamiento y cómo prevenirla

Herramientas

- SimPro Quick
- Bearing Select (Herramienta para la selección de rodamientos)
- Engineering Calculator (Herramienta para cálculos de ingeniería)
- LubeSelect para grasas SKF
- Herramienta para la selección de calentadores
- skf.com/mount

Términos de uso

Al visitar y utilizar esta página web/aplicación, publicada por AB SKF (publ.) (556007-3495 · Gotemburgo) (“SKF”) y de su propiedad, usted acepta cumplir con los siguientes términos y condiciones:

Limitación de la garantía y de la responsabilidad

Aunque se ha puesto el máximo empeño en asegurar la exactitud de la información incluida en esta página web/aplicación, SKF proporciona dicha información "TAL CUAL", y DENIEGA CUALQUIER GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUIDAS, ENTRE OTRAS, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIABILIDAD Y APTITUD PARA FINES ESPECÍFICOS. Usted reconoce que utilizará esta página web/aplicación bajo su entera responsabilidad, que asume la responsabilidad absoluta de todos los costos asociados al uso de esta página web/aplicación y que SKF no será responsable de ningún daño directo, incidental, consecuente ni indirecto de ningún tipo, derivado de su acceso a la información o los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación o del uso de estos.

Todas las garantías y manifestaciones incluidas en esta página web/aplicación acerca de los productos o servicios de SKF que usted adquiera o use estarán sujetas a los términos y condiciones acordados en el contrato del producto o servicio en cuestión.

Asimismo, en lo que respecta a las páginas web/aplicaciones no pertenecientes a SKF mencionadas en nuestra página web/aplicación o donde se incluya un hipervínculo, SKF no ofrece garantía alguna respecto de la exactitud o la confiabilidad de la información incluida en dichas páginas web/aplicaciones y no asumirá ninguna responsabilidad sobre el material creado o publicado por terceros incluido en dichas páginas y aplicaciones. Además, SKF tampoco garantiza que esta página web/aplicación ni que esas otras páginas web/aplicaciones vinculadas estén libres de virus u otros elementos perjudiciales.

Servicios de terceros

Cuando mire contenido de YouTube a través de los sitios web de SKF (es decir, utilizando Servicios API de YouTube), usted acepta los Términos de servicio de YouTube.

Derechos de autor

Los derechos de autor de esta página web/aplicación y el derecho de autor de la información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación pertenecen a SKF o a los otorgantes de su autorización de uso. Quedan reservados todos los derechos. Todo el material autorizado para su uso mencionará al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar el material. La información y los programas informáticos disponibles en esta página web/aplicación no podrán reproducirse, duplicarse, copiarse, transmitirse, distribuirse, almacenarse, modificarse, descargarse ni explotarse de ningún otro modo para uso comercial sin la autorización previa por escrito de SKF. No obstante, sí podrán reproducirse, almacenarse y descargarse para su uso por parte de particulares sin la autorización previa por escrito de SKF. En ningún caso se podrá facilitar esta información o programas informáticos a terceros.

Esta página web/aplicación incluye determinadas imágenes que se utilizan bajo licencia de Shutterstock, Inc.

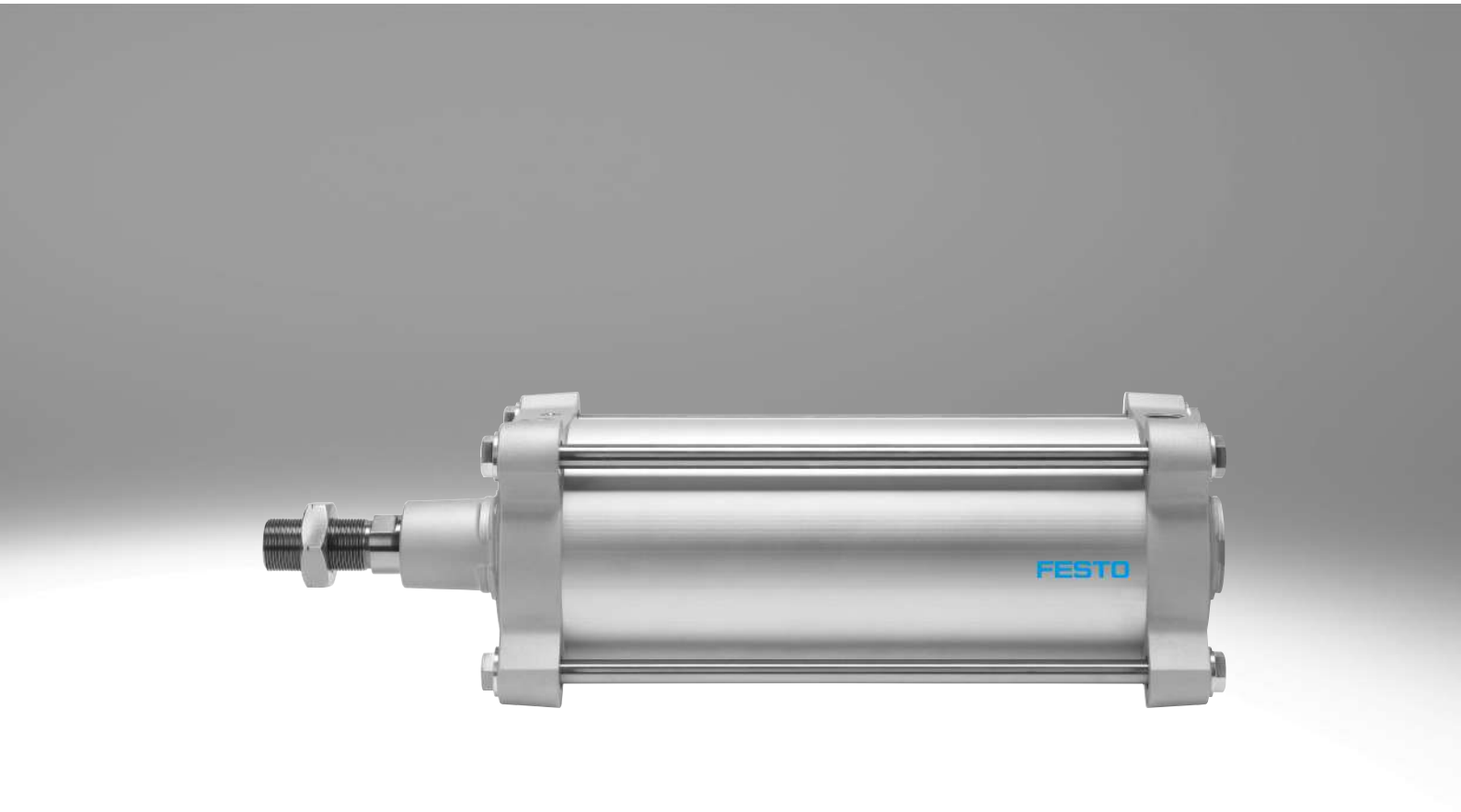
Marcas comerciales y patentes

Todas las marcas comerciales, nombres de marcas y logotipos de empresas que aparecen en la página web/aplicación son propiedad de SKF o de los otorgantes de su autorización de uso, y no podrán ser utilizados de ningún modo sin la autorización previa por escrito de SKF. Todas las marcas comerciales autorizadas publicadas en esta página web/aplicación mencionan al otorgante que haya concedido a SKF el derecho a utilizar la marca comercial. El acceso a esta página web/aplicación no concede al usuario ningún derecho sobre las patentes propiedad de SKF o autorizadas a SKF.

Cambios

SKF se reserva el derecho a introducir cambios o ampliaciones de esta página web/aplicación en cualquier momento.

Cilindros normalizados DSBG, ISO 15552

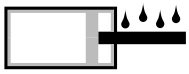
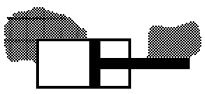
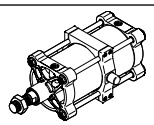
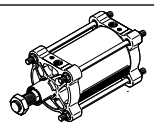


Características

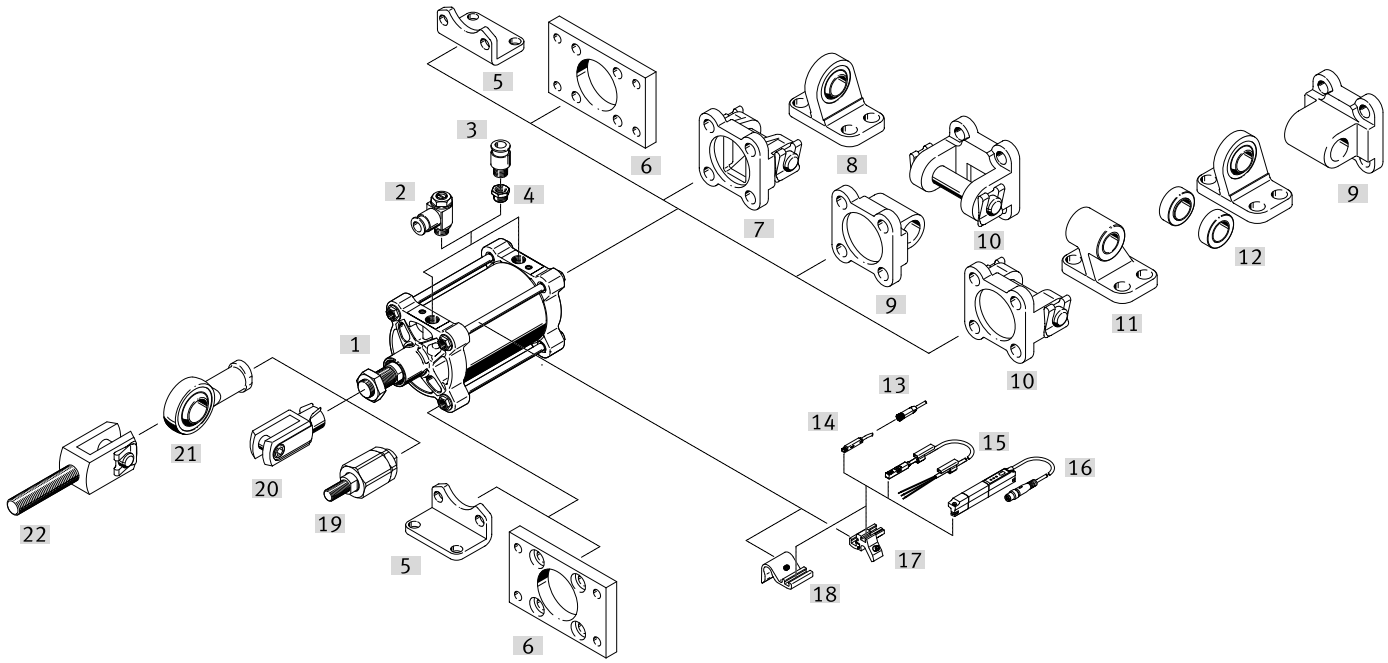
Información resumida

- Cilindros normalizados según la norma ISO15552 (corresponde a las normas retiradas ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA24562, NFE49003.1 y UNI 10290)
- Ejecución robusta con tirantes
- De doble efecto
- Para la detección de posiciones sin contacto
- EX4: para el uso en zonas potencialmente explosivas
- La amplia gama de accesorios permite encontrar la solución adecuada para prácticamente cualquier situación de montaje
- Posibilidad de elegir entre dos tipos de amortiguación:
  - Amortiguación elástica: anillos/placas amortiguadores elásticos en ambos lados
  - Amortiguación neumática ajustable: amortiguación neumática ajustable en ambos lados
- Las variantes se pueden configurar individualmente a partir de un producto modular
- Gran versatilidad gracias a numerosas variantes

Variantes incluidas en el producto modular

Símbolo	Características		Descripción
	T	Vástago doble	Para funcionamiento en ambos lados. Fuerzas idénticas durante carrera de avance y retroceso. Para montaje de topes exteriores
	F	Rosca interior en el vástago	–
	R3	Protección elevada contra la corrosión	Todas las superficies exteriores de los cilindros satisfacen la clase de resistencia a la corrosión 3 según la norma Festo 940 070. El vástago es de acero resistente a los ácidos y a la corrosión
	T1	Juntas termorresistentes	Margen de temperatura 0 ... +120 °C
	T4	Juntas termorresistentes	Margen de temperatura 0 ... +150 °C
	...E	Prolongación del vástago	1 ... 500 mm
	...L	Prolongación de la rosca del vástago	1 ... 100 mm
	...S	Acortamiento de la rosca del vástago	1 ... 86 mm
	M...	Rosca del vástago	Ejecución de la rosca del vástago: M16/M16x1,5/M20/M20x1,5/M24/M27/M27x2/M30x2/M36/M36x2/M42/M42x2/M48
	A6	Variante con anillo rascador	Anillo rascador metálico: El cilindro está dotado de un vástago cromado duro y un rascador metálico que elimina las partículas duras adheridas al vástago (p. ej., salpicaduras de soldadura). Por ejemplo, en caso de uso en equipos de soldadura
	V	Fijación basculante central	• Para diámetro del émbolo 160, 200 • Fijación basculante, sujeta en el centro entre las culatas del cilindro • La posición se puede mover en cualquier momento
	...Y	Posición de montaje de la brida basculante con pivotes	• Para diámetro del émbolo 250, 320 • Fijación basculante, posición de libre elección, atornillamiento a ras • La posición no se puede modificar posteriormente
	B	Espárragos integrados	• B1: en ambos lados • B2: en la culata delantera • B3: en la culata posterior
	Longitud de rosca del espárrago: ...LB2 en la culata delantera ...LB3 en la culata posterior		• Longitud de rosca variable: 32 ... 140 mm • Opcionalmente en la culata delantera o posterior

Cuadro general de periféricos



Elementos de fijación y accesorios

		Para diámetro	Descripción	→ Página/ Internet
[1]	Cilindro normalizado DSBG			4
[2]	Válvula de estrangulación y antirretorno GRLA	160, 200	Para regular la velocidad	grla
[3]	Racor rápido roscado QS	160, 200	Para la conexión de tubos flexibles con tolerancias externas	20
[4]	Empalme reductor NPFC	160, 200	Para la conexión de racores QS con rosca G1/2 al cilindro con rosca G3/4	20
	Boquilla reductora D	250, 320	Para la conexión de racores QS con rosca G1/2 al cilindro con rosca G1	
[5]	Fijación por pies HNG	160 ... 320	Para culata delantera y trasera, corresponde a MS1 según la norma ISO 15552	17
[6]	Fijación por brida FNG	160 ... 320	Para culata delantera o posterior; corresponde a MF1/MF2 según ISO 15552	17
[7]	Brida basculante SNG	160, 200	Para culata posterior	18
[8]	Caballete LSNG	160, 200	Con cojinete esférico	20
[9]	Brida basculante SNGL	160, 200	Para culata trasera; corresponde a MP2 según ISO 15552	19
[10]	Brida basculante SNGB	160 ... 320	Para culata trasera; corresponde a MP2 según ISO 15552	18
[11]	Caballete LN/LNG	160 ... 320	Para brida basculante SNGB	18
[12]	Caballete LSN	160 ... 320	Con cojinete esférico	20
[13]	Cable de conexión NEBA	160 ... 320	–	21
[14] [15]	Sensor de proximidad SME/SMT-8	160 ... 320	Para la detección de la posición del émbolo	21
[16]	Transmisor de posiciones SDAT	160 ... 250	• Detecta de manera continua la posición del émbolo • Dispone de una salida analógica	23
[17] [18]	Soporte para detector DASP	160 ... 320	Para sensor de proximidad SME/SMT-8	23
[19]	Rótula FK	160, 200	Para compensar desviaciones radiales y angulares	20
[20]	Horquilla SG	160 ... 320	Permite el movimiento giratorio del cilindro en un plano	20
[21]	Cabeza de rótula SGS	160 ... 320	Con cojinete esférico	20
[22]	Horquilla SGA	160, 200	En combinación con la cabeza de rótula SGS, apropiada para la unión esférica de cilindros	20
–	Brida basculante central LNZG	160 ... 320	Para la fijación del cilindro en combinación con la fijación oscilante central o la posición de montaje de la brida basculante con pivotes	19

Códigos del producto

001	Serie	
DSBG	Cilindro normalizado, de doble efecto, basado en ISO 15552	

002	Fijación basculante central	
	Sin	
V	Central, bloqueada	

003	Diámetro del émbolo	
160	160	
200	200	
250	250	
320	320	

004	Carrera	
...	25 ... 500	

005	Tipo de vástago	
	En un lado	
T	Vástago doble	

006	Tipo de rosca del vástago	
	Rosca exterior	
F	Rosca interior	

007	Amortiguación	
P	Anillos amortiguadores/placas amortiguadoras elásticos en ambos lados	
PPV	Amortiguación neumática, regulable en ambos lados	

008	Detección de posiciones	
	Sin	
A	Para sensor de proximidad	

009	Norma	
	No según norma	
N3	Corresponde a ISO 15552	

010	Protección contra la corrosión	
	Estándar	
R3	Alto nivel de protección contra la corrosión	

011	Margen de temperatura	
	Estándar	
T1	Juntas termorresistentes hasta máx. 120 °C	
T4	0 ... +150 °C	

012	Variante de anillo rascador	
	Ninguno	
A6	Rascador metálico	

013	Certificación UE	
	Ninguno	
EX4	II 2GD	

014	Posición de fijación de la brida basculante con pivotes, a ras	
	Sin	
...Y	Con	

015	Prolongación del vástago	
	Sin	
...E	1 ... 500 mm	

016	Prolongación de la rosca del vástago	
...L	1 ... 70 mm	

017	Acortamiento de la rosca del vástago	
	Sin	
...S	0 ... 86 mm	

018	Rosca del vástago	
	Estándar	
M16	M16	
M16P	M16x1,5	
M20	M20	
M20P	M20x1,5	
M24	M24	
M27	M27	
M36P	M36x2	
M42P	M42x2	
M48	M48	
M42	M42	
M27P	M27x2	
M30P	M30x2	
M36	M36	

019	Espárrago integrado	
	Sin	
B1	En ambos lados	
B2	En la culata delantera	
B3	En la culata posterior	

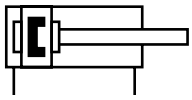
020	Longitud de rosca del espárrago en la culata delantera	
	Sin espárrago	
...LB2	20 ... 140 mm	

021	Longitud de rosca del espárrago en la culata posterior	
	Sin espárrago	
...LB3	20 ... 140 mm	

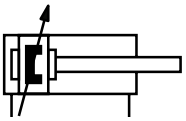
Hoja de datos

Función

Amortiguación elástica



Amortiguación neumática ajustable



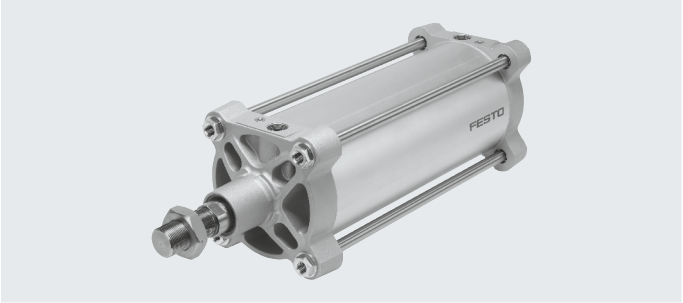
ISO DIN VDMA

Diámetro
160 ... 320 mm

Carrera
1 ... 2700 mm

www.festo.com

Servicio de reparación



Especificaciones técnicas generales					
Diámetro del émbolo		160	200	250	320
Forma constructiva		Émbolo/vástago/camisa del cilindro			
Modo de operación		De doble efecto			
Conexión neumática		G3/4	G3/4	G1	G1
Carrera[1]					
DSBG-...	[mm]	1 ... 2700		1 ... 2250	
DSBG-...-...E	[mm]	1 ... 2000			
DSBG-...-...L	[mm]	1 ... 2000			
Amortiguación					
DSBG-...-P		Placas/anillos amortiguadores elásticos en ambos lados			
DSBG-...-PPV		Amortiguación neumática regulable en ambos lados			
Longitud de amortiguación	[mm]	48		55	65
Detección de posiciones		Para sensor de proximidad			
Tipo de fijación		Con rosca interior/accesorios			
Posición de montaje		Indistinta			

1) En combinación con la detección de posiciones, la carrera mínima es de 10 mm

Condiciones de funcionamiento y del entorno					
Diámetro del émbolo		160	200	250	320
Fluido de funcionamiento		Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]			
Nota sobre el fluido de funcionamiento/mando		Puede funcionar con aire comprimido lubricado (posteriormente siempre deberá funcionar con aire lubricado)			
Presión de funcionamiento	[bar]	0,6 ... 10			
Temperatura ambiente[1]					
DSBG-...	[°C]	–20 ... +80			
DSBG-...-T1	[°C]	0 ... +120			
DSBG-...-T4	[°C]	0 ... +150		–	
DSBG-...-EX4	[°C]	–20 ... +60			
Clase de resistencia a la corrosión CRC[2]					
DSBG-...		2			
DSBG-...-R3		3			

1) Debe tenerse en cuenta el ámbito de aplicación de los sensores de proximidad
2) Más información en www.festo.com/x/topic/crc

Hoja de datos

ATEX[1]	
Categoría ATEX para gas	II 2G
Tipo de protección (contra explosión) de gas	Ex h IIC T4 Gb
Categoría ATEX para polvo	II 2D
Tipo de protección (contra explosión) de polvo	Ex h IIIC T120°C Db
Temperatura ambiente con riesgo de explosión	–20 °C ≤ Ta ≤ +60 °C
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según la Directiva de protección contra explosiones (ATEX) de la UE
Marcado UKCA (véase la declaración de conformidad)	Según la normativa EX del Reino Unido
Certificación de protección contra explosiones fuera de la UE	EPL Gb (GB)
	EPL Db (GB)

1) Respetar la certificación ATEX del accesorio.

