# Mecanismo que controla la ubicación del fertilizante en siembra directa para reducir los efectos fitotóxicos

**Branchesi, Fabricio**
**Pistarelli, Damián**

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2022

# Mecanismo que controla la ubicación del fertilizante en siembra directa para reducir los efectos fitotóxicos

**Branchesi, Fabricio**
**Pistarelli, Damián**

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

Directores:
Ing. Mec. Guillermo Rodriguez
Ing. Mec. Pedro Sismondi
Ing. Mec. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2022

*Cuanto más vulgar e ignorante es el hombre, menos enigmático le parece el mundo; todo lo que existe y tal como existe le parece que se explica por sí solo, porque su inteligencia no ha rebasado aún la misión primitiva de servir a la voluntad en calidad de mediadora de motivos.*

*Arthur Schopenhauer*

*Aquel que todo lo deja, se convierte en esclavo de sus sueños. Resolver la cíclica entre fracasos y triunfos es el desafío. La meta, será sinónimo de placer, pero lo más importante es el recorrido hasta ella.*

*Anónimo*

# Agradecimientos

Un trabajo de ingeniería es producto de ideas y conocimientos previos que provienen de otras personas. Por eso mismo, en primer lugar, queremos agradecer al Ingeniero Agrónomo Hernán Javier Ferrari, Coordinador del Grupo Mecanización Agrícola en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), por el material de estudio facilitado y las sugerencias realizadas.

Asimismo, a nuestros directores de proyecto, que nos acompañaron y guiaron en esta última etapa de la carrera.

Y, como también, una carrera universitaria es fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos rodean, agradecemos a nuestros padres y familiares, que estuvieron desde el comienzo, que sin su acompañamiento esto no hubiese sido posible.

A nuestros compañeros universitarios, que vivieron el día a día junto a nosotros. A nuestros amigos que brindaron su apoyo moral y humano, y a todas las personas que acompañaron y aportaron desde su lugar para que esto llegue a buen puerto.

# Resumen

Muchos de los fertilizantes sólidos que se suministran al suelo en la siembra de los cultivos, producen efectos adversos a la hora de la germinación de la semilla. Una forma de contrarrestar este efecto, es ubicar el fertilizante a cierta distancia de la semilla. Sin embargo, hoy día, muchas de las sembradoras del mercado, no cuentan con la capacidad de cumplir con ese propósito.

Este trabajo final de grado busca encontrar alternativas de diseño que brinden satisfacer las necesidades actuales que se les presentan a los productores a la hora de sembrar. Estas alternativas serán orientadas a la práctica de siembra directa.

Con este fin, la mayor dificultad, está dada en controlar la ubicación del fertilizante con respecto a la semilla.

A partir de lo mencionado, se diseñó un mecanismo que permite aplicar, en bandas y en las proximidades de la semilla, dos tipos de fertilizantes en la labor de siembra. El mismo permite regular la distancia horizontal al surco, de manera manual, y controlar la profundidad hidráulicamente. A su vez, para asegurar esta última, el sistema cuenta con tecnología hidráulica que proporciona la carga necesaria en cada momento.

Los elementos más solicitados fueron calculados y posteriormente simulados por el método de Elementos Finitos. Como así también, se seleccionaron los elementos comerciales y se realizaron los planos correspondientes de todo el conjunto.

**Palabras clave: Fitotoxicidad, Doble fertilización, Ubicación del fertilizante, Mecanismo, Control de carga, Control de profundidad, Siembra directa.**

# Abstract

Many of the solid fertilizers that are supplied to the soil in the planting of crops, produce adverse effects at the time of germination of the seed. One way to counteract this effect is to locate the fertilizer at a certain distance from the seed. However, today, many of the seeders on the market do not have the capacity to fulfill that purpose.

This final degree project seeks to find design alternatives that provide to meet the current needs that are presented to producers when planting. These alternatives will be oriented to the practice of direct sowing.

To this end, the greatest difficulty is to control the location of the fertilizer with respect to the seed.

Based on the above, a mechanism was designed that allows to apply, in bands and in the vicinity of the seed, two types of fertilizers in the sowing work. It allows you to regulate the horizontal distance to the groove, manually, and control the depth hydraulically. In turn, to ensure the latter, the system has hydraulic technology that provides the necessary load at all times.

The most requested elements were calculated and then simulated by the Finite Element method. As well as, the commercial elements were selected and the corresponding plans of the whole set were made.