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]				
Diámetro del émbolo	160	200	250	320
Fuerza teórica a 6 bar, avance	12064	18850	29452	48255
Fuerza teórica a 6 bar, retroceso	11310	18096	28274	46385
Energía máx. de impacto en las posiciones finales				
DSBG-...	3,3	4,8	7,2	12,6
DSBG-...-T1/-T4	2,3	4	4,2	6

Velocidad de impacto admisible:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{m_1 + m_2}}$$

Masa máxima admisible:

$$m_2 = \frac{2 \cdot E}{v^2} - m_1$$

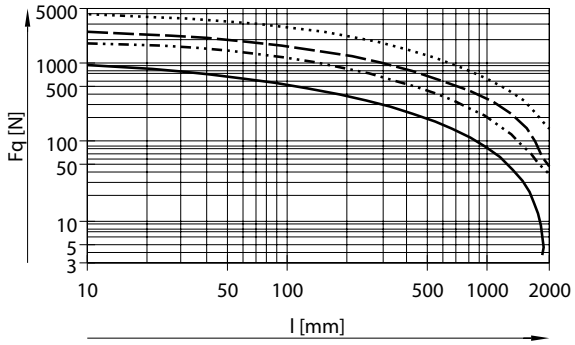
V	Velocidad de impacto admisible
E	Energía de impacto máx.
m1	Masa móvil (actuador)
m2	Carga útil móvil

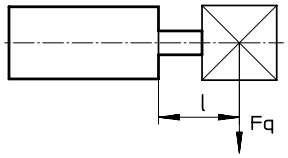
Pesos [g]				
Diámetro del émbolo	160	200	250	320
DSBG-...				
Peso del producto con carrera de 0 mm	11751	15493	29313	50231
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	208	246	384	623
Masa móvil con carrera de 0 mm	4292	5348	9978	16912
Masa móvil por cada 10 mm de carrera	97	97	157	249
DSBG-...-T				
Peso del producto con carrera de 0 mm	13487	17356	31979	54775
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	304	343	541	872
Masa móvil con carrera de 0 mm	6028	7210	12643	21455
Masa móvil por cada 10 mm de carrera	194	194	314	499
DSBG-...-F				
Peso del producto con carrera de 0 mm	11218	14960	28458	48944
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	208	246	384	623
Masa móvil con carrera de 0 mm	3759	4815	9123	15625
Masa móvil por cada 10 mm de carrera	97	97	157	249
DSBG-...L				
Peso adicional por prolongación de la rosca del vástago de 10 mm	74	74	102	135
Masa móvil por prolongación de la rosca del vástago de 10 mm	74	74	102	135
DSBG-...E				
Peso adicional por prolongación de la rosca del vástago de 10 mm	97	97	157	249
Masa móvil por prolongación de la rosca del vástago de 10 mm	97	97	157	249

Hoja de datos

Pesos [g]				
Diámetro del émbolo	160	200	250	320
DSBG-...-V				
Peso del producto con carrera de 0 mm	16705	21735	–	–
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	208	246	–	–
Masa móvil con carrera de 0 mm	4292	5348	–	–
Masa móvil por cada 10 mm de carrera	97	97	–	–
DSBG-...Y				
Peso del producto con carrera de 0 mm	–	–	42613	71931
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	–	–	384	623
Masa móvil con carrera de 0 mm	–	–	9978	16912
Masa móvil por cada 10 mm de carrera	–	–	157	249

Fuerza transversal Fq máx. en función de la carrera l



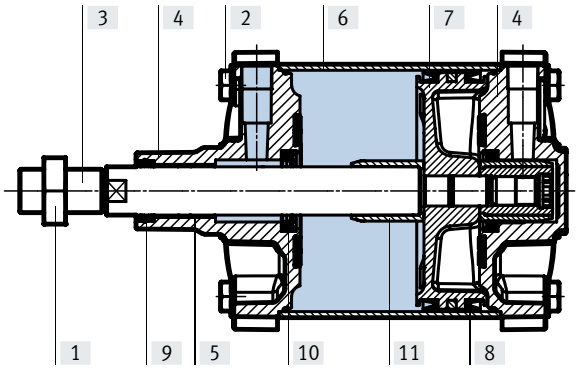


Ø 160/200
Ø 250
Ø 320

Hoja de datos

Materiales

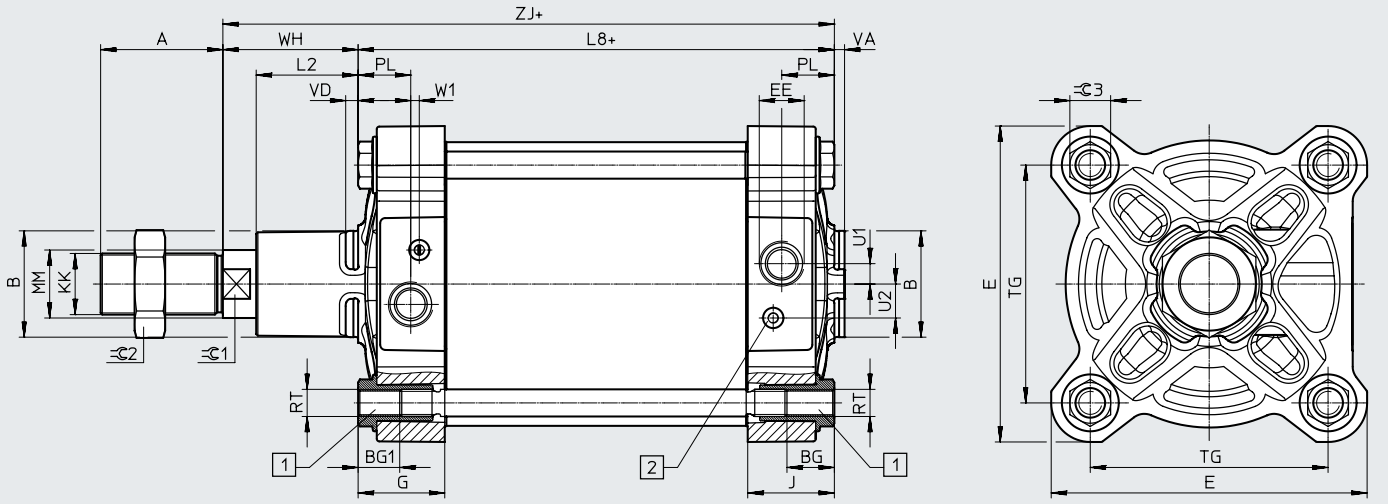
Vista en sección



Cilindro normalizado		
[1]	Tuerca	
	DSBG-...	Acero, galvanizado
	DSBG-...-R3	Acero inoxidable de alta aleación
[2]	Tuerca con collar	
	DSBG-160/200	Acero, revestido
	DSBG-250/320	Acero inoxidable de alta aleación
[3]	Vástago	
	DSBG-...	Acero de alta aleación
	DSBG-...-R3	Acero inoxidable de alta aleación
	DSBG-...-A6	Acero templado cromado duro
[4]	Tapa	Fundición de aluminio, revestido
[5]	Cojinete	
	DSBG-...	Compuesto de polímero y metal
	DSBG-...-EX4	Bronce
[6]	Camisa del cilindro	Aleación forjada de aluminio anodizado
[7]	Émbolo	Fundición de aluminio, revestido
[8]	Junta del émbolo	
	DSBG-...	NBR
	DSBG-...-T1/-T4	FPM
[9]	Junta rascadora del vástago	
	DSBG-...	NBR
	DSBG-...-T1/-T4	FPM
[10]	Junta de tope	
	DSBG-...	POM
	DSBG-...-T1/-T4	Aleación forjada de aluminio
[11]	Émbolo de tope	
	DSBG-...	POM
	DSBG-...-T1/-T4	Aleación forjada de aluminio
–	Tirante	
	DSBG-...	Acero de alta aleación
	DSBG-...-R3	Acero inoxidable de alta aleación
	Junta rascadora	
	DSBG-...-A6	CuZn
	Espárrago	
	DSBG-...-B1/-B2/-B3/-LB2/-LB3	Acero de alta aleación
	DSBG-...-R3-B1/-R3-B2/-R3-B3/-R3-LB2/-R3-LB3	Acero inoxidable de alta aleación
	Fijación basculante	
	DSBG-160/200-...-V/-...V	Fundición de grafito esferoidal, pintado
	DSBG-250/320-...-Y/-...Y	Acero, galvanizado
	Tuerca con collar	acero, galvanizado
	Nota sobre los materiales	
	DSBG-...	En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)
	DSBG-...-T4	Contiene sustancias que afectan al proceso de pintura
	Conformidad PWIS	
	DSBG-...	VDMA 24364-B1/B2-L
	DSBG-...-T4	VDMA 24364-Zona III

Hoja de datos

Dimensiones Descarga de datos CAD ➔ www.festo.com



\+ = añadir longitud de carrera

[1] Tuerca hexagonal exterior especial con rosca interior para elementos de fijación

[2] Tornillo de regulación para el ajuste de la amortiguación de fin de recorrido (PPV)

ø [mm]	A –0,5	B ø d11	BG mín.	BG1 ±0,5	E ±0,9	EE	G	J
160	72	65	24	25	186	G3/4	50,7	50,7
200	72	75	24	25	230	G3/4	46,9	46,7
250	84	90	25	26	284	G1	51,2	51,2
320	96	110	28	29	347	G1	58,2	58,2

ø [mm]	L2	L8	MM	PL	RT	TG ±1,1	U1	U2
160	60	180±1	40	31	M16	140	12	20
200	70	180±1,2	40	30	M16	175	12	20
250	80	200±1,6	50	32	M20	220	25	25
320	90	220±2,2	63	37,5	M24	270	25	25

ø [mm]	VA –1	VD	W1	WH	ZJ ±1	=C1	=C2	=C3
160	6	7	5	80±1,3	260	36	55	24_{h13}
200	6	6,5	5	95±1,4	275	36	55	24_{h13}
250	10	13,7	3	105±1,5	305	46	65	41_{h14}
320	10	10,7	1,5	120±1,5	340	55	75	50_{h14}

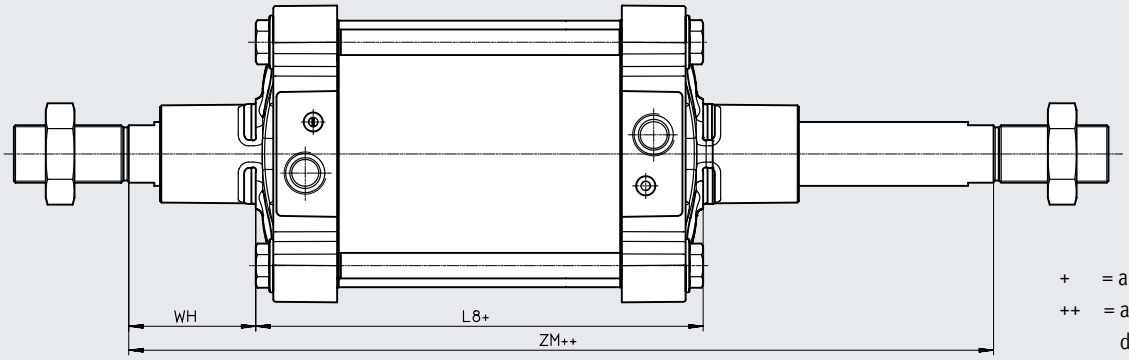
ø	KK	
	DSBG-...	
[mm]		-M... [1]
160	M36x2	M16/M16x1,5/M20/M20x1,5/M24/M27/M27x2/M30x2/M36
200	M36x2	M20/M20x1,5/M24/M27/M27x2/M30x2/M36
250	M42x2	M24/M27/M27x2/M30x2/M36x2/M42
320	M48x2	M27/M27x2/M30x2/M36x2/M42x2/M48

1) Las roscas con menor diámetro nominal que en la versión básica presentan, por lo general, una menor capacidad de carga. En caso necesario deberá realizarse una unión atornillada.

Hoja de datos

Dimensiones: variantes Descarga de datos CAD → **www.festo.com/de/engineering**

T – vástago doble

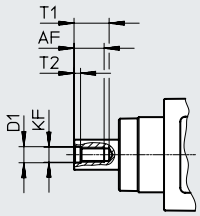


\+ = añadir longitud de carrera
++ = añadir 2 veces la longitud de carrera

ø [mm]	L8	WH	ZM
160	180±1,1	80±1,3	342±1
200	180±1	95±1,4	372±1,2
250	200±1	105±1,5	410±1,6
320	220±2,2	120±1,5	462±1

Hoja de datos

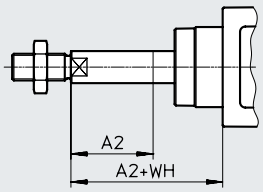
F – Rosca interior



Nota

En combinación con la variante T, la rosca interior se encuentra en ambos lados.

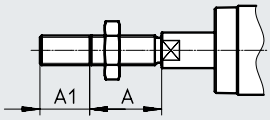
...E – Prolongación del vástago



Nota

En combinación con la variante T, la prolongación del vástago se realiza en un lado.

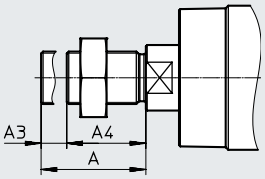
...L – Prolongación de la rosca del vástago



Nota

En combinación con la variante T, la prolongación de la rosca del vástago se realiza en ambos lados.

...S – Reducción de la rosca del vástago



Longitud de rosca efectiva: A4 = A – A3

Nota

En combinación con la variante T, el acortamiento de la rosca del vástago se produce en ambos lados.

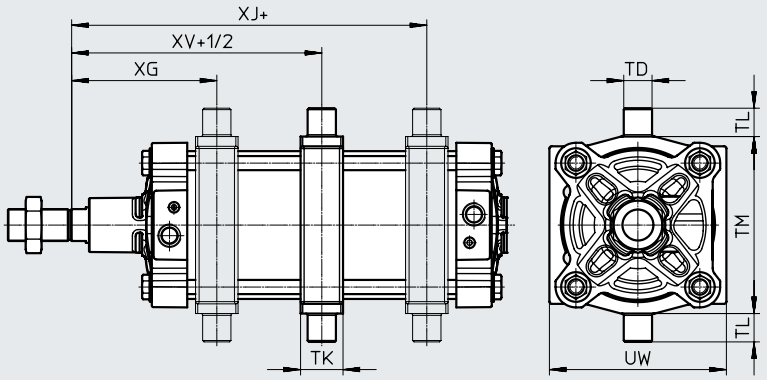
ø	A	A1		A2		A3	
[mm]		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
160	72	1	70	1	500	1	62
200	72	1	70	1	500	1	62
250	84	1	100	1	500	1	74
320	96	1	100	1	500	1	86

ø	AF	D1	KF	T1	T2	WH
[mm]		H9				
160	36	25	M24	40	10	80±1,3
200	36	25	M24	40	10	95±1,4
250	50	31	M30	60	10	105±1,5
320	55	37	M36	65	13	120±1,5

Hoja de datos

Dimensiones: variantes Descarga de datos CAD ➔ www.festo.com

V – Fijación basculante central



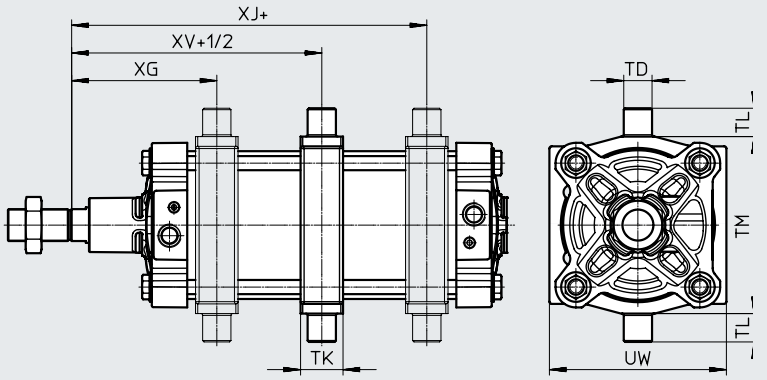
Nota

La fijación basculante se suministra montada en el centro, pero se puede mover en cualquier momento.

\+ = añadir carrera
+1/2 = añadir media carrera

ø	TD ø	TK	TL	TM	UW	XG	XJ	XV
[mm]	e8		h14	h14		±0,5	±0,5	
160	32	48	32	200	200	157,5	182,5	170
200	32	48	32	250	240	169	200,5	185

...Y – Posición de montaje de la brida basculante con pivotes



Nota

Las medidas correspondientes a la posición de montaje de la brida basculante con pivotes (...Y) hacen referencia al tipo básico, sin prolongación del vástago.
La fijación basculante está atornillada mediante conexión positiva.
Por consiguiente, la posición no se puede modificar posteriormente.

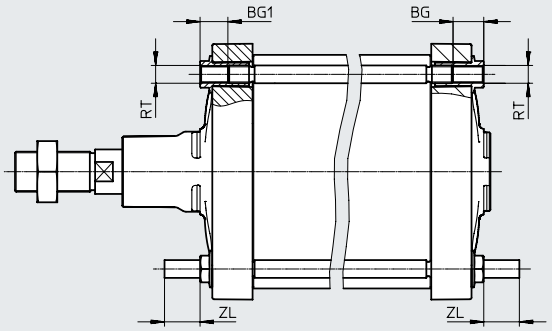
\+ = añadir carrera
+1/2 = añadir media carrera

ø	TD ø	TK	TL	TM	UW	XG	XJ	XV
[mm]	e8		h14	h14		±2,4	±2,4	±2,4
250	40	60	40	320	319	198	209	205
320	50	70	50	400	385	226	233	230

Hoja de datos

Dimensiones: variantes Descarga de datos CAD ➔ www.festo.com

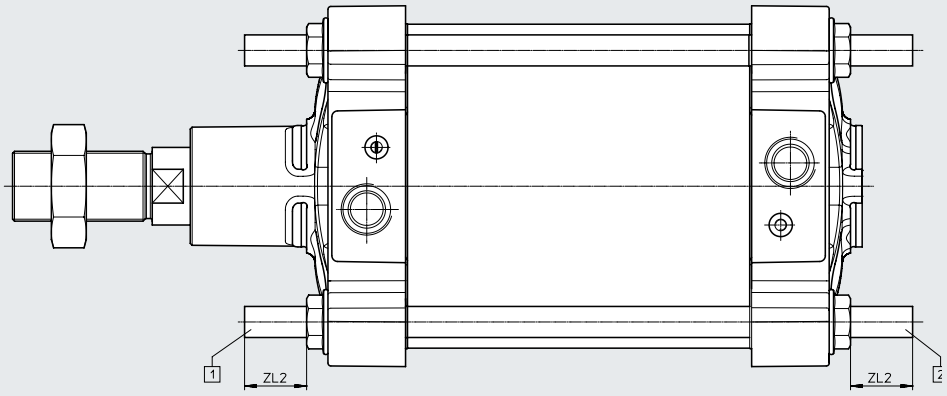
B1/B2/B3 – Espárrago integrado



ø	BG	BG1	RT	ZL	ZL1[1]
[mm]	mín.	±0,5		±0,5	
160	24	25	M16	32	32
200	24	25	M16	32	32
250	25	26	M20	40	40
320	28	29	M24	50	50

1) Tolerancias en función de la variante:
B1: ZL1 = +1/–2; B3: ZL1 = ±0,5

...LB2/-LB3 – Longitud de rosca del espárrago



[1] = DSBG-...-LB2 (en la culata delantera)
[2] = DSBG-...-LB3 (en la culata posterior)

ø	ZL2 ±1	
[mm]	mín.	máx.
160	32	140
200	32	140
250	40	140
320	50	140

Hoja de datos

Referencias de pedido

Diámetro del émbolo [mm]	Carrera [mm]	con amortiguación neumática ajustable con detección de posiciones N.º art.	Código de producto	con amortiguación elástica sin detección de posiciones N.º art.	Código de producto
160	25	**2029462**	**DSBG-160-25-PPVA-N3**	**2536747**	**DSBG-160-25-P-N3**
	40	**2029463**	**DSBG-160-40-PPVA-N3**	**2536748**	**DSBG-160-40-P-N3**
	50	**2029464**	**DSBG-160-50-PPVA-N3**	**2536749**	**DSBG-160-50-P-N3**
	80	**2029465**	**DSBG-160-80-PPVA-N3**	**2536750**	**DSBG-160-80-P-N3**
	100	**2029466**	**DSBG-160-100-PPVA-N3**	**2536751**	**DSBG-160-100-P-N3**
	125	**2029467**	**DSBG-160-125-PPVA-N3**	**2536752**	**DSBG-160-125-P-N3**
	160	**2029468**	**DSBG-160-160-PPVA-N3**	**2536753**	**DSBG-160-160-P-N3**
	200	**2029469**	**DSBG-160-200-PPVA-N3**	**2536754**	**DSBG-160-200-P-N3**
	250	**2029470**	**DSBG-160-250-PPVA-N3**	**2536755**	**DSBG-160-250-P-N3**
	320	**2029471**	**DSBG-160-320-PPVA-N3**	**2536756**	**DSBG-160-320-P-N3**
	400	**2029472**	**DSBG-160-400-PPVA-N3**	**2536758**	**DSBG-160-400-P-N3**
	500	**2029473**	**DSBG-160-500-PPVA-N3**	**2536759**	**DSBG-160-500-P-N3**
	1 ... 2700[1)]	**2035926**	**DSBG-160-...-PPVA-N3**	**2537196**	**DSBG-160-...-P-N3**
200	25	**2390139**	**DSBG-200-25-PPVA-N3**	**2537448**	**DSBG-200-25-P-N3**
	40	**2390140**	**DSBG-200-40-PPVA-N3**	**2537449**	**DSBG-200-40-P-N3**
	50	**2390141**	**DSBG-200-50-PPVA-N3**	**2537450**	**DSBG-200-50-P-N3**
	80	**2390142**	**DSBG-200-80-PPVA-N3**	**2537451**	**DSBG-200-80-P-N3**
	100	**2390143**	**DSBG-200-100-PPVA-N3**	**2537452**	**DSBG-200-100-P-N3**
	125	**2390144**	**DSBG-200-125-PPVA-N3**	**2537454**	**DSBG-200-125-P-N3**
	160	**2390145**	**DSBG-200-160-PPVA-N3**	**2537455**	**DSBG-200-160-P-N3**
	200	**2390146**	**DSBG-200-200-PPVA-N3**	**2537456**	**DSBG-200-200-P-N3**
	250	**2390147**	**DSBG-200-250-PPVA-N3**	**2537457**	**DSBG-200-250-P-N3**
	320	**2390148**	**DSBG-200-320-PPVA-N3**	**2537458**	**DSBG-200-320-P-N3**
	400	**2390149**	**DSBG-200-400-PPVA-N3**	**2537459**	**DSBG-200-400-P-N3**
	500	**2390150**	**DSBG-200-500-PPVA-N3**	**2537460**	**DSBG-200-500-P-N3**
	1 ... 2700[1)]	**2389803**	**DSBG-200-...-PPVA-N3**	**2537445**	**DSBG-200-...-P-N3**
250	1 ... 2250[1)]	**2865078**	**DSBG-250-...-PPVA-N3**	**2865145**	**DSBG-250-...-P-N3**
320	1 ... 2250[1)]	**3150987**	**DSBG-320-...-PPVA-N3**	**3178601**	**DSBG-320-...-P-N3**

1) En combinación con la detección de posiciones, la carrera mínima es de 10 mm.

Nota

Otras variantes en el producto modular ➔ página 15

Referencias de pedido: producto modular

Tabla de pedidos

Tamaño		160	200	250	320	Condiciones	Código		Código a introducir
Referencia básica		**2036032**	**2344936**	**2732003**	**2776472**				
Función		Cilindro normalizado de doble efecto, basado en la norma ISO 15552					**DSBG**		DSBG
Fijación basculante central		Ninguno							
		Sujeto por el centro		–			**-V**		
Diámetro del émbolo	[mm]	160	200	250	320		**-...**		
Carrera	[mm]	1 ... 2700		1 ... 2250		[1]	**-...**		
Tipo de vástago		Simple							
		Vástago doble					**-T**		
Tipo de rosca del vástago		Rosca exterior							
		Rosca interior				[2]	**-F**		
Amortiguación		Placas/anillos amortiguadores elásticos en ambos lados					**-P**		
		Amortiguación neumática regulable en ambos lados					**-PPV**		
Detección de posiciones		ninguno							
		Para sensor de proximidad					**A**		
Norma		Corresponde a ISO 15552					**-N3**		
Protección contra la corrosión		Estándar							
		Protección elevada contra la corrosión				[3]	**R3**		
Margen de temperatura		Estándar							
	[°C]	Juntas termorresistentes hasta máx. 120					**T1**		
	[°C]	0 ... +150		–		[4]	**T4**		
Variante con anillo rascador		No							
		Anillo rascador metálico		–			**A6**		
Certificación UE		No							
		II 2GD				[45	**EX4**		
Posición de montaje de la brida basculante con pivotes	[mm]	Ninguno							
		–		198 ... 2459	226 ... 2483	[6]	**-...Y**		

[1] ... En combinación con la detección de posiciones A, la carrera mínima es de 10 mm
[2] F No con N3, ...L, M...
[3] R3 No con V, ...Y
[4] T4 No con A6
[5] EX4 No con V, P, T1, T4, B1, B2, B3, ...LB2, ...LB3
[6] ...Y No con ...LB2, ...LB3

Referencias de pedido: producto modular

Tabla de pedidos

Tamaño		160	200	250	320	Condiciones	Código	Código a introducir
Prolongación del vástago	[mm]	Ninguno						
		1 ... 500				[7]	**-...E**	
Prolongación de la rosca del vástago	[mm]	Ninguno						
		1 ... 70		1 ... 100		[7]	**-...L**	
Acortamiento de la rosca del vástago	[mm]	Ninguno						
		1 ... 62		1 ... 74	1 ... 86		**-...S**	
Rosca del vástago		Estándar (➔ 9)						
		M16	–			[9]	**-M16**	
		M16x1,5	–			[9]	**-M16P**	
		M20		–		[9]	**-M20**	
		M20x1,5		–		[9]	**-M20P**	
		M24			–	[9]	**-M24**	
		M27				[9]	**-M27**	
		M27x2				[9]	**-M27P**	
		M30x2				[9]	**-M30P**	
		M36		–		[9]	**-M36**	
		M36x2				[9]	**-M36P**	
		–		M42	–	[9]	**-M42**	
		–		M42x2		[9]	**-M42P**	
		–			M48	[9]	**-M48**	
Espárrago integrado		Ninguno						
		En ambos lados				[8] [9]	**-B1**	
		En la culata delantera				[8] [9]	**-B2**	
		En la culata posterior				[8] [9]	**-B3**	
Longitud de rosca del espárrago	[mm]	Ninguno						
		En la culata delantera				[9]	**-...LB2**	
		32 ... 140		40 ... 140	50 ... 140			
		En la culata posterior				[9]	**-...LB3**	
		32 ... 140		40 ... 140	50 ... 140			

[7] ...E, ...L — Solo hasta carrera de 2000 mm. No con N3

[8] B1, B2, B3 — No con ...LB2, ...LB3

[9] M..., B..., LB... — No con N3

Nota

Si, con la característica M... (rosca del vástago), se selecciona una rosca menor que la estándar, esto puede reducir la capacidad de carga.

Nota

Al seleccionar la característica M..., el suministro no incluye la tuerca del vástago.

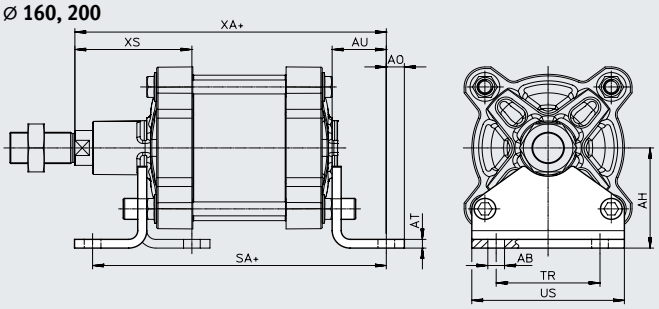
Accesorios

Fijación por pies HNG

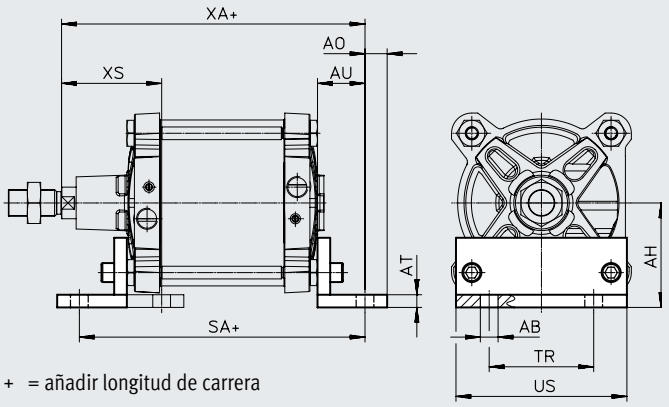
Material:
acero, galvanizado



Ø 160, 200



Ø 250, 320



\+ = añadir longitud de carrera

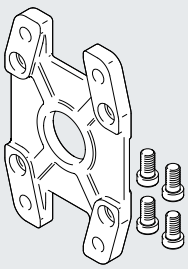
Dimensiones y referencias de pedido

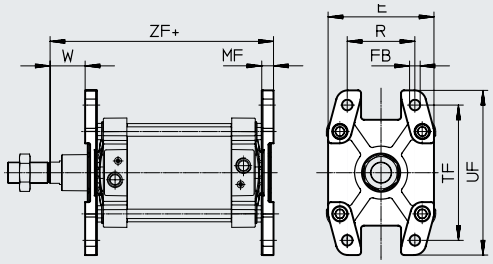
Para diámetro [mm]	AB Ø	AH	AO	AT	AU	SA	TR	US	XA	XS	CRC[1]	Peso [g]	N.º art.	Código de producto
160	18,5	115	20	10	60	300	115	169	320	130	1	3931	**34476**	**HNG-160**
200	24	135	30	12	70	320	135	214	345	153	1	6896	**34477**	**HNG-200**
250	28	165	35	20	75	350	165	270	380	160	1	17084	**157510**	**HNG-250**
320	35	200	40	25	85	390	200	340	425	180	1	29968	**157511**	**HNG-320**

1) Más información en www.festo.com/x/topic/crc

Fijación por brida FNG

Material:
Fundición nodular de grafito pintado
En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)





\+ = añadir longitud de carrera

Dimensiones y referencias de pedido

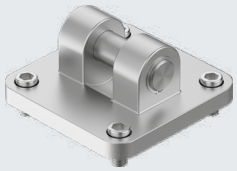
Para diámetro [mm]	E	FB Ø H13	MF	R	TF	UF	W	ZF	CRC[1]	Peso [g]	N.º art.	Código de producto
160	**180**	**18**	**20**	**115**	**230**	**280**	**60**	**280**	1	3550	**34478**	**FNG-160**
200	**220**	**22**	**25**	**135**	**270**	**320**	**70**	**300**	1	5321	**34479**	**FNG-200**
250	**270**	**26**	**25**	**165**	**330**	**390**	**80**	**330**	1	8657	**157508**	**FNG-250**
320	**340**	**33**	**30**	**200**	**400**	**470**	**90**	**370**	1	15109	**157509**	**FNG-320**

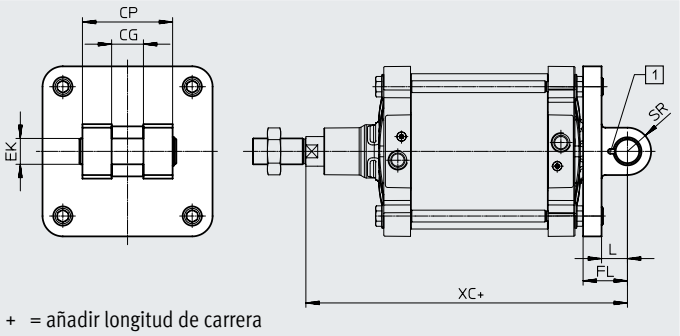
1) Más información en www.festo.com/x/topic/crc

Accesorios

Brida basculante SNG

Material:
Fundición inyectada de aluminio
En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)





\+ = añadir longitud de carrera

[1] La espiga del eje está provista de un pasador elástico para evitar que gire.

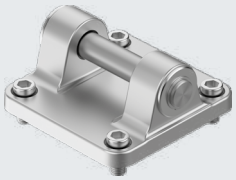
Dimensiones y referencias de pedido

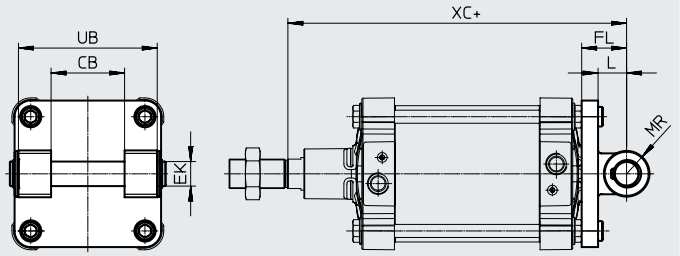
Para diámetro [mm]	CG H14	CP d12	EK @ F7 h9	FL ±0,2	L	SR máx.	XC	CRC[1]	Peso [g]	N.º art.	Código de producto
160	43	122	35	55	35	32	315	2	3577	**152597**	**SNG-160**
200	43	122	35	60	35	32	335	2	5160	**152598**	**SNG-200**

1) Más información en www.festo.com/x/topic/crc

Brida basculante SNGB

Material:
ø160: fundición inyectada de aluminio
ø200: acero galvanizado
ø25 0/320: fundición de grafito nodular
En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)





\+ = añadir longitud de carrera

Dimensiones y referencias de pedido

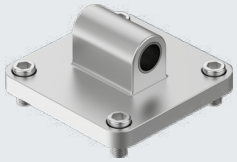
Para diámetro [mm]	CB ø H14	EK ø E10	FL ±0,2	L	MR	UB h14	XC	CRC[1]	Peso [g]	N.º art.	Código de producto
160	90	30	55	37	30	170	315	2	3445	**34547**	**SNGB-160**
200	90	30	60	40	25	170	335	2	10020	**562455**	**SNGB-200-B**
250	110	40	70	47	40	200	375	1	16141	**157512**	**SNGB-250**
320	120	45	80	52	45	220	420	1	26636	**157513**	**SNGB-320**

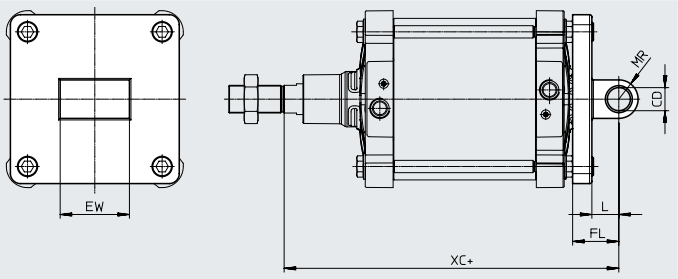
1) Más información en www.festo.com/x/topic/crc

Accesorios

Brida basculante SNGL

Material:
Fundición inyectada de aluminio





+ = añadir longitud de carrera

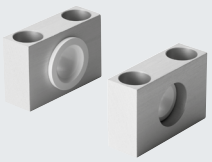
Dimensiones y referencias de pedido

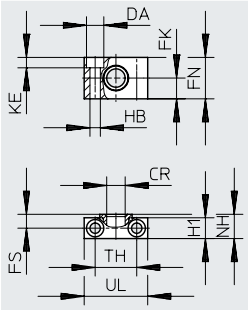
Para diámetro [mm]	CD ø H9	EW –0,5/–1,2	FL ±0,2	L	MR	XC	CRC[1]	Peso [g]	N.º art.	Código de producto
160	30	90	55	35	25	315	2	2358	**151534**	**SNGL-160**
200	30	90	60	35	25	335	2	3713	**151535**	**SNGL-200**

1) Más información en www.festo.com/x/topic/crc

Brida basculante central LNZG

Material:
Fijación: acero galvanizado
Cojinete de deslizamiento: plástico
En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)





Dimensiones y referencias de pedido

Para diámetro [mm]	CR ø	DA ø H13	FK ø ±0,2	FN	FS	H1	HB ø H13	KE
160, 200	32^{D11}	26	30	60	22,5	36	18	17
250	40^{G7}	33	35	70	27,5	45	22	21,5
320	50^{G7}	40	40	80	32,5	55	26	25,5

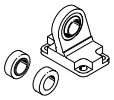
Para diámetro [mm]	NH	TH ±0,3	UL	CRC[1]	Peso [g]	N.º art.	Código de producto
160, 200	40	60	92	2	659	**35780**	**LNZG-16 0/200**
250	50	90	140	2	2218	**157516**	**LNZG-250**
320	60	100	150	2	2934	**157517**	**LNZG-320**

1) Más información en www.festo.com/x/topic/crc

Accesorios

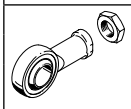
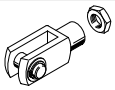
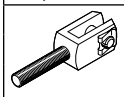
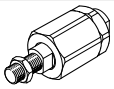
Referencias de pedido: elementos de fijación

Hojas de datos ➔ Internet: componente de montaje

Denominación	Para diámetro	N.º art.	Código de producto
Caballete LN/LNG			
	160	**9037**	**LN-160**
	200	**33898**	**LNG-200**
	250	**9039**	**LN-250**
	320	**9040**	**LN-320**
Caballete LSNG			
	160	**152599**	**LSNG-160**
	200	**152600**	**LSNG-200**
Caballete LSN			
	160	**6988**	**LSN-160**
	200	**6989**	**LSN-200**
	250	**6990**	**LSN-250**
	320	**6991**	**LSN-320**

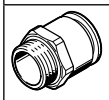
Referencias de pedido: cabezales para vástagos

Hojas de datos ➔ Internet: cabezal para vástago

Denominación	Para diámetro	N.º art.	Código de producto
Cabeza de rótula SGS			
	160, 200	**10775**	**SGS-M36x2**
	250	**10776**	**SGS-M42x2**
	320	**10777**	**SGS-M48x2**
Cabeza de rótula SG			
	160, 200	**9581**	**SG-M36x2**
	250	**9582**	**SG-M42x2**
	320	**9583**	**SG-M48x2**
Horquilla SGA			
	160, 200	**10771**	**SGA-M36x2**
Rótula FK			
	160, 200	**10746**	**FK-M36x2**

Referencias de pedido: racores rápidos roscados

Hojas de datos ➔ Internet: qs

	Para diámetro	Conexión		N.º art.	Código de producto	UE[1]
		Rosca	Diámetro exterior del tubo flexible			
Rosca G con hexágono exterior						
	160, 200	G3/4	22	**8040613**	**QS-G3/4-22**	1

1) Unidades por embalaje

Referencias de pedido: boquilla reductora

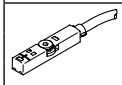
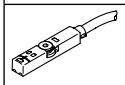
	Para diámetro	Descripción	N.º art.	Código de producto	UE[1]
	**Empalme reductor NPFC**				
	160, 200	Para la conexión de racores QS con rosca G1/2 al cilindro con rosca G3/4	**8030313**	**NPFC-R-G34-G12-MF**	1
	Boquilla reductora D				
	250, 320	Para la conexión de racores QS con rosca G1/2 al cilindro con rosca G1	**197634**	**D-1/2I-1A**	1

1) Unidades por embalaje

Accesorios

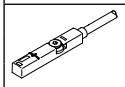
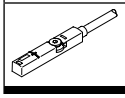
Referencias de pedido: sensor de proximidad para ranura en T, magnetorresistivo

Hojas de datos → Internet: smt

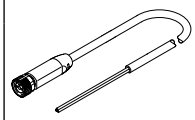
	Tipo de fijación	Salida de conmutación	Conexión eléctrica	Longitud del cable [m]	N.º art.	Código de producto
Contacto normalmente abierto						
	Insertable desde arriba en la ranura, a ras con el perfil del cilindro, diseño corto	PNP	Cable trifilar	2,5	**574335**	**SMT-8M-A-PS-24V-E-2,5-OE**
			Conector M8x1, 3 pines	0,3	**574334**	**SMT-8M-A-PS-24V-E-0,3-M8D**
			Conector M12x1, 3 pines	0,3	**574337**	**SMT-8M-A-PS-24V-E-0,3-M12**
		NPN	Cable trifilar	2,5	**574338**	**SMT-8M-A-NS-24V-E-2,5-OE**
			Conector M8x1, 3 pines	0,3	**574339**	**SMT-8M-A-NS-24V-E-0,3-M8D**
Contacto normalmente cerrado						
	Insertable desde arriba en la ranura, a ras con el perfil del cilindro, diseño corto	PNP	Cable trifilar	7,5	**574340**	**SMT-8M-A-PO-24V-E-7,5-OE**

Referencias de pedido: sensor de proximidad para ranura en T, Reed magnético

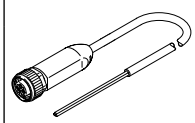
Hojas de datos → Internet: sme

	Tipo de fijación	Salida de conmutación	Conexión eléctrica	Longitud del cable [m]	N.º art.	Código de producto
Contacto normalmente abierto						
	Insertable desde arriba en la ranura, a ras con el perfil del cilindro	Con contacto	Cable trifilar	2,5	**543862**	**SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE**
				5,0	**543863**	**SME-8M-DS-24V-K-5,0-OE**
			Cable bifilar	2,5	**543872**	**SME-8M-ZS-24V-K-2,5-OE**
			Conector M8x1, 3 pines	0,3	**543861**	**SME-8M-DS-24V-K-0,3-M8D**
Contacto normalmente cerrado						
	Insertable desde arriba en la ranura, a ras con el perfil del cilindro	Con contacto	Cable trifilar	7,5	**546799**	**SME-8M-DO-24V-K-7,5-OE**

Cables de conexión NEBA, rectos, conexión M8

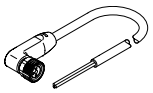
	Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, número de contactos/hilos	Longitud del cable	N.º art.	Código de producto
	M8x1 codificación A según EN 61076-2-104x1	Extremo abierto	3	2,5 m	**8078223**	**NEBA-M8G3-U-2.5-N-LE3**
				5 m	**8078224**	**NEBA-M8G3-U-5-N-LE3**

Cables de conexión NEBA, rectos, conexión M12

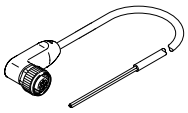
	Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, número de contactos/hilos	Longitud del cable	N.º art.	Código de producto
	M12x1, codificación A según EN 61076-2-101	Extremo abierto	3	2,5 m	**8078236**	**NEBA-M12G5-U-2.5-N-LE3**
				5 m	**8078237**	**NEBA-M12G5-U-5-N-LE3**

Accesorios

Cables de conexión NEBA, acodados, conexión M8

	Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, número de contactos/hilos	Longitud del cable	N.º art.	Código de producto
	M8x1 codificación A según EN 61076-2-104	Extremo abierto	3	2,5 m	**8078230**	**NEBA-M8W3-U-2.5-N-LE3**
				5 m	**8078231**	**NEBA-M8W3-U-5-N-LE3**

Cables de conexión NEBA, acodados, conexión M12

	Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, número de contactos/hilos	Longitud del cable	N.º art.	Código de producto
	M12x1, codificación A según EN 61076-2-101	Extremo abierto	3	2,5 m	**8078245**	**NEBA-M12W5-U-2.5-N-LE3**
				5 m	**8078246**	**NEBA-M12W5-U-5-N-LE3**

Accesorios

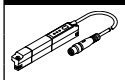
Transmisor de posiciones

El transmisor de posiciones detecta de manera continua la posición del émbolo.

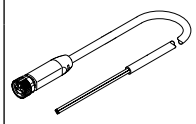
Dispone de una salida analógica con una señal de salida proporcional a la posición del émbolo.

Referencias de pedido: transmisor de posiciones para ranura en T

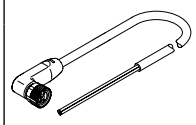
Hojas de datos → Internet: transmisor de posiciones

	Para diámetro	Margen de medición del recorrido	Salida analógica [mA]	Tipo de fijación	Conexión eléctrica	Longitud del cable [m]	N.º art.	Código de producto
	160, 200	0 ... 50	4 ... 20	Insertable en la ranura desde arriba	Conector M8x1, 4 pines, longitudinal	0,3	**1531265**	**SDAT-MHS-M50-1L-SA-E-0.3-M8**
		0 ... 80					**1531266**	**SDAT-MHS-M80-1L-SA-E-0.3-M8**
		0 ... 100					**1531267**	**SDAT-MHS-M100-1L-SA-E-0.3-M8**
		0 ... 125					**1531268**	**SDAT-MHS-M125-1L-SA-E-0.3-M8**
		0 ... 160					**1531269**	**SDAT-MHS-M160-1L-SA-E-0.3-M8**

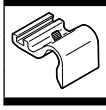
Cables de conexión NEBA, rectos

	Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, número de contactos/hilos	Longitud del cable	N.º art.	Código de producto
	M8x1 codificación A según EN 61076-2-104	Extremo abierto	4	2,5 m	**8078227**	**NEBA-M8G4-U-2.5-N-LE4**
				5 m	**8078228**	**NEBA-M8G4-U-5-N-LE4**

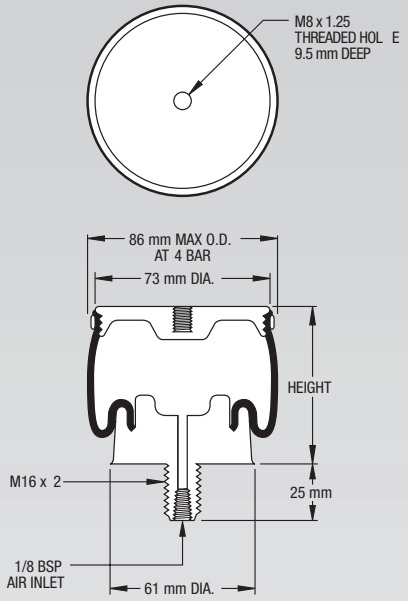
Cables de conexión NEBA, acodados

	Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, técnica de conexión	Conexión eléctrica 2, número de contactos/hilos	Longitud del cable	N.º art.	Código de producto
	M8x1 codificación A según EN 61076-2-104	Extremo abierto	4	2,5 m	**8078233**	**NEBA-M8W4-U-2.5-N-LE4**
				5 m	**8078234**	**NEBA-M8W4-U-5-N-LE4**

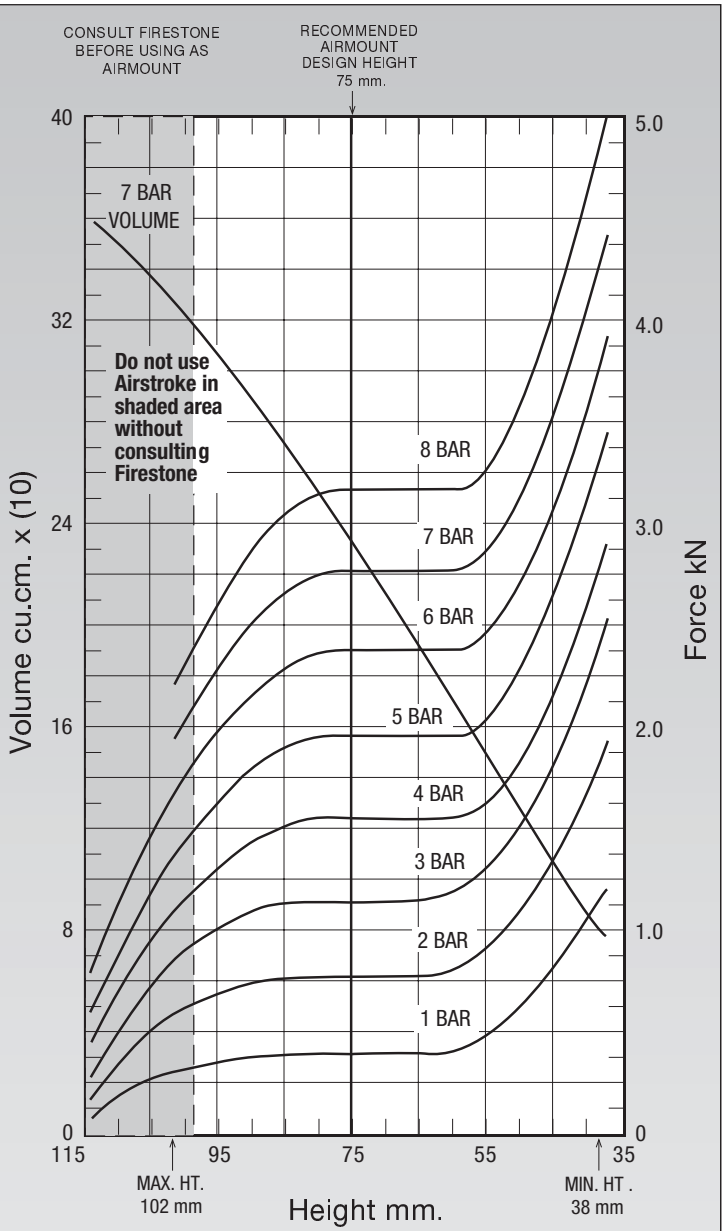
Referencias de pedido: soporte para sensor de proximidad

	Para diámetro	Materiales	N.º art.	Código de producto
	160, 200	Carril: aleación forjada de aluminio anodizado Tornillos: acero inoxidable de alta aleación	**1553813**	**DASP-M4-160-A**
	250		**1456781**	**DASP-M4-250-A**
	320		**3015256**	**DASP-M4-320-A**

	Description	Assembly Order No.
Style 1M1A-1 Two Ply Bellows	Blind nuts, 1/8 BSP, Plastic stud	W02-M58-3006
Assembly weight ..... .23 kg.		
Force to collapse to minimum height (@ 0 BAR) ..... 89 N.		