**Keywords: Phytotoxicity, Double fertilization, Location of the fertilizer, Mechanism, Load control, Depth control, Direct sowing.**

# Contenido

**Agradecimientos** ..... **IV**

**Resumen** ..... **V**

**Abstract** ..... **VI**

**Contenido** ..... **VII**

**1 Introducción** ..... **1**
1.1 Superficie implantada en Argentina ..... 1
1.2 Superficie tratada con fertilizantes ..... 2
1.3 Importancia de la fertilización ..... 2
1.4 La fertilización sólida como actividad ..... 3

**2 Marco teórico** ..... **4**
2.1 ¿Por qué se fertiliza? ..... 4
2.1.1 Macronutrientes ..... 4
2.1.2 Micronutrientes ..... 4
2.2 Síntomas que presentan las plantas por deficiencia de nutrientes en maíz y soja ..... 5
2.3 Fitotoxicidad en la siembra ..... 10
2.4 Origen de los efectos fitotóxicos ..... 10
2.4.1 Efecto salino ..... 10
2.4.2 Liberación de amoniaco (NH3) ..... 11
2.5 Factores que influyen en los efectos fitotóxicos ..... 11
2.5.1 Dosis críticas según cultivo y fertilizante ..... 11
2.5.2 Tolerancias según especie ..... 12
2.5.3 Disponibilidad hídrica del suelo ..... 12
2.5.4 Tipo de suelo ..... 12
2.5.5 Distancia entre surcos ..... 13
2.6 Estudio de fitotoxicidad en maíz y soja para diferentes tipos de fertilizantes ..... 13
2.6.1 Maíz ..... 13
2.6.2 Soja ..... 14
2.7 Ubicación de los fertilizantes ..... 16

**3 Diagnóstico del problema** ..... **18**

**4 Descripción del aporte** ..... **19**

**5 Variables y condiciones límites** ..... **20**
5.1 Variables de influencia ..... 20
5.2 Condiciones límites ..... 22

**6 Objetivos y propósitos** ..... **23**
6.1 Objetivo general ..... 23
6.2 Objetivos específicos ..... 23

6.3 Propósitos ..... 23

**7 Solución a la problemática ..... 24**
7.1 Consideraciones ..... 24
7.1.1 Tipo de cultivo ..... 24
7.1.2 Tipo de fertilizante ..... 24
7.1.3 Ubicación del fertilizante ..... 24
7.2 Propuestas ..... 25
7.3 Elección de la solución ..... 28
7.3.1 Modo de evaluación ..... 28
7.3.2 Alternativas de órganos activos para la propuesta seleccionada ..... 30
7.3.3 Alternativas sobre la regulación horizontal y vertical ..... 31
7.3.4 Comportamiento de los fertilizantes variando su ubicación vertical y horizontal ..... 31
7.4 Especificaciones de la solución ..... 33
7.5 Validación de la solución ..... 34

**8 Estudio de fuerzas ..... 36**
8.1 Compactación del suelo ..... 36
8.2 Consideraciones ..... 42
8.2.1 Profundidad de corte ..... 42
8.2.2 Fuerza adicional para asegurar el correcto contacto del órgano activo con el suelo ..... 43
8.3 Descomposición de fuerzas ..... 44
8.3.1 Diagrama de cuerpo libre para control de carga ..... 44
8.3.2 Diagrama de cuerpo libre para control de profundidad ..... 45
8.4 Cálculos ..... 45
8.4.1 Fuerzas en cuchilla de corte para siembra ..... 46
8.4.2 Fuerza en cuchilla de corte para fertilizante ..... 47
8.4.3 Fuerza en púa para fertilizante ..... 49
8.4.4 Comparación con la teoría ..... 51
8.4.5 Fuerza para cilindro de control de carga ..... 52
8.4.6 Fuerza para cilindro de control de profundidad ..... 52

**9 Dimensionamientos ..... 53**
9.1 Dimensionamiento de cilindros hidráulicos ..... 53
9.1.1 Cilindro para control de carga ..... 53
9.1.2 Cilindro para control de profundidad ..... 53
9.2 Dimensionamientos de piezas ..... 54
9.2.1 Aclaraciones ..... 54
9.2.2 Resultados ..... 56

**10 Conclusiones y recomendaciones ..... 57**
10.1 Conclusiones técnicas ..... 57
10.2 Conclusiones académicas ..... 57
10.3 Recomendaciones ..... 58

**Índice de figuras ..... 59**

**Índice de tablas ..... 60**

**Referencias bibliográficas ..... 61**

**Anexos ..... 64**

# 1 Introducción

## 1.1 Superficie implantada en Argentina

Adentrándose en la actividad agrícola, se estimó que entre julio de 2017 y junio de 2018, el total de la superficie destinada a uso agrícola fue de 33.182.639 ha, dejando 124.241.292 ha para otros usos. A su vez, a estas más de 33 millones de hectáreas, pueden sumarse 4.229.353 correspondientes a cultivos de segunda ocupación, lo que nos da una superficie total a lo largo del año de 37.411.993 ha para la campaña de referencia.