NOTE: The dotted line on the static data chart shows the force capabilities of the 1M1A-1 when attaching an additional 12 mm pedestal, provided by the customer, to the base of the air spring. If an additional pedestal is not used, the air spring will behave as the solid line depicts. Without a pedestal the rubber part will contact the ground at the height of 53 mm and could cause the rubber part to wear prematurely.



See page 12 for instructions on how to use chart.

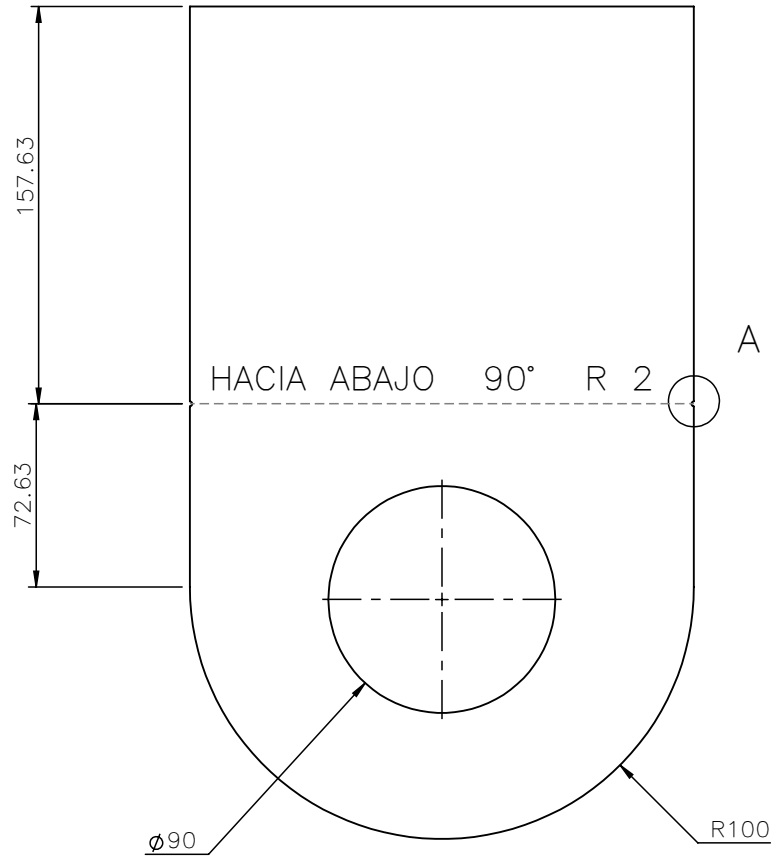
Dynamic Characteristics at 75 mm Design Height
(Required for Airmount isolator design only)

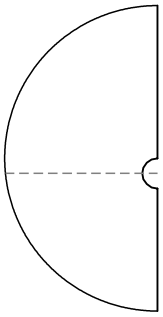
Gauge Pressure (BAR)	Load (kN)	Spring Rate (kN/m)	Natural Frequency Hz
3	1.16	38.66	2.88
4	1.57	49.85	2.81
5	1.97	60.30	2.76
6	2.39	71.66	2.73
7	2.78	81.97	2.71

Force Table (Use for Airstroke™ actuator design)

Assembly Height (mm)	Volume @ 7 BAR (cu cm)	EFF Area @ 7 BAR (cm sq)	kN Force @ 3 BAR	@ 4 BAR	@ 5 BAR	@6 BAR	@7 BAR
85	272	38.07	1.14	1.52	1.95	2.30	2.66
75	235	39.67	1.16	1.57	1.97	2.39	2.78
65	194	39.67	1.16	1.57	1.97	2.39	2.78
55	152	40.83	1.31	1.63	2.04	2.46	2.86
45	110	50.25	1.79	2.17	2.63	3.06	3.52

Anexo C: Planos constructivos

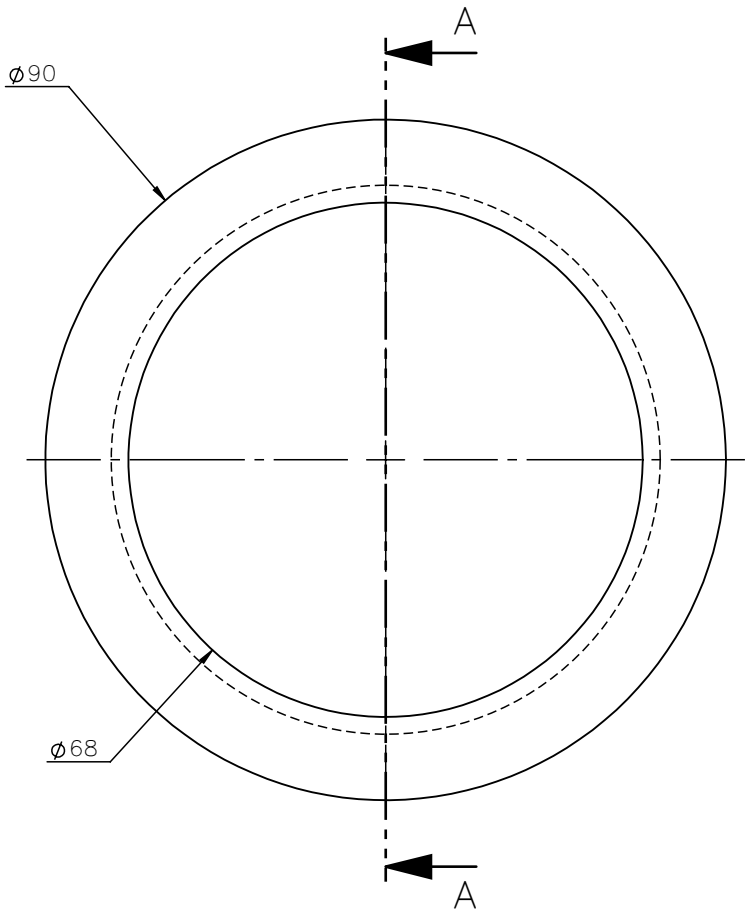


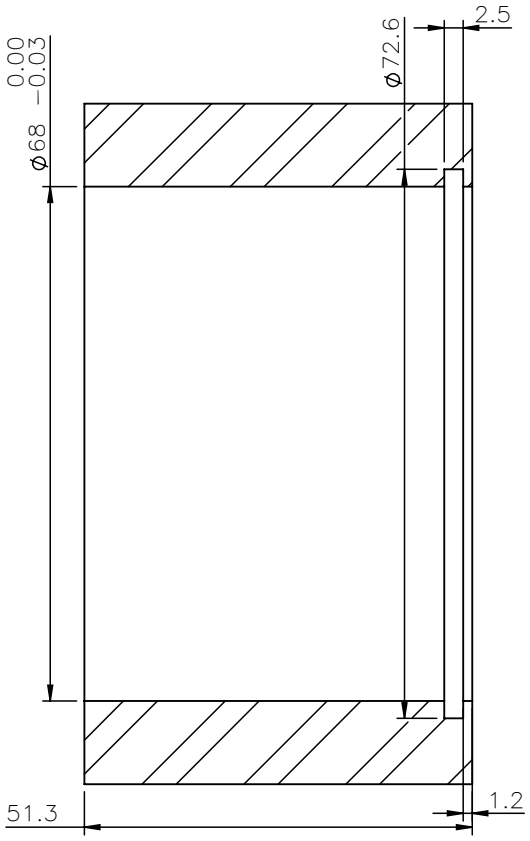


DETALLE A
Marca de plegado
ESCALA 2 : 1

Anotacion:
Cortar segun DXF en chapa 3,2mm

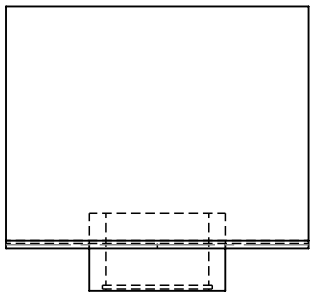
CONJUNTO: CHAPA PORTARODAMIENTO										Formato: A4	
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: CHAPA PORTARODAMIENTO									ESCALAS 1:3	
	Material: SAE 1020	0/6 ±0,1	6/30 ±0,15	30/120 ±0,2	120/315 ±0,25	315/1000 ±0,35	1000/2000 ±0,7	2000/4000 ±1,5	4000/8000 ±2	8000/12000 ±3	12000/15000 ±4	POS N°: 1	
DIBUJO: AGUSTIN TROSARELLO	FECHA: 17/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)			~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽▽ 0,2			REVISION 1	HOJA N° 1 DE 3

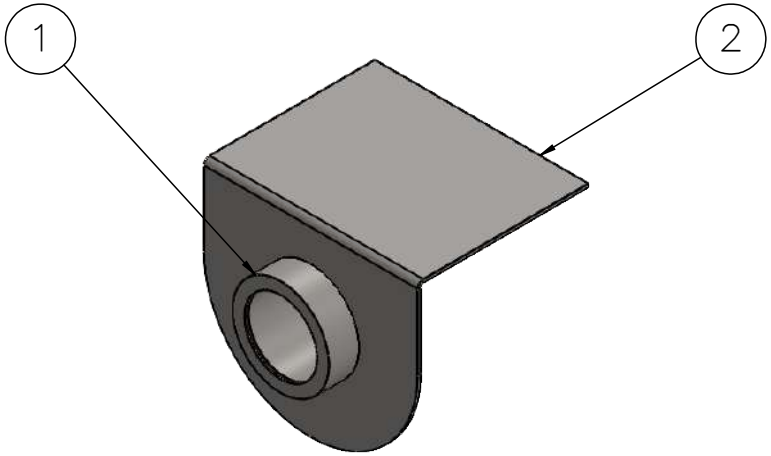


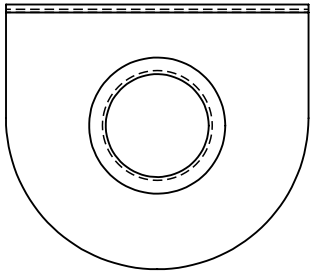


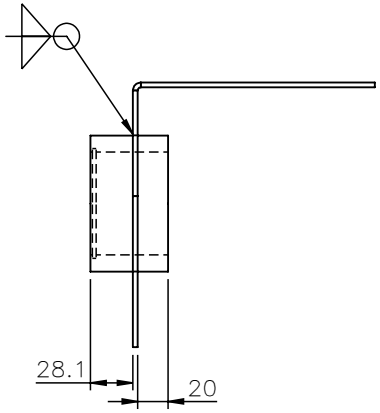
SECCIÓN A–A

CONJUNTO: CHAPA PORTARODAMIENTO										Formato: A4	
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: PORTARODAMIENTO									ESCALAS 1:1	
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 2
AGUSTIN TROSARELLO	17/09/2025	SAE 1020	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	
		COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽ 0,8	▽▽ 0,2						REVISION 1
													HOJA N° 2 DE 3









POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	CHAPA PORTARODAMIENTO	1
2	PORTARODAMIENTO	1

CONJUNTO: CABEZAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
CHAPA PORTARODAMIENDO – ENSAMBLE

ESCALAS 1:10

POS N°: 4

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

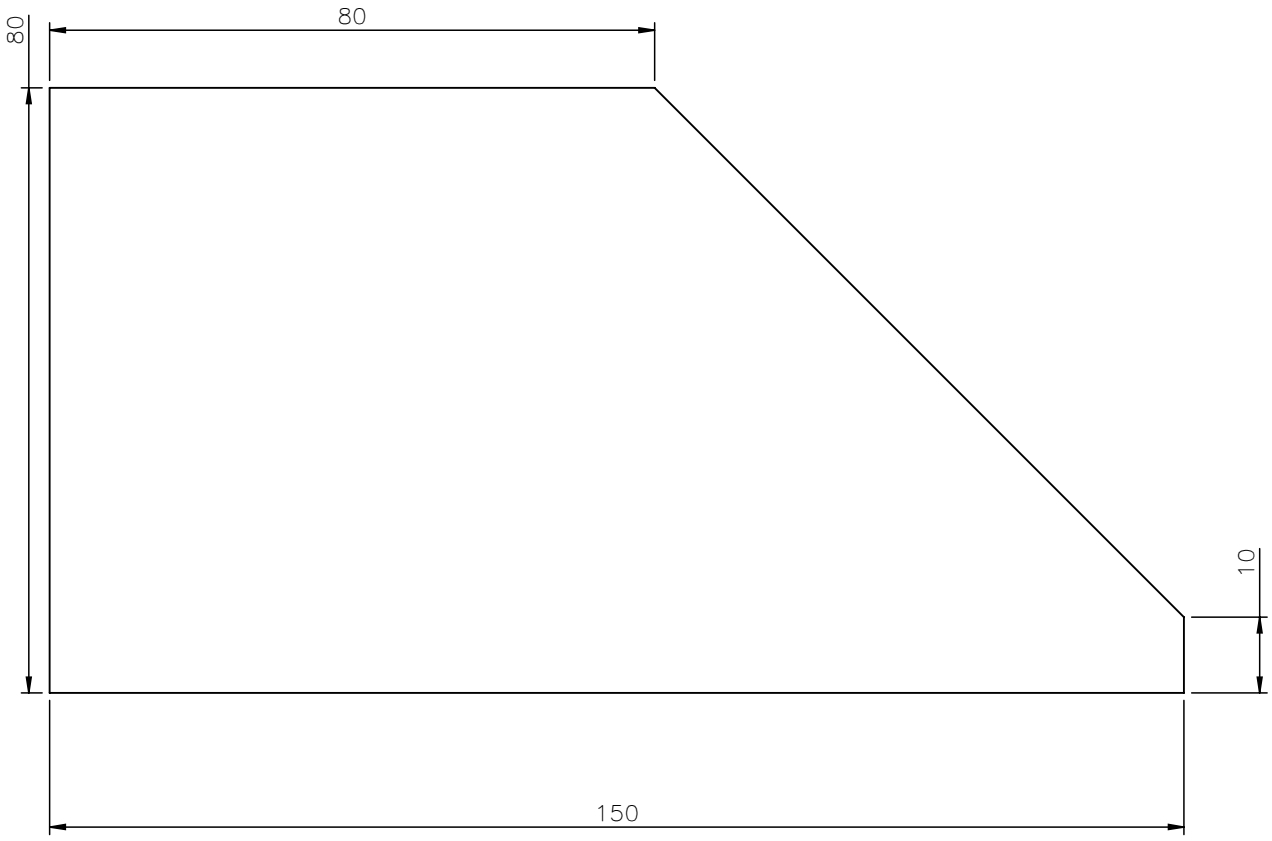
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

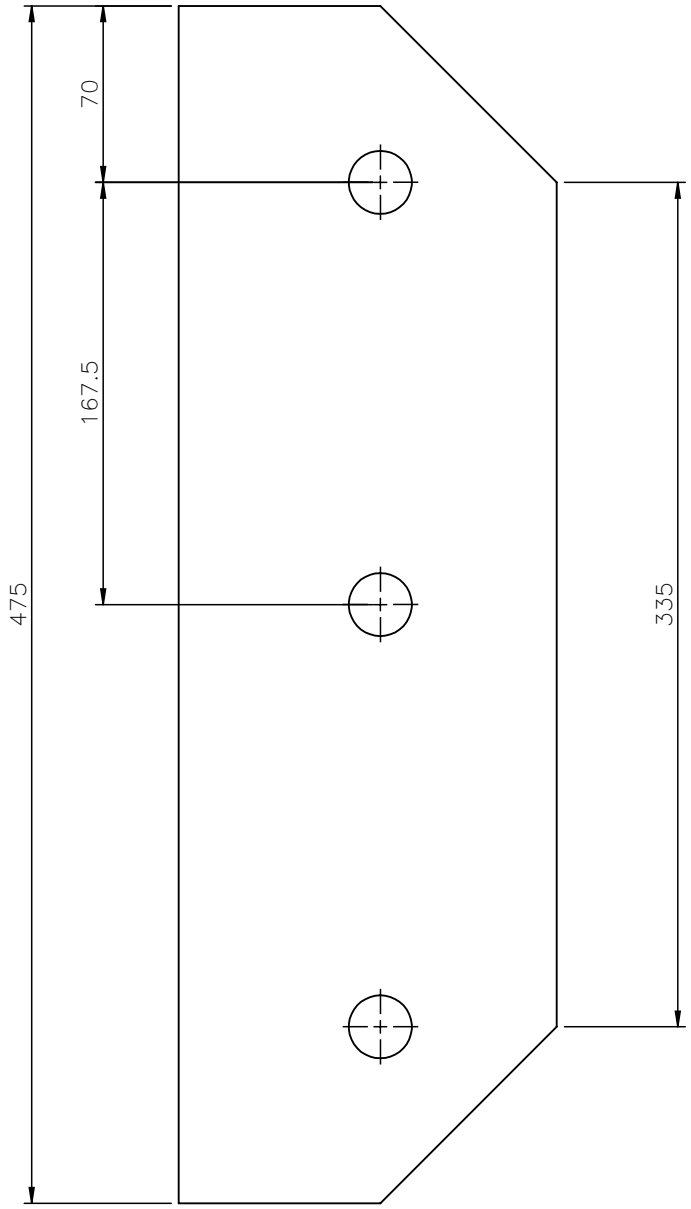
REVISION 1

HOJA N° 3 DE 3



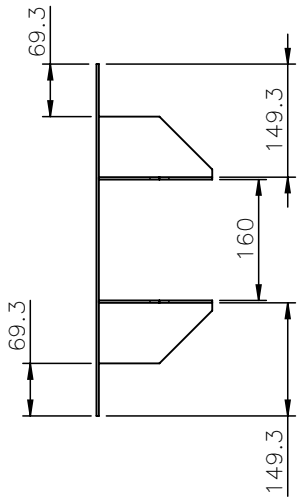
ANOTACION:
Cortar segun DXF en chapa 6,3mm

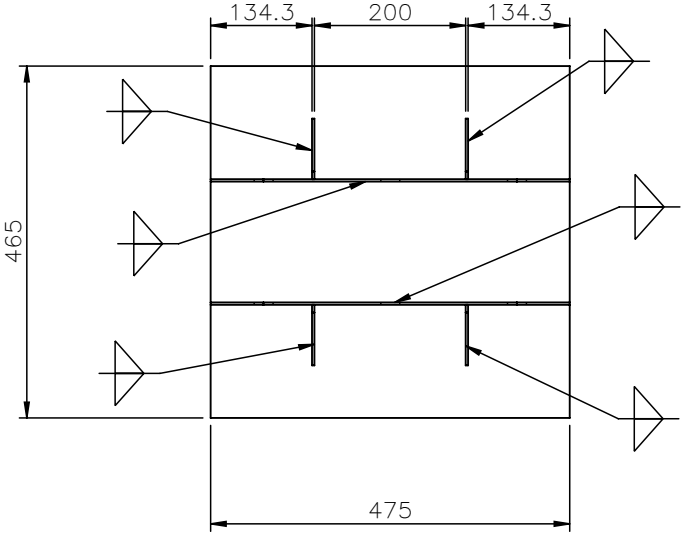
CONJUNTO: FRENTE DE CABEZAL											Formato: A4	
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		DENOMINACION: NERVIO CONTACTO VAGON									ESCALAS 1:1	
DIBUJO	FECHA	Material: SAE 1020	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 2	
			±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4		
AGUSTIN TROSARELLO	17/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽▽ 0,2						REVISION 1	HOJA N° 1 DE 3

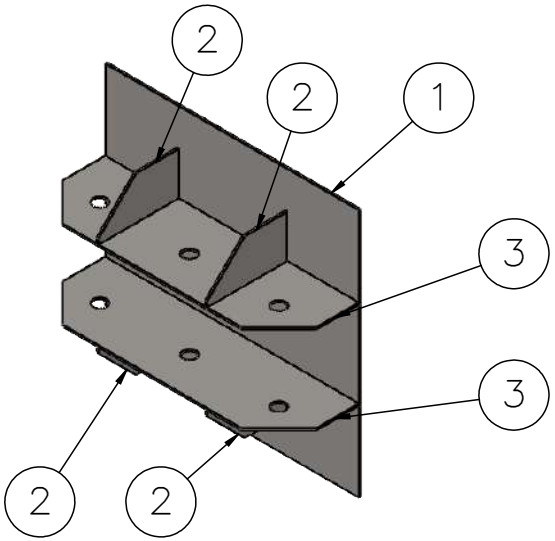


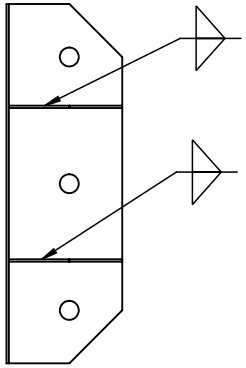
ANOTACION:
Cortar segun DXF en chapa 6,3mm

CONJUNTO: FRENTE DE CABEZAL											Formato: A4	
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: CHAPA PASADORES										ESCALAS 1:3	
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 3	
		SAE 1020	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4		
AGUSTIN TROSARELLO	17/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽▽ 0,2						REVISION 1	HOJA N° 2 DE 3









POS	NOMBRE	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	CHAPA FRONTAL	CORTAR CHAPA DE 6,3MM	1
2	NERVIO CONTACTO VAGON		4
3	CHAPA PASADOR		2

CONJUNTO: CABEZAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
FRENTE CABEZAL – ENSAMBLE

ESCALAS 1:10

POS N°: 2

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

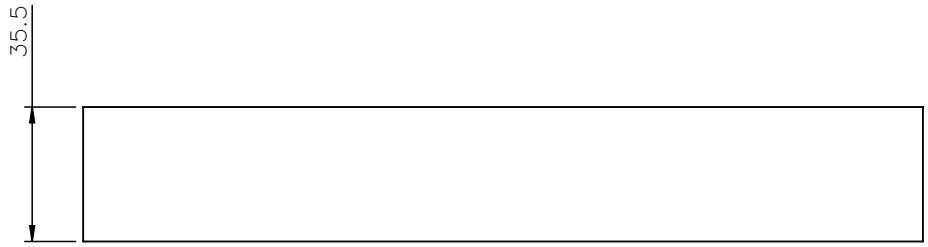
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

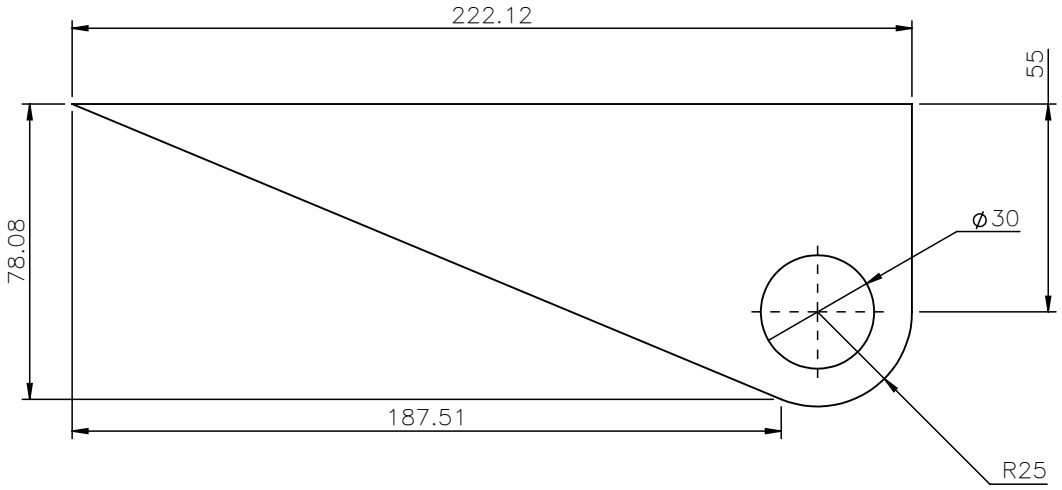
~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