| Tipo de cultivo | Superficie (ha) | Participación (%) |
|---|---|---|
| Oleaginosas | 14.391.625 | 38,5% |
| Cereales | 11.387.352 | 30,4% |
| Forrajeras | 7.938.960 | 21,2% |
| Bosques y montes implantados | 1.230.246 | 3,3% |
| Cultivos industriales | 893.697 | 2,4% |
| Frutales | 514.701 | 1,4% |
| Legumbres | 363.441 | 1,0% |
| Hortalizas | 134.993 | 0,4% |
| Aromáticas, medicinales y condimentarias | 7.068 | 0,0% |
| Viveros | 2.372 | 0,0% |
| Flores de corte | 815 | 0,0% |
| Sin discriminar | 546.724 | 1,5% |
| **Total implantado** | **37.411.993** | |

**Figura 1-1:** Tipo de cultivo implantado. Primera y segunda ocupación [33].

La producción agrícola en Argentina es muy variada debido a su extenso territorio. Gracias a esto se destaca como un importante país exportador de diversos productos.

Dentro de las oleaginosas, tenemos que el 88 % está representado por la soja, y tan solo un 10 % por el cultivo de girasol. Algo similar ocurre con el trigo y el maíz dentro de los cereales, que cubren el 33 % y 54 % respectivamente.

Entre las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, el 76 % de la superficie fue destinada a la producción de oleaginosas, y cerca de un 73 % del área implantada con cereales para la producción de grano. En estas tres provincias, la superficie sembrada con oleaginosas, fue superior a la sembrada con cereales, presentándose ésta tendencia más fuerte en la provincia de Santa Fe, con un 60 % más de área destinada a las primeras por sobre las segundas.

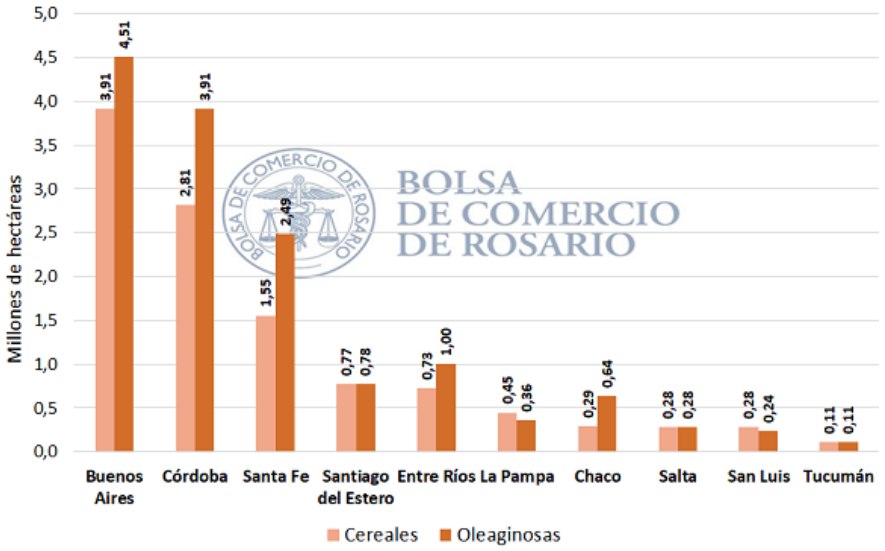



**Figura 1-2:** Área sembrada con cereales y oleaginosas [33].

Concluyendo así, que la mayor producción está dada por cereales y oleaginosas. Siendo los de mayor producción, soja y maíz; y en tercer lugar, pero con bastante menor presencia, aparece el trigo.

## 1.2 Superficie tratada con fertilizantes

Dentro del grupo de cereales, la superficie tratada con fertilizantes fue de 8.473.444,5 hectáreas. En el grupo de las oleaginosas, y para el total del país, fueron tratadas con fertilizantes, 7.680.755,5 hectáreas. Lo que representa a nivel nacional un 56 % de la superficie destinada para prácticas agrícolas.

De los cultivos de invierno, el trigo es el más fertilizado en la pampa húmeda, y en lo que respecta a los de verano, el maíz ocupa ese mismo lugar. Esto no quiere decir que los demás cultivos no se fertilizan, sino que todos los cultivos son acompañados por fertilizantes en mayor o menor medida.