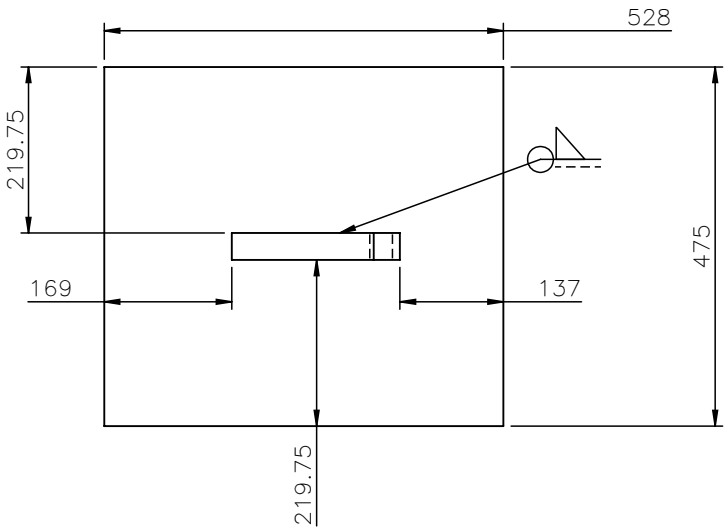
REVISION 1

HOJA N° 3 DE 3

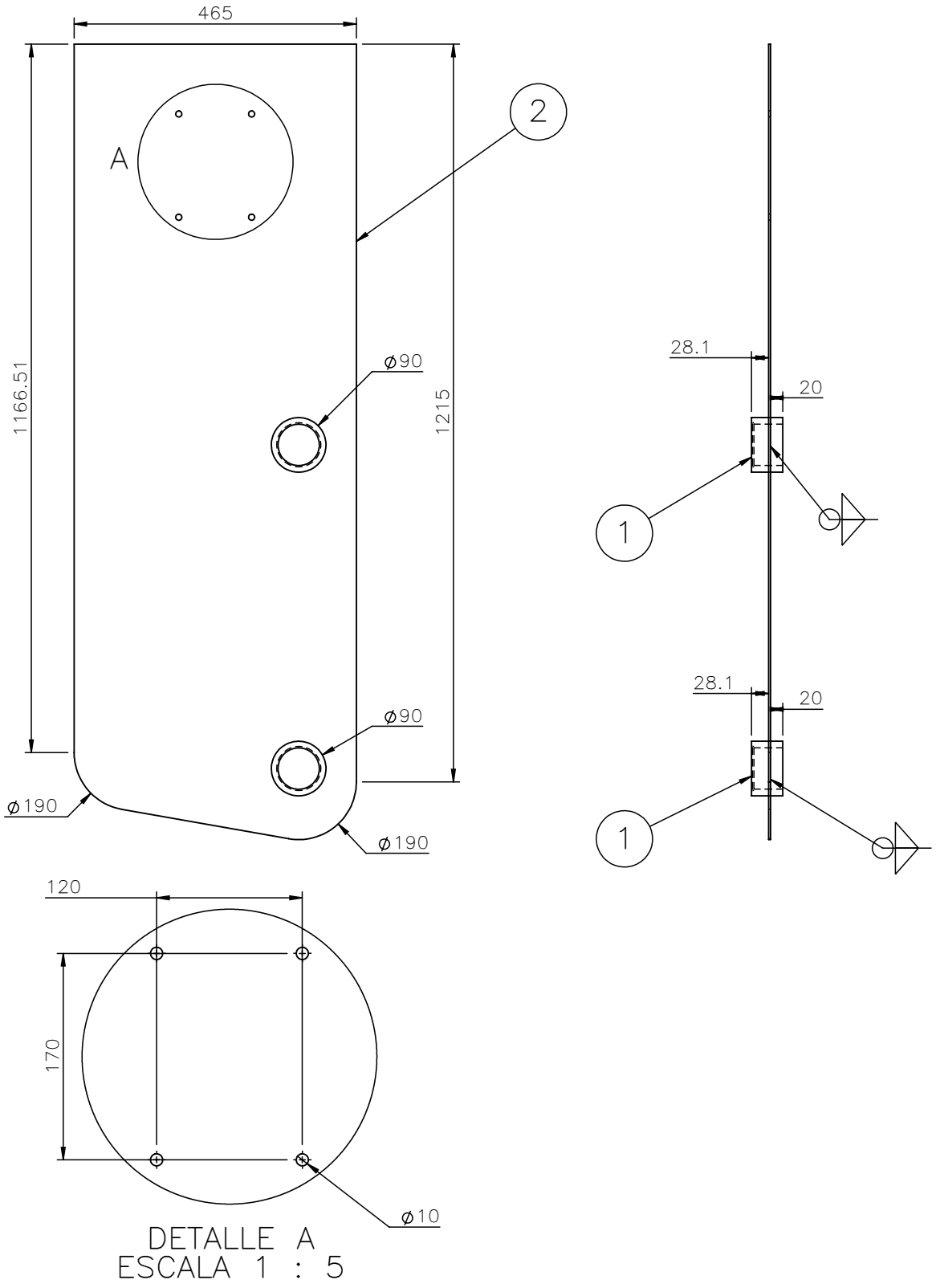




Anotacion:
Soldar a chapa espesor 10mm



CONJUNTO: CABEZAL											Formato: A4	
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: CONEXION CABEZAL–ACTUADOR										ESCALAS 1:2	
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 1	
AGUSTIN TROSARELLO	17/09/2025	SAE 1020	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	REVISION 1	HOJA N° 1 DE 3
		COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽ 0,2							



DETALLE A
ESCALA 1 : 5

POS	NOMBRE	DESCRIPCION	CANT
1	PORTA RODAMIENTO	MISMO QUE EL UTILIZADO EN CHAPA PORTARODAMIENTO	2
2	CHAPA LATERAL	CORTAR SEGUN DXF EN CHAPA 6,3MM	1

CONJUNTO: CABEZAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

DENOMINACION:
CHAPA LATERAL – ENSAMBLE

ESCALAS 1:10

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	17/09/2025

Material: SAE 1020

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

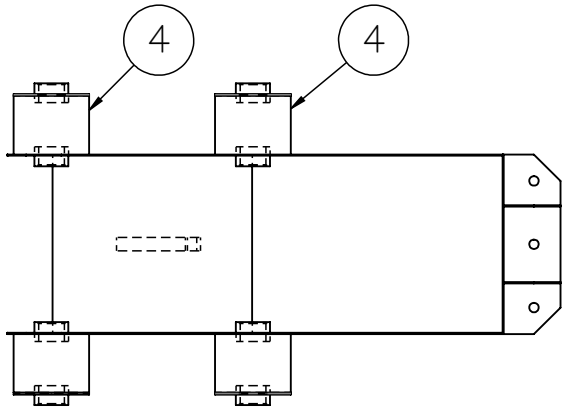
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

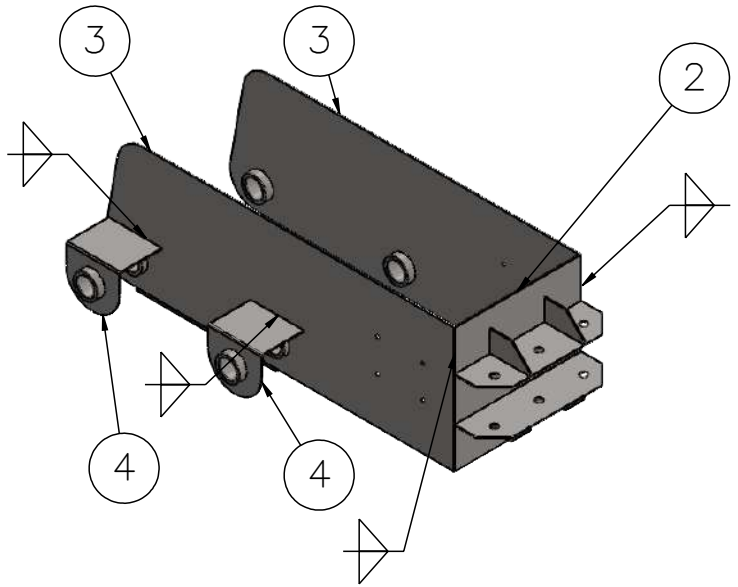
~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

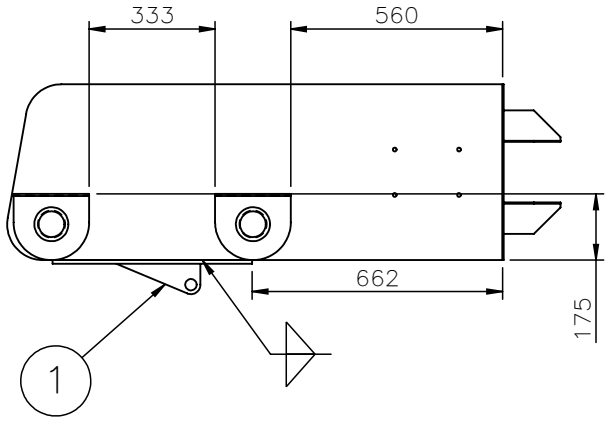
POS N°: 3

REVISION 1

HOJA N° 2 DE 3







POS	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	CONEXION CABEZAL ACTUADOR	1
2	FRENTE CABEZAL - ENSAMBLE	1
3	CHAPA LATERAL - ENSAMBLE	2
4	CHAPA PORTAROD. - ENSAMBLE	4

CONJUNTO: CABEZAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
CABEZAL

ESCALAS 1:10

POS N°:

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

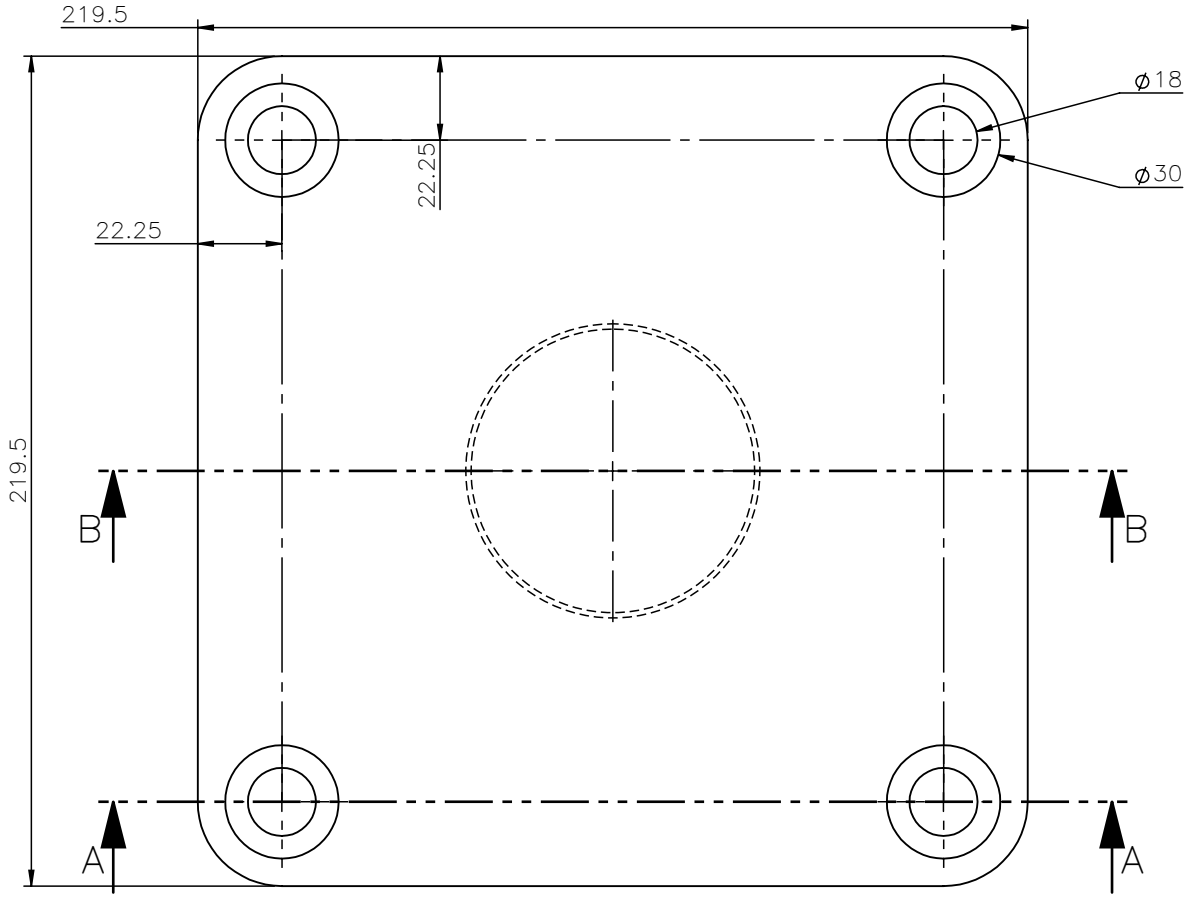
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

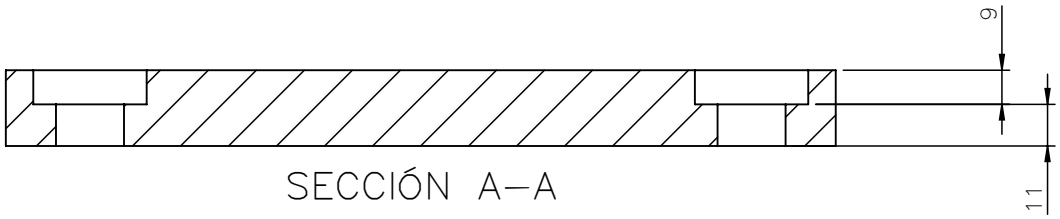
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

12	12	3	0,8	0,2

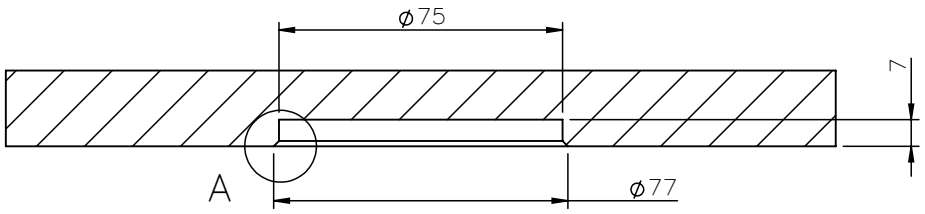
REVISION 1

HOJA N° 3 DE 3

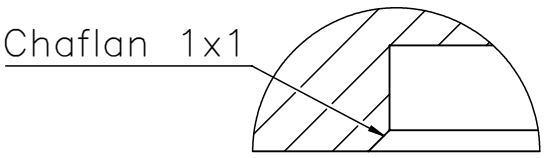




SECCIÓN A–A

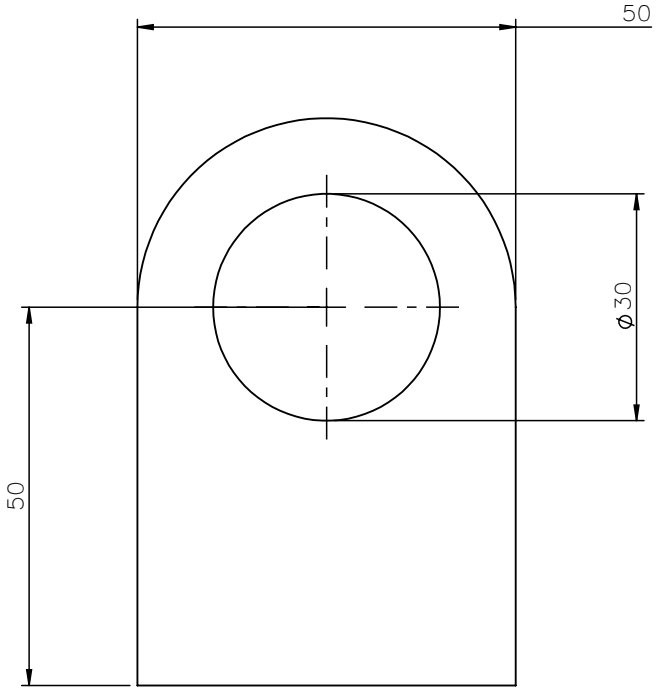


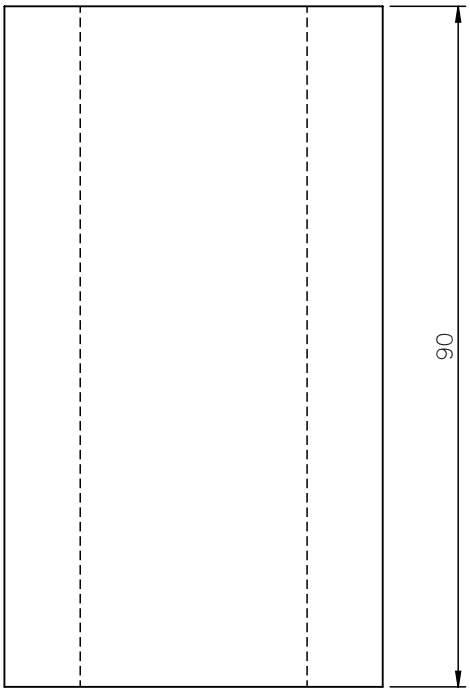
SECCIÓN B–B



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

CONJUNTO: ACTUADOR											Formato: A4
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: BRIDA ACTUADOR										ESCALAS 1:2
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°:
		SAE 1020	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	1
AGUSTIN TROSARELLO	16/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				12,5	12,5	3,2	0,8	0,2			REVISION 1
													HOJA N° 1 DE 5





CONJUNTO: ACTUADOR

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
CUBO PARA BRIDA

ESCALAS 1:1

POS N°: 2

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	16/09/2025

Material: SAE 1020

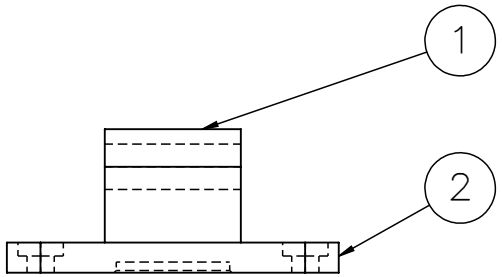
0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

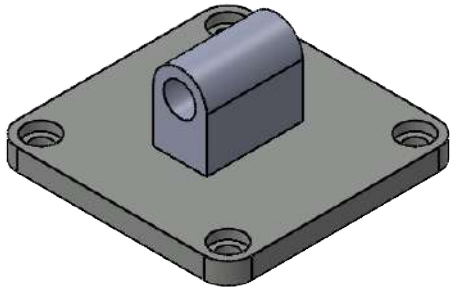
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

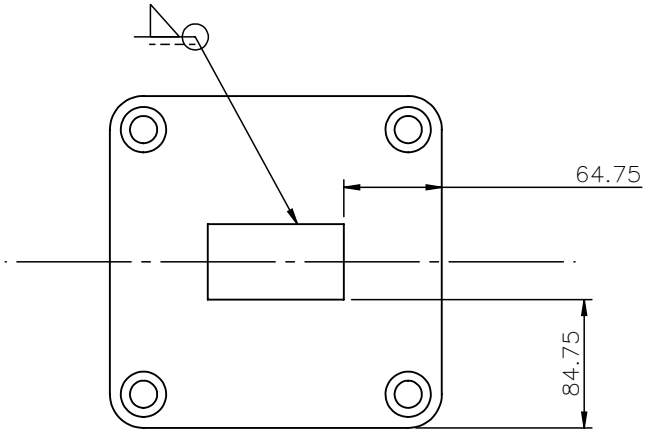
~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

REVISION 1

HOJA N° 2 DE 5







POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	CUBO PARA BRIDA	1
2	BRIDA ACTUADOR	1

CONJUNTO: ACTUADOR

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
SOLDADURA BRIDA ACTUADOR

ESCALAS 1:5

POS N°:

Material:
SAE 1020

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

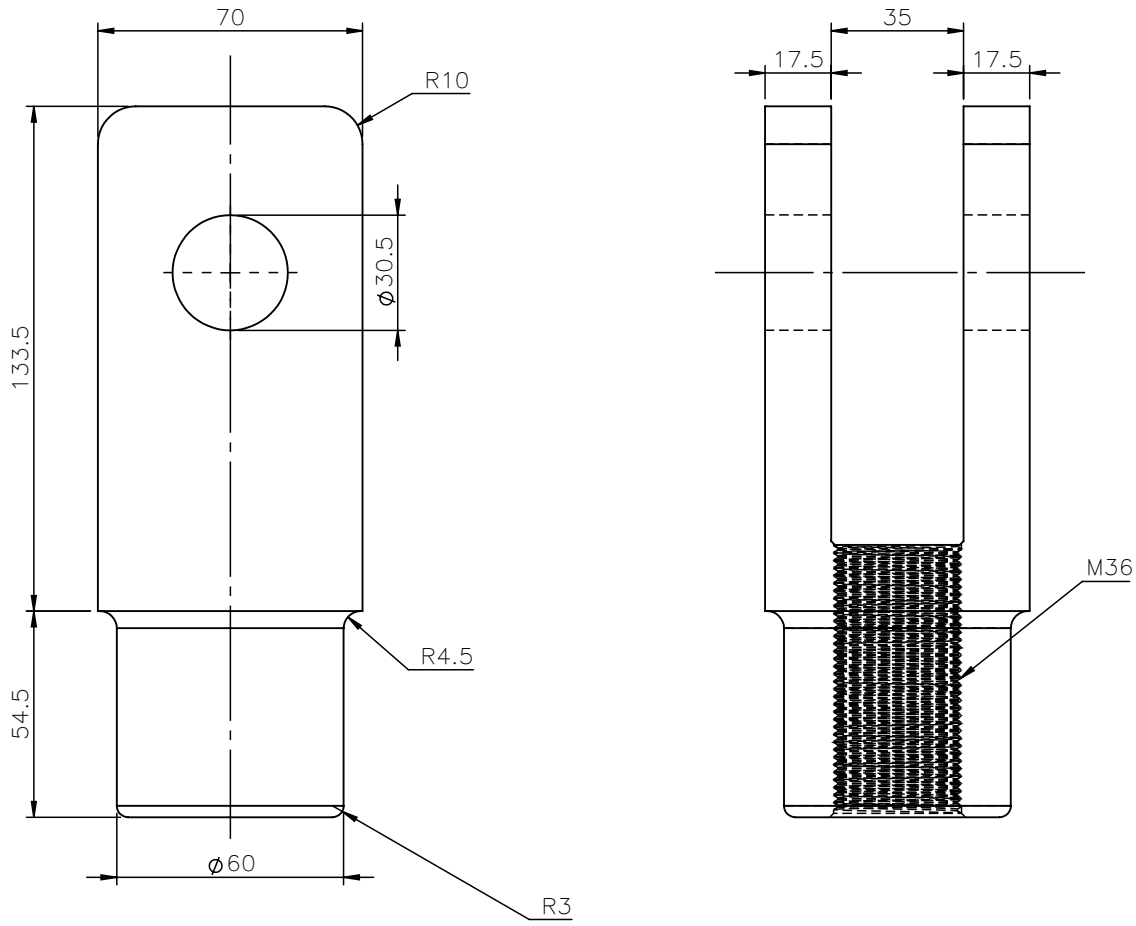
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	20/09/2025

COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

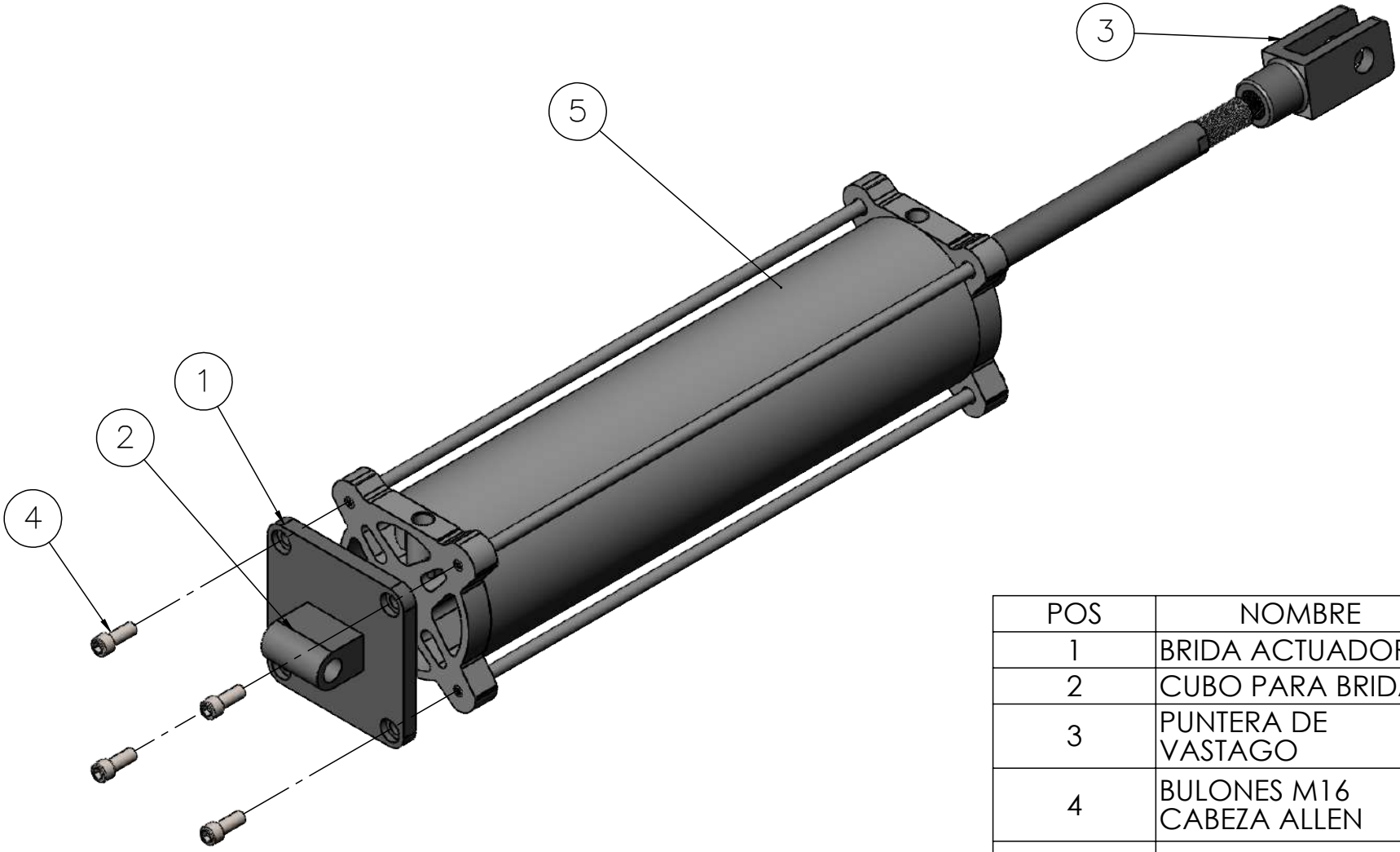
~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

REVISION 1

HOJA N° 3 DE 5



CONJUNTO: ACTUADOR												Formato: A4
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		DENOMINACION: PUNTERA DE VASTAGO										ESCALAS 1:2
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 3
		SAE 1020	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	
AGUSTIN TROSARELLO	16/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽▽ 0,2						REVISION 1	HOJA N° 4 DE 5



POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	BRIDA ACTUADOR	1
2	CUBO PARA BRIDA	1
3	PUNTERA DE VASTAGO	1
4	BULONES M16 CABEZA ALLEN	4
5	ACTUADOR NEUMATICO MICRO DSGB-200	1

CONJUNTO: ACTUADOR

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
ACTUADOR – ENSAMBLAJE

ESCALAS 1:7

POS N°: 1

Material: SAE 1020

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

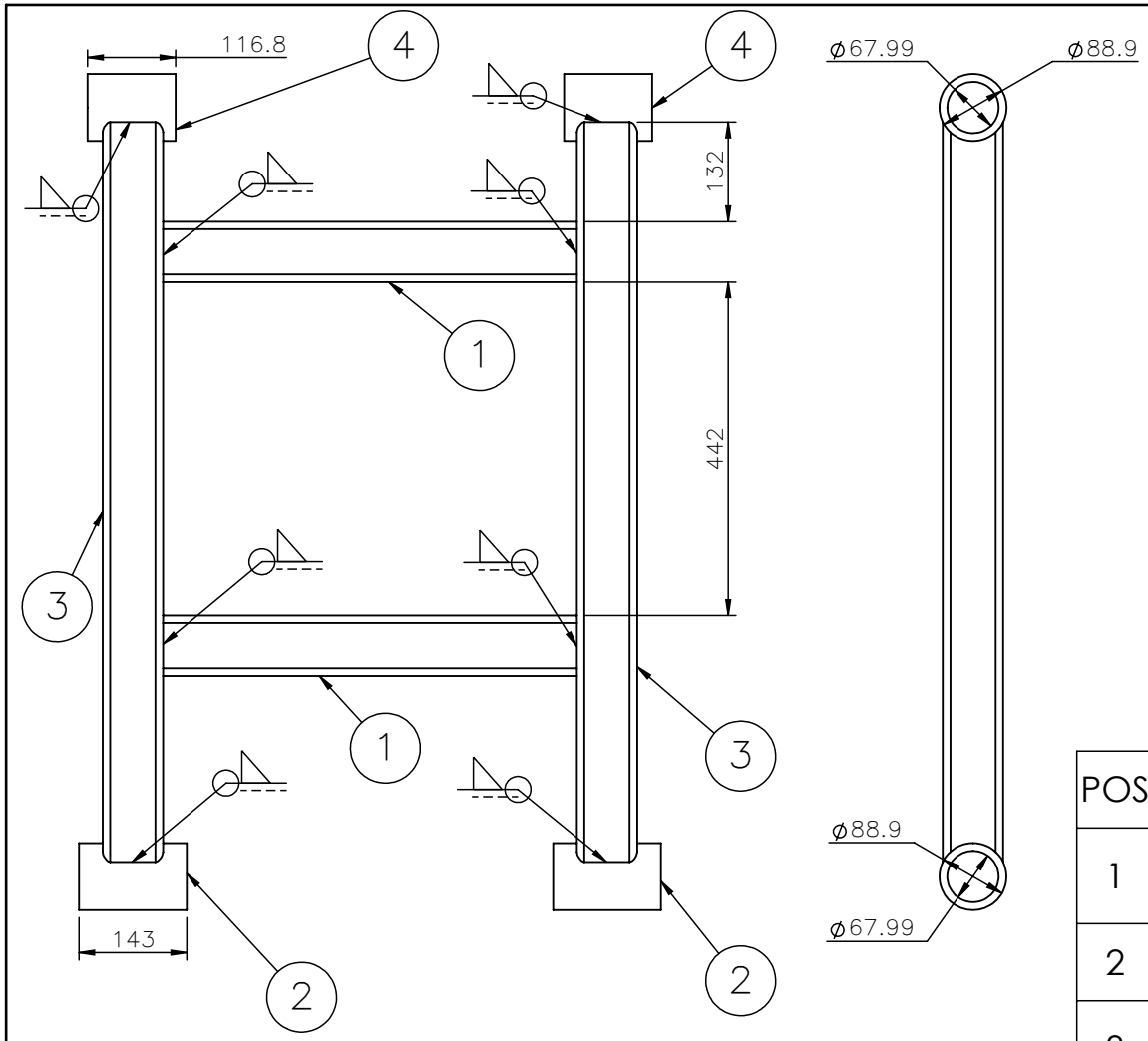
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	20/09/2025

REVISION 1

HOJA N° 5 DE 5



POS	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	CAÑO HORIZONTAL	CORTAR SEGUN IGS EN CAÑO 80x80x5mm SAE 1020	2
2	PORTA BUJE INF	Mecanizado	2
3	CAÑO VARTICAL	CORTAR SEGUN IGS EN CAÑO 80x80x5mm SAE 1020	2
4	PORTA BUJE SUP	Mecanizado	2

CONJUNTO: BRAZOS

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
BRAZO ACTUADOR

ESCALAS 1:10

POS N°:

Material:
SAE 1020

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

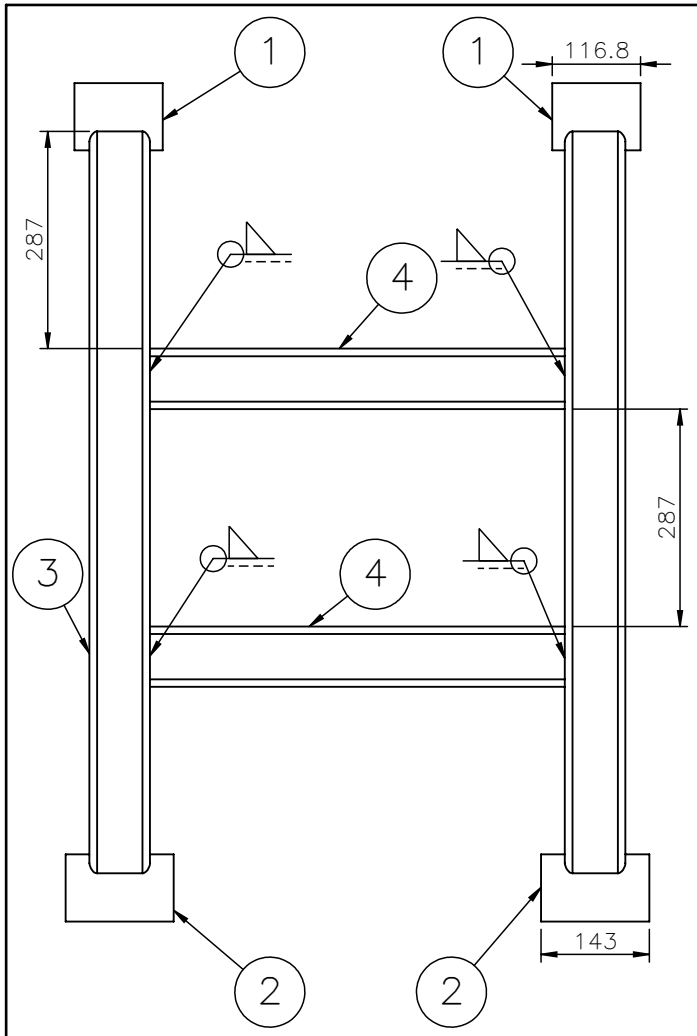
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

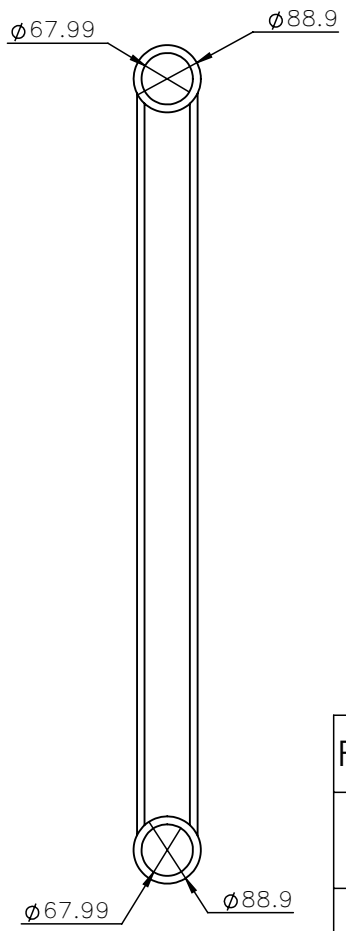
~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	17/09/2025

REVISION 1

HOJA N° 1 DE 2





POS	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	CAÑO HORIZONTAL	CORTAR SEGUN IGS EN CAÑO 80x80x5mm SAE 1020	2
2	PORTA BUJE INF	Mecanizado	2
3	CAÑO VARTICAL	CORTAR SEGUN IGS EN CAÑO 80x80x5mm SAE 1020	2
4	PORTA BUJE SUP	Mecanizado	2

CONJUNTO: BRAZOS

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
BRAZO DELANTERO

ESCALAS 1:10

POS N°:

Material:
SAE 1020

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

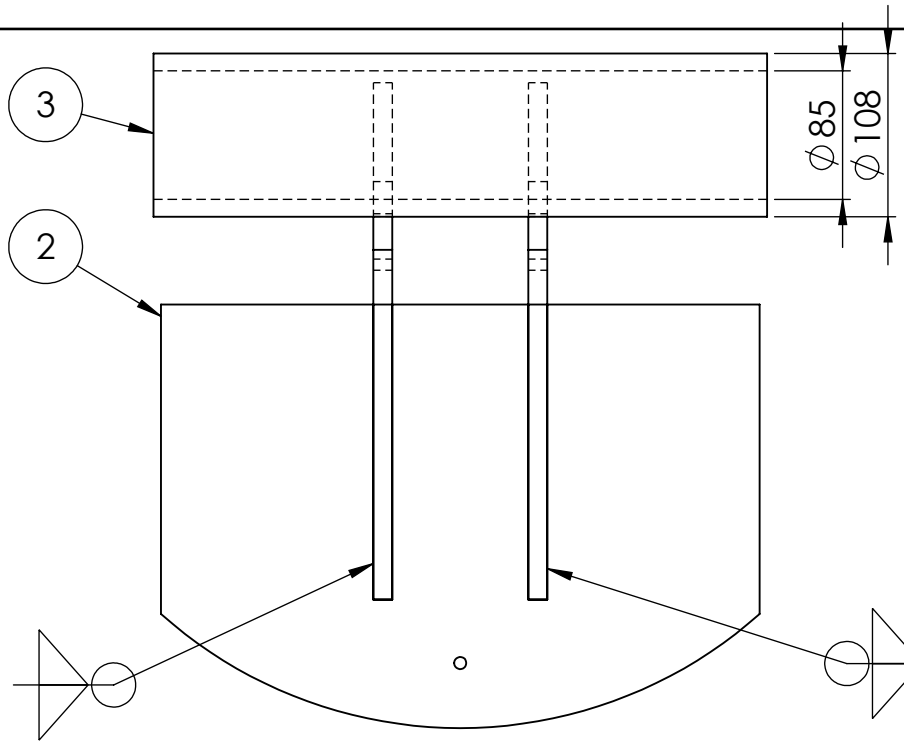
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

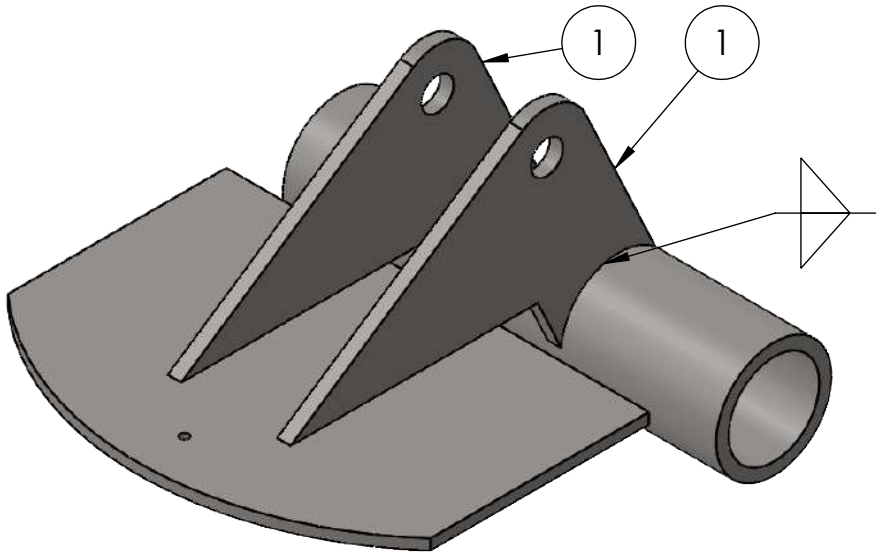
~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

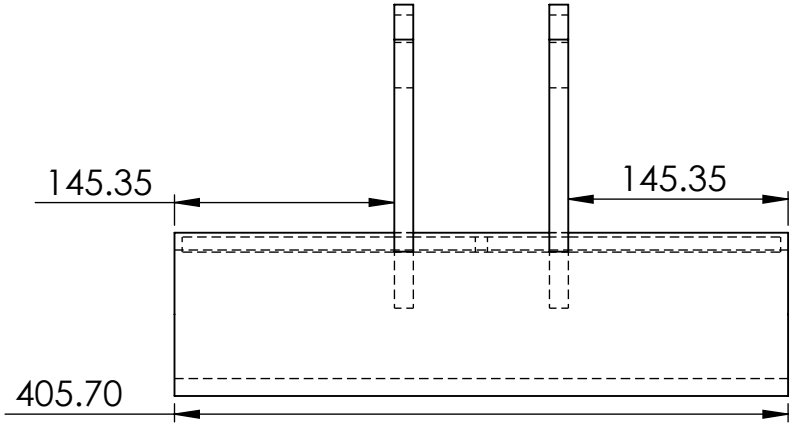
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	17/09/2025

REVISION 1

HOJA N° 2 DE 2







POS	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	UNION	CORTAR SEGUN DXF ESPESOR 1/2"	2
2	SOPORTE AIR SPRING	CORTAR SEGUN DXF ESPESOR 1/2"	1
3	PORTA EJE	Mecanizado	1

CONJUNTO: CONEXION CILINDRO – BASE

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
CONEXION CILINDRO – BASE

ESCALAS 1:5

POS N°:

Material: SAE 1020

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

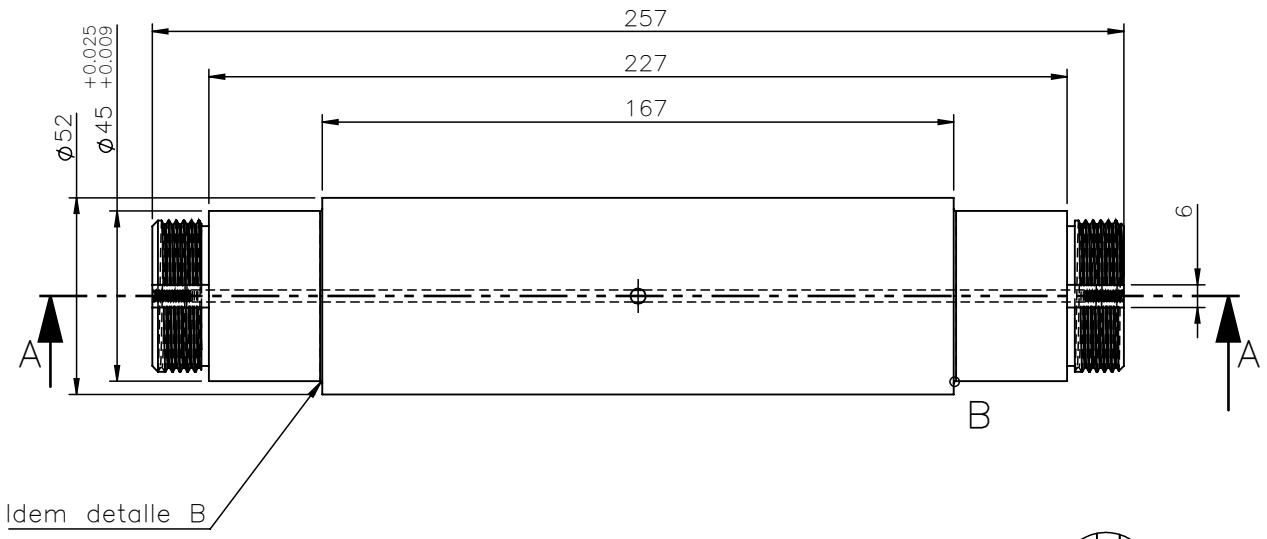
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

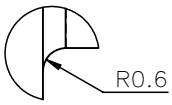
12	12	3	0,8	0,2

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	16/09/2025

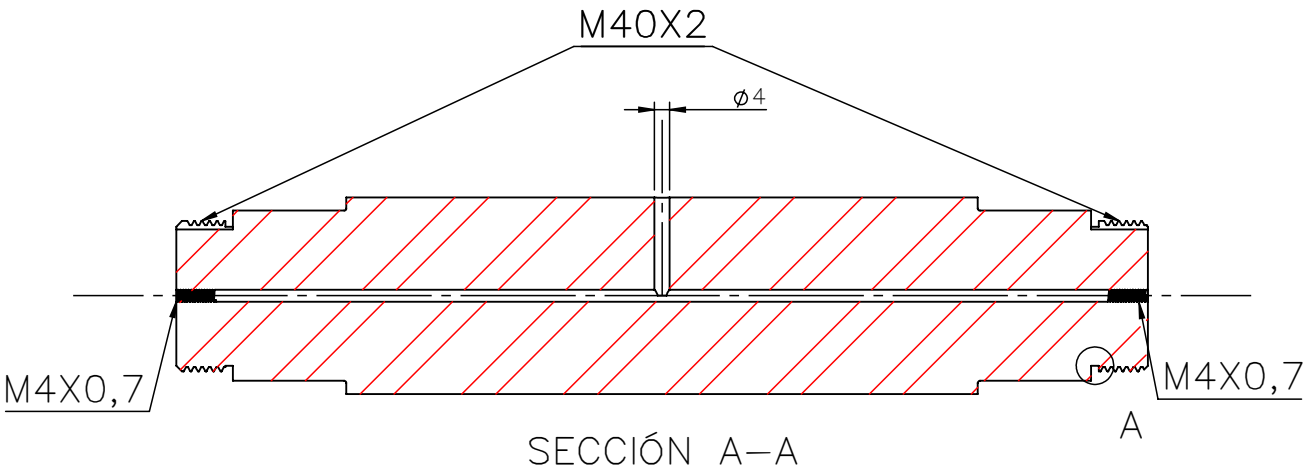
REVISION 1

HOJA N° 1 DE 1

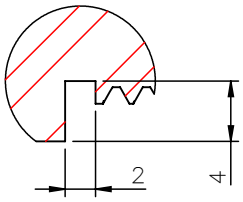




DETALLE B
ESCALA 5 : 1

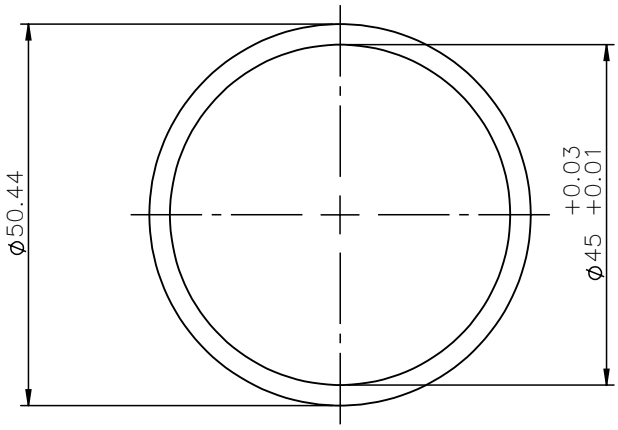


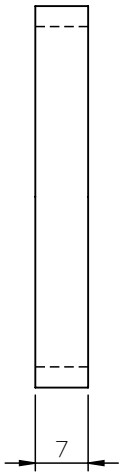
SECCIÓN A–A

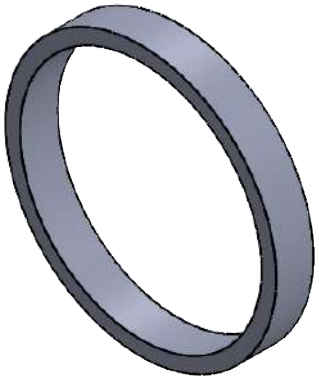


DETALLE A
ESCALA 2 : 1

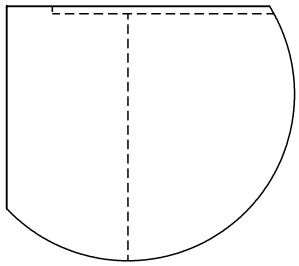
CONJUNTO: EJE BRAZOS											Formato: A4
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		DENOMINACION: EJE BRAZOS									ESCALAS 1:1
DIBUJO	FECHA	Material: SAE 1040	0/6 ±0,1	6/30 ±0,15	30/120 ±0,2	120/315 ±0,25	315/1000 ±0,35	1000/2000 ±0,7	2000/4000 ±1,5	4000/8000 ±2	8000/12000 ±3	12000/15000 ±4	POS N°: 1
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽ 0,2						REVISION 1 / HOJA N° 1 DE 4



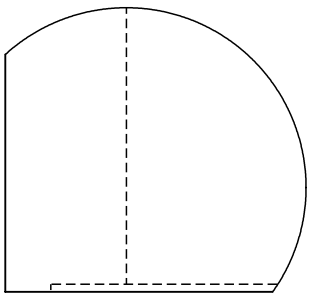




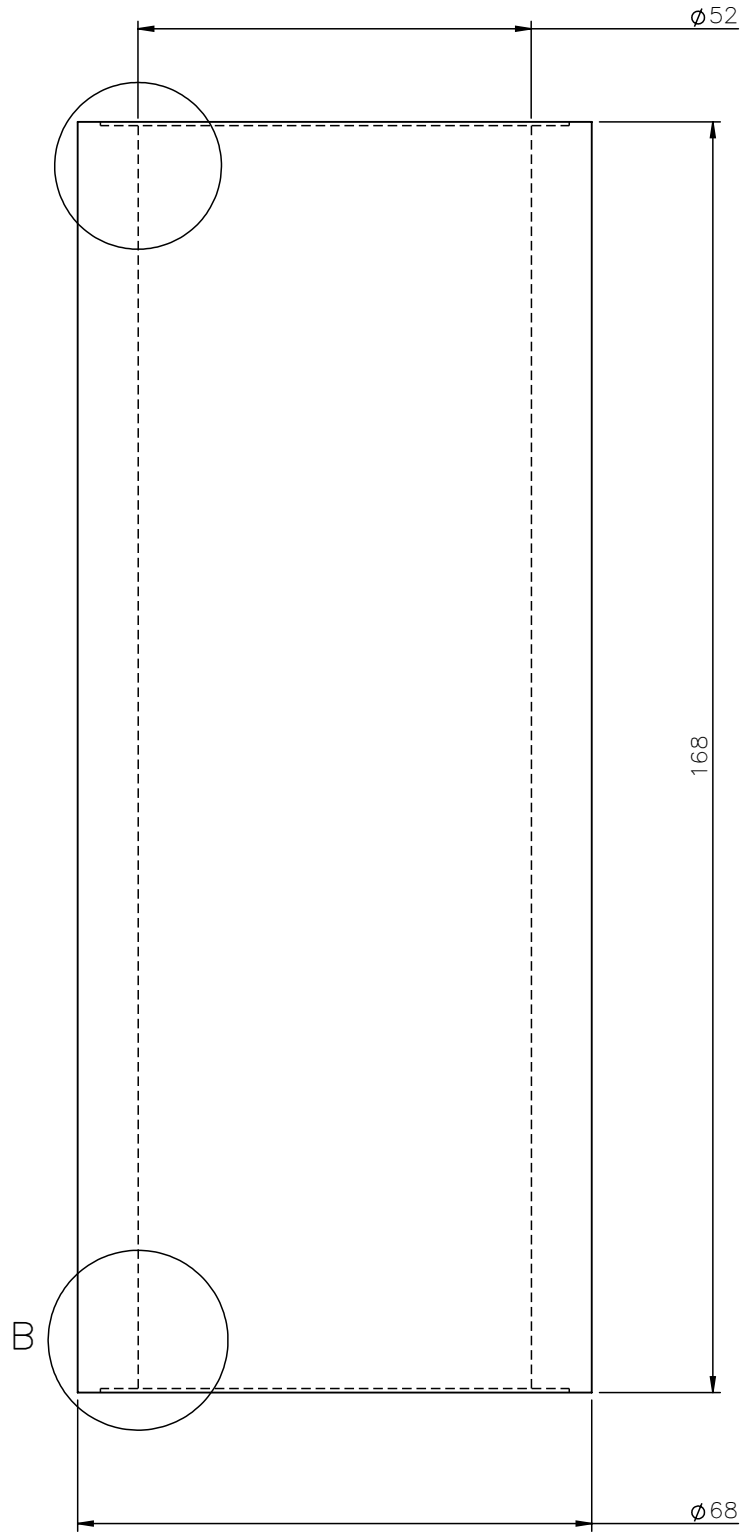
CONJUNTO: EJE BRAZOS										Formato: A4	
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: ARANDELA PARA PISTA INTERNA NA 4909									ESCALAS 1:1	
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 2	
		SAE 1020	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4		
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽▽ 0,2						REVISION 1	HOJA N° 2 DE 4



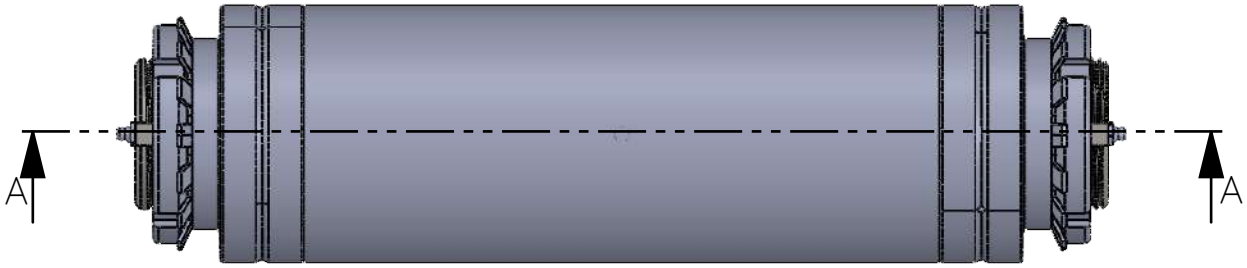
DETALLE A
ESCALA 2 : 1

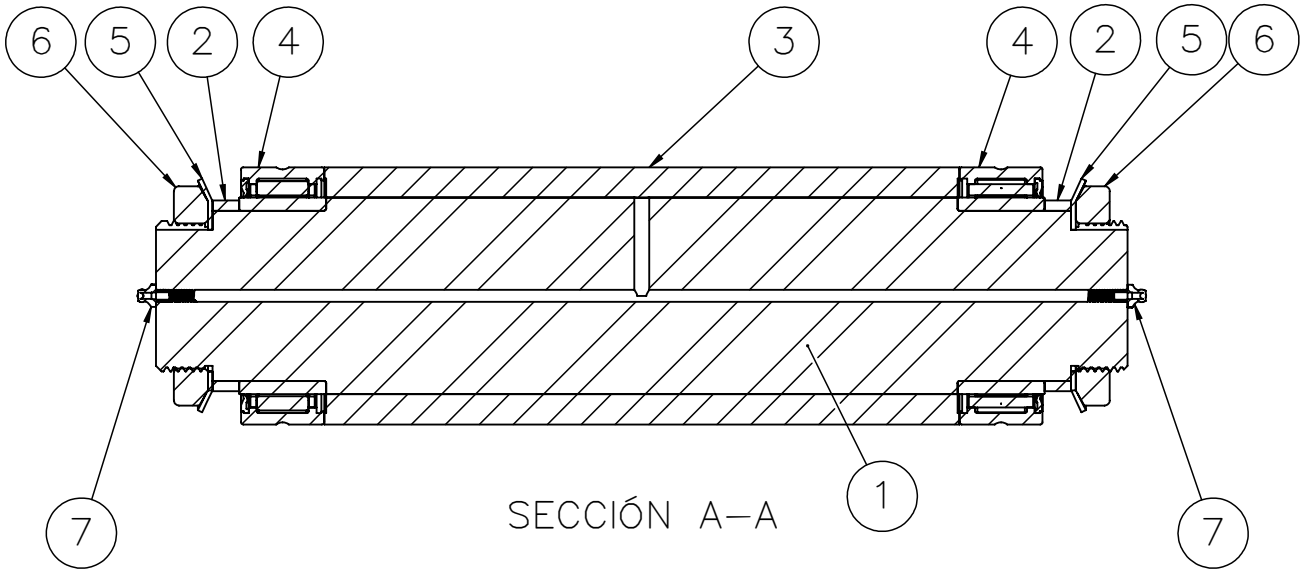


DETALLE B
ESCALA 2 : 1



CONJUNTO: EJE BRAZOS											Formato: A4
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: BUJE DE GRILON CORTO										ESCALAS 1:1
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 3
		GRILON	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽▽ 0,2						REVISION 1
													HOJA N° 3 DE 4





SECCIÓN A–A

POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	EJE BRAZOS	1
2	ARANDELA PARA PISTA INTERNA NA 4909	2
3	BUJE DE GRILON PARA NA 4909	1
4	RODAMIENTO SKF NA 4909 RS	2
5	ATANDELA DE SUJECION SKF MB 8	2
6	TUERCA DE SUJECION SKF KM 8	2
7	ALEMITE 1/8	2

CONJUNTO: EJE BRAZOS

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

DENOMINACION:
EJE BRAZOS – ENSAMBLE

ESCALAS 1:2

POS N°:

Material:

0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

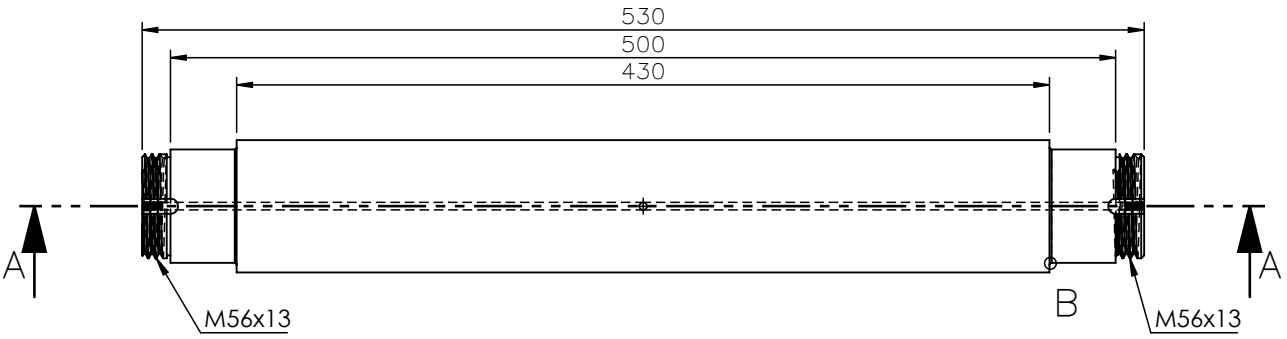
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025

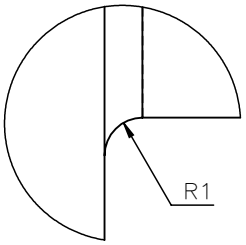
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

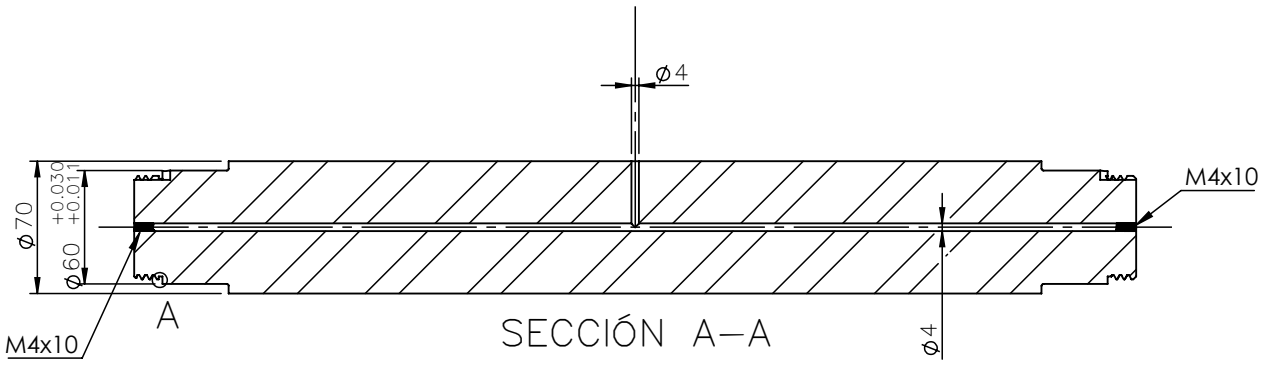
REVISION 1

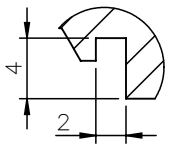
HOJA N° 4 DE 4





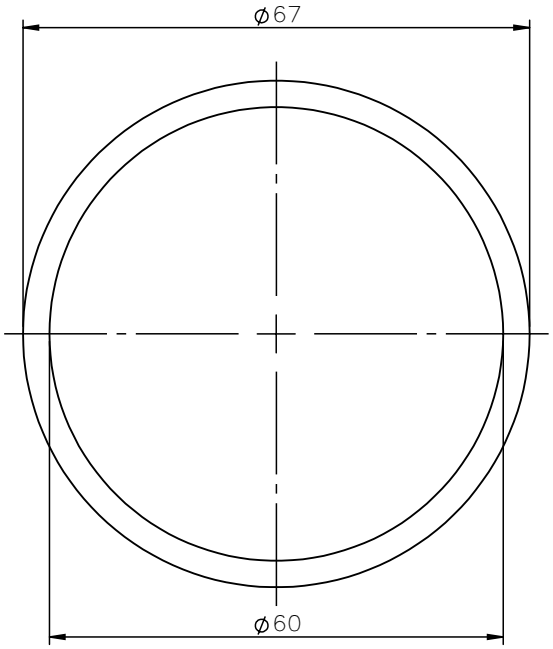
DETALLE B
ESCALA 5 : 1

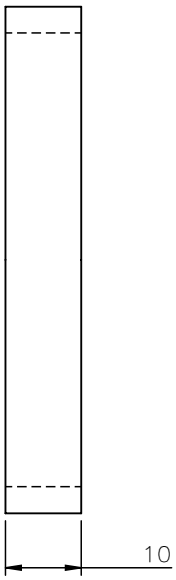


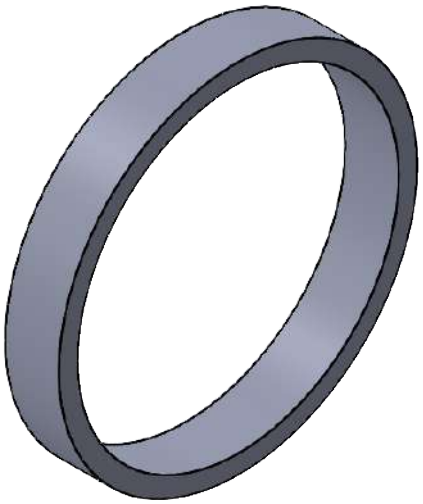


DETALLE A
ESCALA 2 : 1

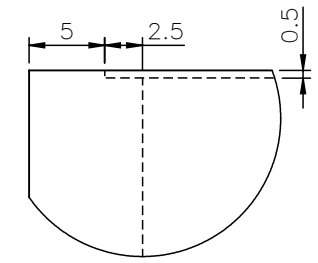
CONJUNTO: EJE CILINDRO											Formato: A4
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		DENOMINACION: EJE CILINDRO									ESCALAS 1:4
		Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 1
DIBUJO	FECHA	SAE 1040	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				12	12	3		0,8	0,2		REVISION 1
													HOJA N° 1 DE 4



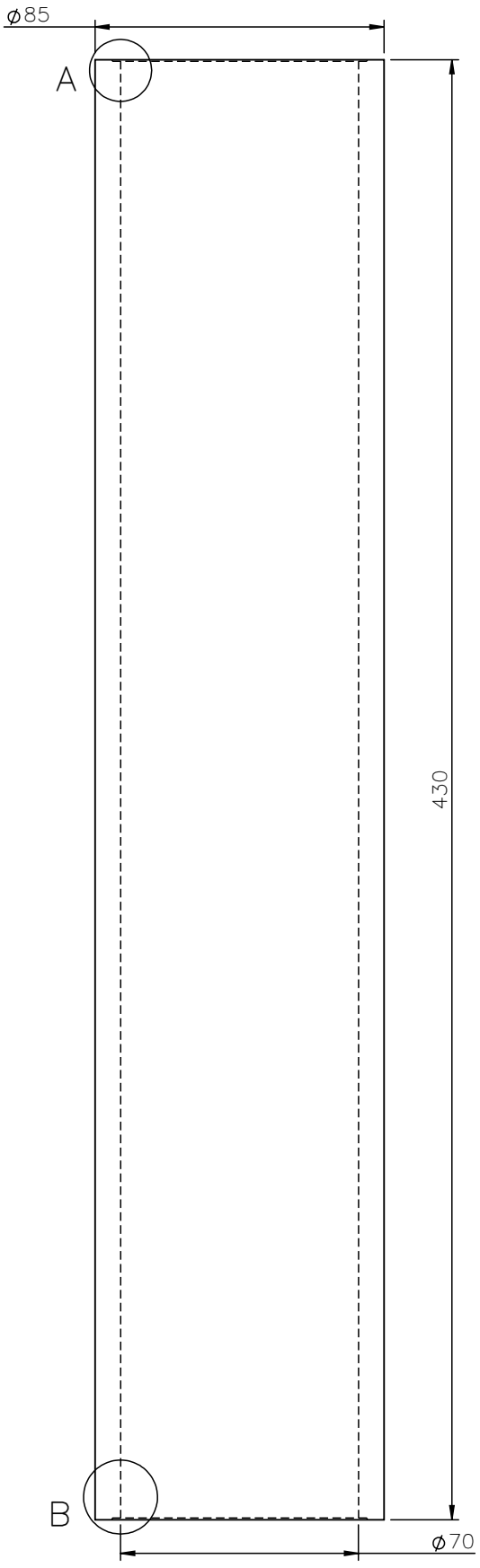


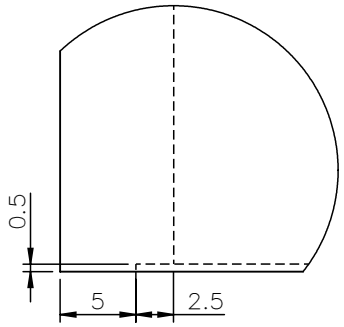


CONJUNTO: EJE CILINDRO										Formato: A4	
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: ARANDELA SUJECION PISTA INTERNA NA 4912									ESCALAS 1:1	
DIBUJO	FECHA	Material:	0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000	POS N°: 2
		SAE 1020	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)	~ 12	▽ 12	▽▽ 3	▽▽▽ 0,8	▽▽▽▽ 0,2						REVISION 1
													HOJA N° 2 DE 4



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

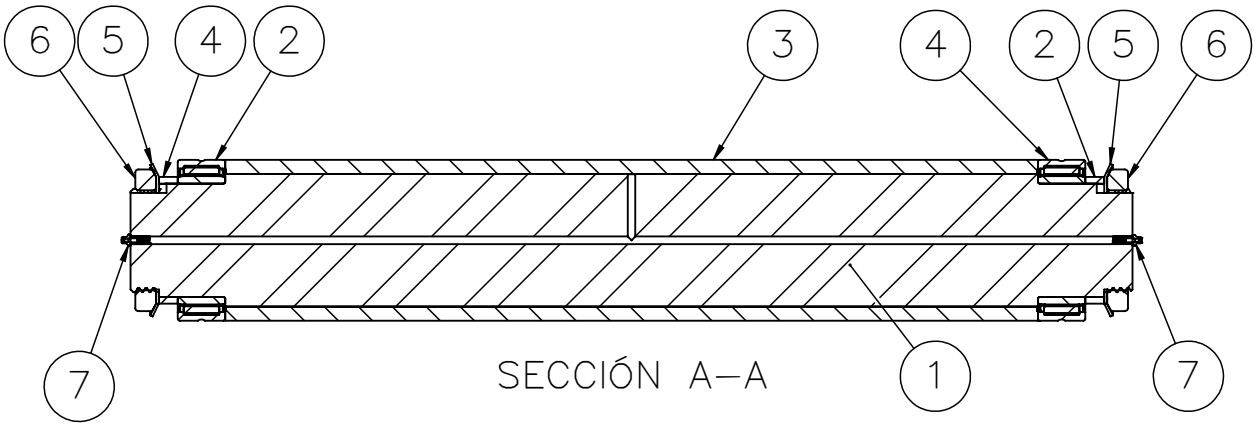




DETALLE B
ESCALA 2 : 1

CONJUNTO: EJE CILINDRO											Formato: A4
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO	DENOMINACION: BUJE DE GRILON LARGO										ESCALAS 1:2
DIBUJO	FECHA	Material:	0/6	6/30	30/120	120/315	315/1000	1000/2000	2000/4000	4000/8000	8000/12000	12000/15000	POS N°: 3
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025	GRILON	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4	REVISION 1
		COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)				12	12	3	0,8	0,2			HOJA N° 3 DE 4





POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	EJE CILINDRO	1
2	ARANDEJA PARA PISTA INTERNA NA 4912	2
3	BUJE DE GRILON PARA NA 4912	2
4	RODAMENTO SKF NA 4912	2
5	ARANDELA DE SUJECION MB 11	2
6	TUERCA DE SUJECION KM 11	2
7	ALEMITE 1/8	2

CONJUNTO: EJE CILINDRO

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
ENSAMBLAJE – EJE CILINDRO

ESCALAS 1:4

POS N°:

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	15/09/2025

Material:

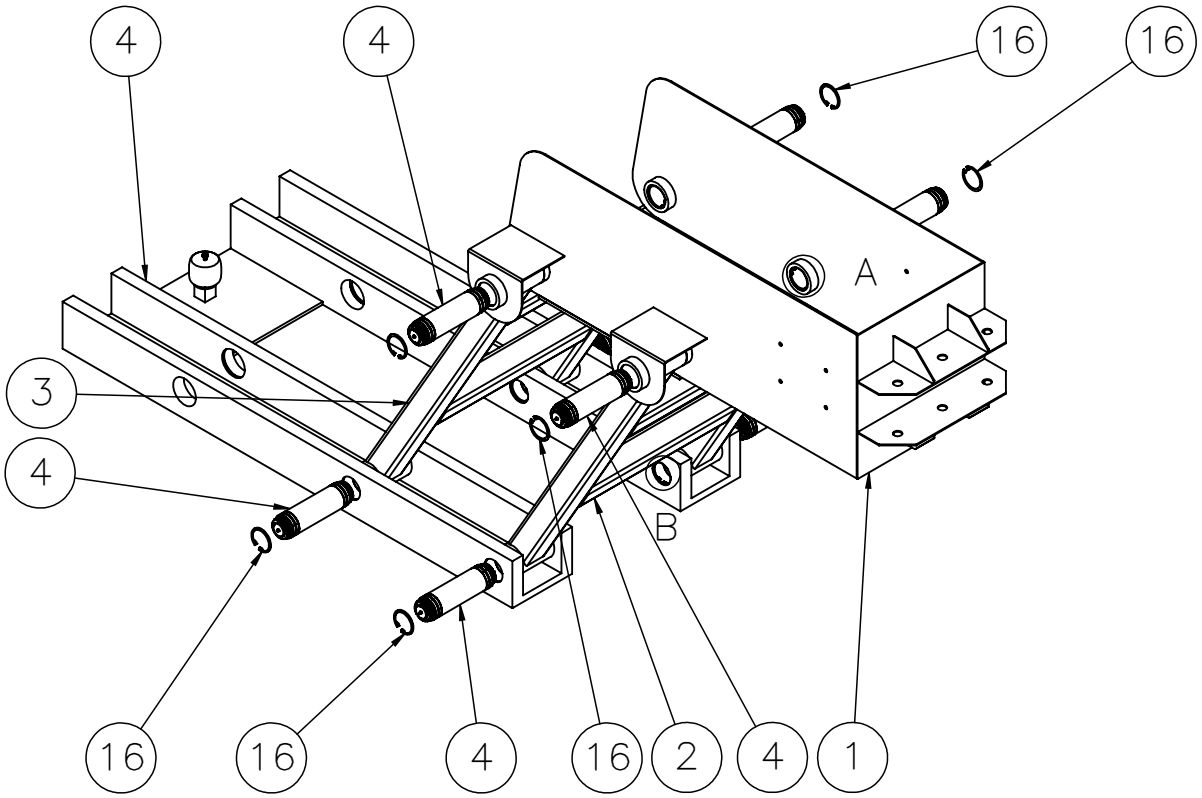
0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

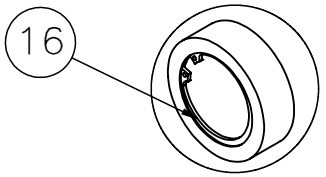
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

REVISION 1

HOJA N° 4 DE 4

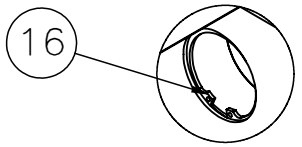




DETALLE A

ESCALA 1 : 5

Colocar seeger en ranuras de portarodamientos. (2 POR EJE)



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

Anotacion:
El montaje de todos los ejes son identicos.

POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	CABEZAL - ENSAMBLE	1
2	BRAZOS DELANTERO - ENSAMBLE	1
3	BRAZOS CILINDRO - ENSAMBLE	1
4	BASE - ENSAMBLE	1
5	EJE BRAZOS - ENSAMBLE	8
6	SEEGER EXTERNO DIAMETRO 68	16

CONJUNTO: ENSAMBLE GENERAL — Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

DENOMINACION:
CABEZAL – BRAZOS –BASE

ESCALAS 1:20

POS N°:

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

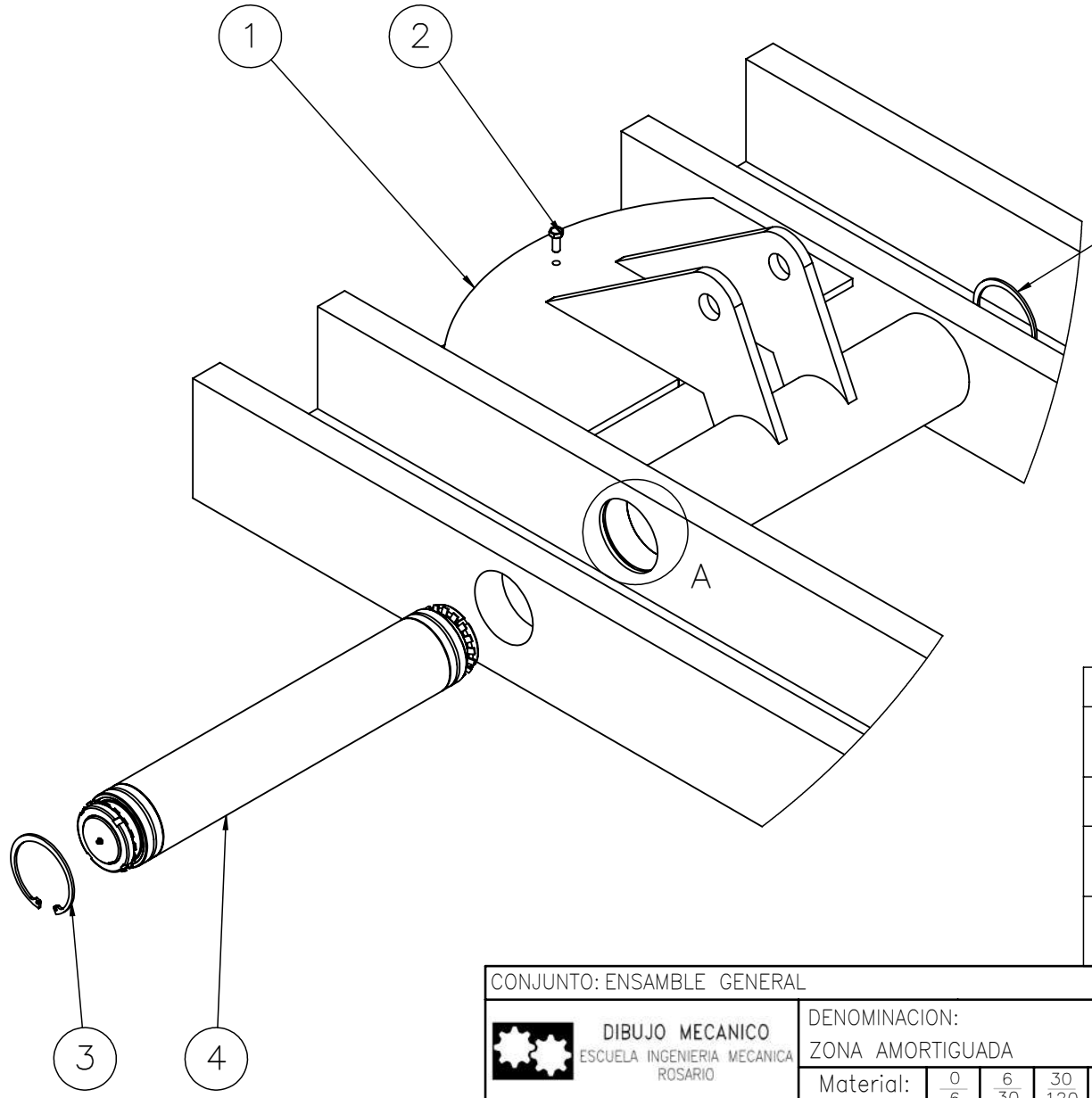
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

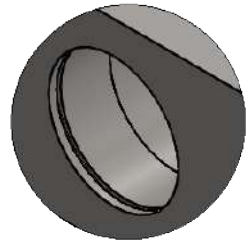
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

REVISION 1

HOJA N° 1 DE 6





DETALLE A
ESCALA 2 : 7
Ranura para seeger

POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	CONEXION CILINDRO - BASE	1
2	BULON M8 X 20	1
3	SEEGER EXTERNO DIAMETRO 85	1
4	CONJUNTO EJE CILINDRO	1

CONJUNTO: ENSAMBLE GENERAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
ZONA AMORTIGUADA

ESCALAS 1:7

POS N°:

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

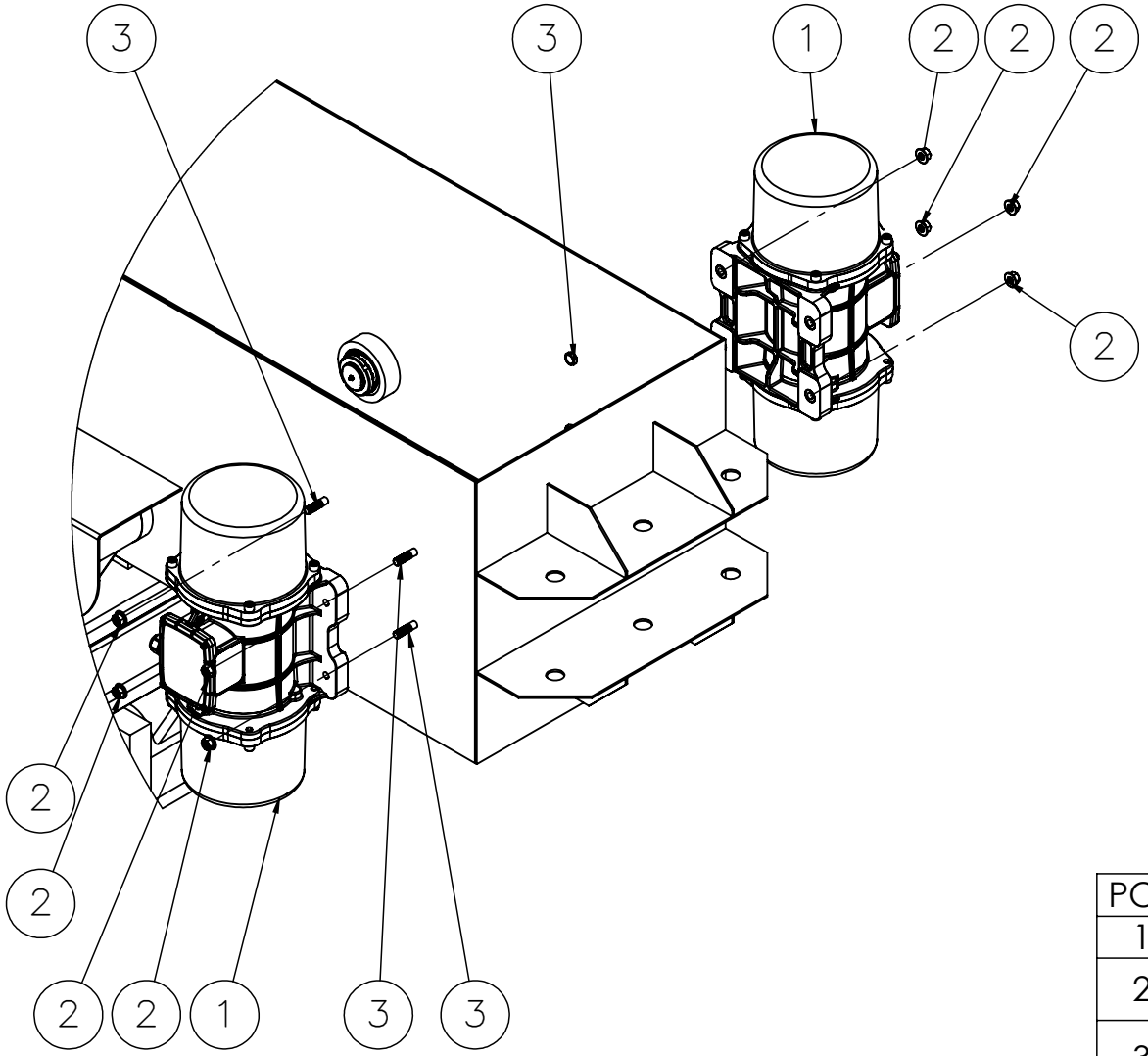
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

REVISION 1

HOJA N° 2 DE 6



POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	VIBRADOR OLI MVE 950	2
2	TUERCAS AUTOFRENANTES M10	8
3	BULONES HEXAGONALES M10 GRADO 8.8	8

CONJUNTO: ENSAMBLE GENERAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
MONTAJE VIBRADORES

ESCALAS 1:20

POS N°:

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

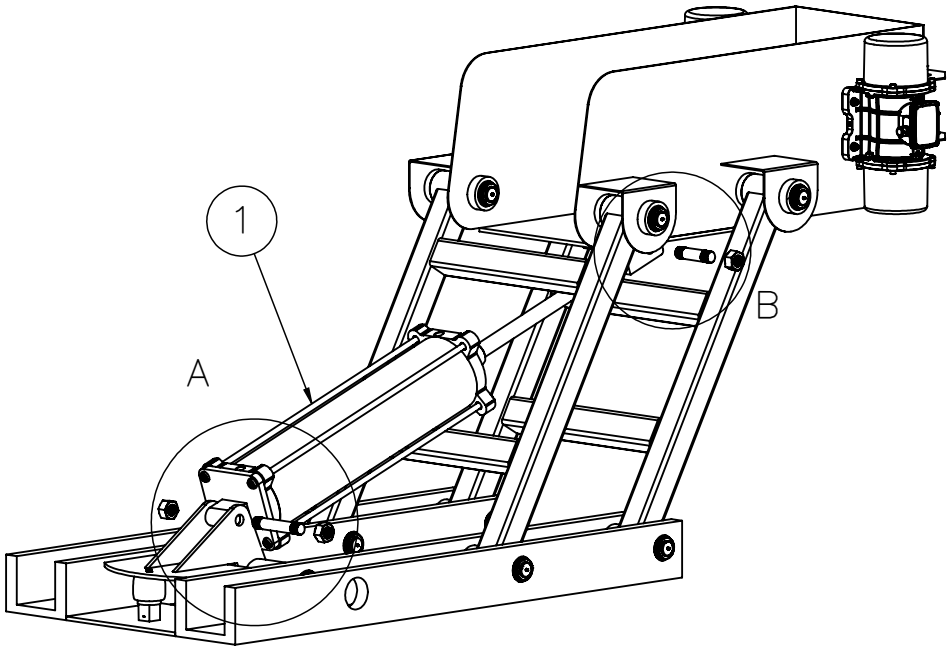
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

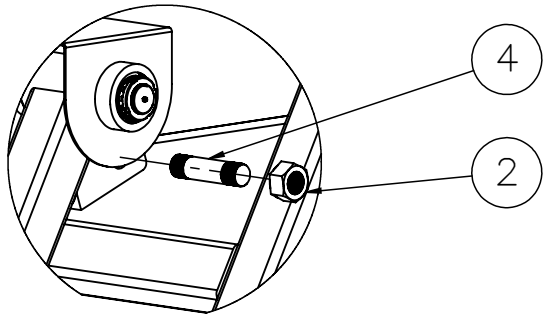
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

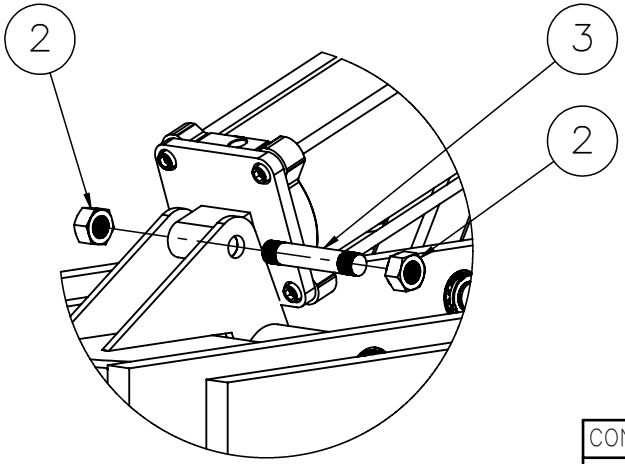
REVISION 1

HOJA N° 3 DE 6





DETALLE B
ESCALA 1 : 10
Colocar otra tuerca del otro lado del esparrago



DETALLE A
ESCALA 1 : 10

POS	NOMBRE	CANTIDAD
1	ACTUADOR	1
2	TUERCA AUTOFRENANTE M30	4
3	ESPARRAGO M30 x 165mm	1
4	ESPARRAGO M30 X 120mm	1

CONJUNTO: ENSAMBLE GENERAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
ESPARRAGOS PARA ACTUADOR

ESCALAS 1:20

POS N°:

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

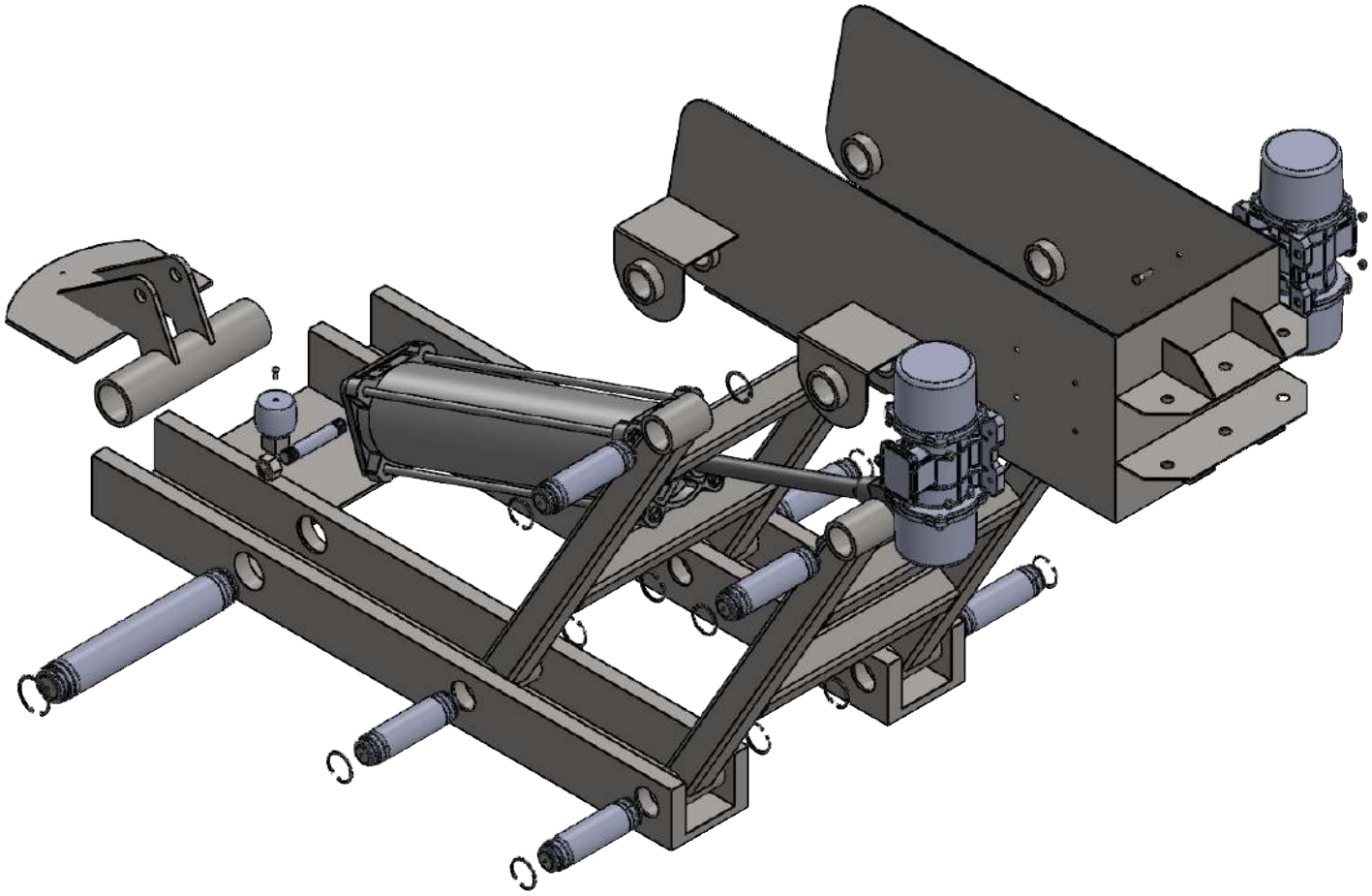
DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

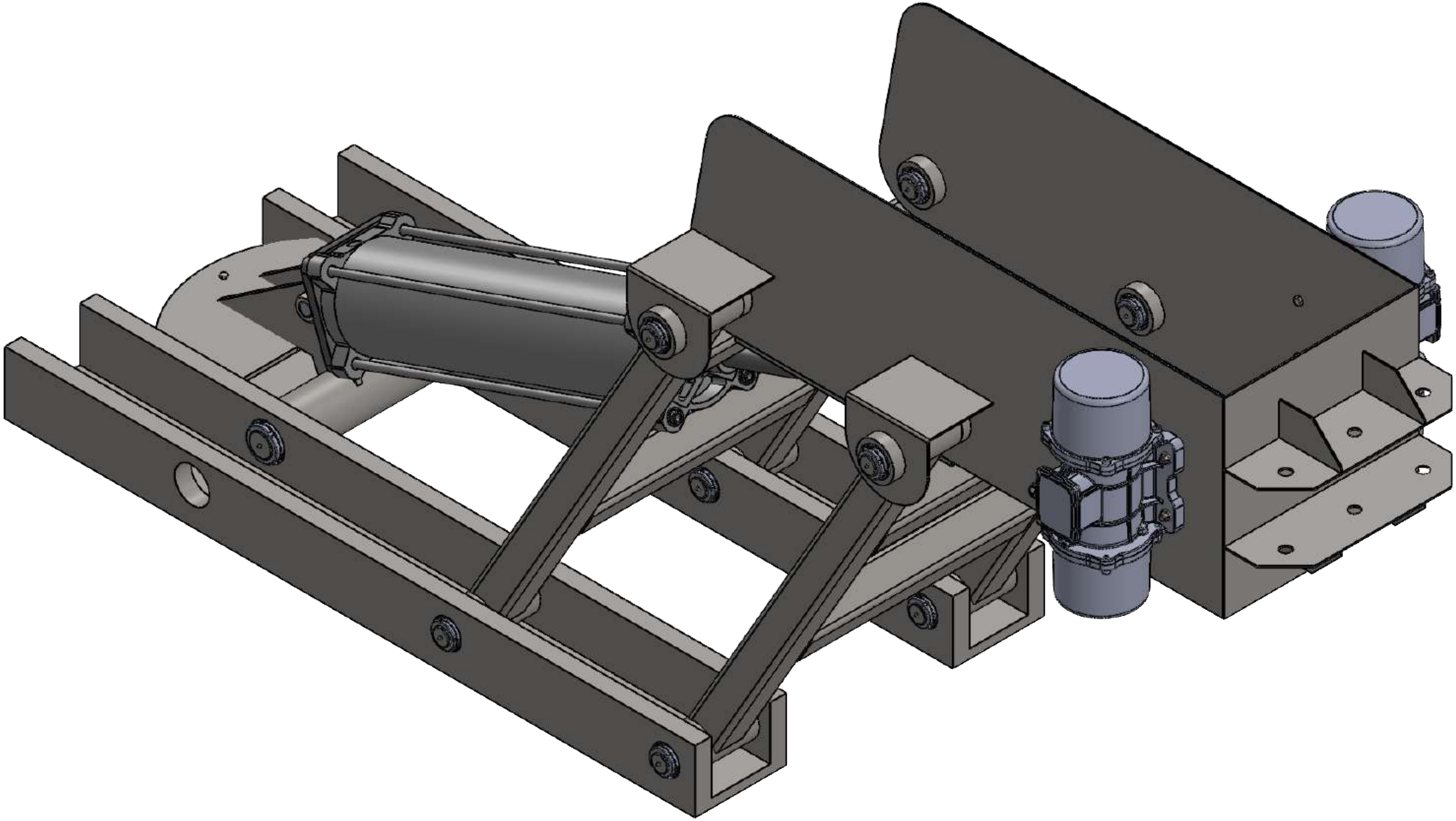
12	12	3	0,8	0,2

REVISION 1

HOJA N° 4 DE 6



CONJUNTO: ENSAMBLE GENERAL												Formato: A4
DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO												ESCALAS 1:15
DENOMINACION: EXPLOSIONADA												POS N°:
Material:	0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000		
	±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4		
DIBUJO	FECHA	COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)		12	12	3	0,8	0,2		REVISION 1	HOJA N° 5 DE 6	
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025											



CONJUNTO: ENSAMBLE GENERAL

Formato: A4

DIBUJO MECANICO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

DENOMINACION:
ISOMETRICA

ESCALAS
1:10

POS N°:

DIBUJO	FECHA
AGUSTIN TROSARELLO	21/09/2025

Material:

0 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315	315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 4000	4000 / 8000	8000 / 12000	12000 / 15000
±0,1	±0,15	±0,2	±0,25	±0,35	±0,7	±1,5	±2	±3	±4

COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)

∼	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
12	12	3	0,8	0,2

REVISION 1

HOJA N° 6 DE 6