## 1.3 Importancia de la fertilización

El importante incremento de la población mundial en los últimos años viene imponiendo un constante reto a la agricultura. Exigiendo proporcionar un mayor número de alimentos, tanto en términos de cantidad, como de calidad.

Asimismo, en cada campaña agrícola, los productores se encuentran con la necesidad de aplicar fertilizantes en los cultivos, con el objetivo de obtener rendimientos adecuados que sean rentables, para que la actividad agropecuaria sea sostenible.

Con la aplicación de fertilizante se puede asegurar la productividad y calidad nutricional de los cultivos, ofreciendo una seguridad alimenticia e incrementando el contenido de nutrientes de las cosechas. Además se evita la necesidad de incrementar la superficie agrícola mundial.

## 1.4 La fertilización sólida como actividad

Dentro de los nutrientes agregados al suelo, el nitrógeno (N) y el fósforo (P), se encuentran en primer plano, tanto en área fertilizada, como en kilogramos aplicados por hectárea.

Respecto a la forma de aplicación, los nutrientes pocos móviles como el fósforo, tienden a aplicarse en la línea o banda de siembra. En los últimos años, con la aparición en el mercado de productos formulados como mezclas, sean físicas o químicas, las aplicaciones realizadas en la línea o banda de siembra, además de aportar fósforo, pueden disponer de otros nutrientes tales como nitrógeno, azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), entre otros.

Una práctica muy común, es aplicar fertilizantes del tipo “arrancadores”, donde el objetivo es maximizar, en etapas bien tempranas, la germinación y el crecimiento inicial de los cultivos, sobre todo en suelos fríos y/o húmedos. Estos arrancadores se solían aplicar a una distancia muy cercana a la semilla y en pequeñas dosis, aunque actualmente la tendencia pasa por un gran aumento de dosis, de acuerdo con los requerimientos del suelo.

Muchas veces, el fertilizante afecta de manera negativa a la semilla, sobre todo cuando se depositan en el suelo y quedan en contacto uno con otro. A los efectos perjudiciales que tienen los fertilizantes sobre las semillas, se los denomina efectos fitotóxicos. Los dos factores más importantes que contribuyen a estos son, el efecto salino y la liberación de amoniaco.

Los cultivos también presentan sensibilidades diferentes con respecto a los productos aplicados, dentro de los más tolerantes encontramos a los cultivos de invierno y en la vereda opuesta, a los de verano. En estos últimos, además de ser más sensibles por sembrarse grano por grano, los efectos de pérdida de plantas se hacen notar más en el rendimiento final, principalmente, en aquellos cultivos que tienen menor capacidad para compensar, como por ejemplo, el maíz.

# 2 Marco teórico

## 2.1 ¿Por qué se fertiliza?

Las plantas dependen de los nutrientes del suelo para poder crecer. Está demostrado que los elementos esenciales para el desarrollo de todas las plantas son dieciséis, donde, todos ellos desempeñan funciones muy importantes en la vida de la planta y cuando están presentes en cantidades muy pequeñas, pueden producir graves alteraciones y reducir notablemente el crecimiento. A algunos de estos nutrientes las plantas los usan en mayor cantidad que otros, es por eso que se pueden clasificar como macro y micronutrientes.

### 2.1.1 Macronutrientes

Se trata de los elementos primarios que requiere la planta y en grandes cantidades, para poder crecer correctamente. Estos elementos son nueve de los dieciséis mencionados, donde los mismos son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

### 2.1.2 Micronutrientes

Los elementos: cobre, hierro, manganeso, zinc, boro, molibdeno y cloro son utilizados por las plantas en muy pequeñas cantidades, por esta razón se conocen como micronutrientes. Sin embargo, esto no significa que los micronutrientes sean menos necesarios para las plantas; al igual que los macronutrientes la falta de uno de estos elementos menores en la nutrición de la planta, puede afectar el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

## 2.2 Síntomas que presentan las plantas por deficiencia de nutrientes en maíz y soja

**Tabla 2-1:** Deficiencias en maíz [31].

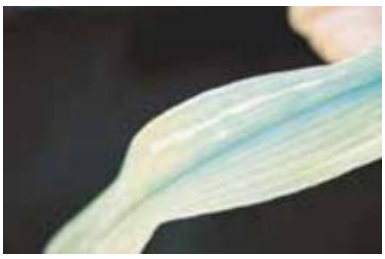
| MAÍZ | |
|---|---|
| **MACRONUTRIENTES** | |
| ***Nitrógeno*** |  |
| Amarillamiento de las hojas partiendo desde las puntas hacia la base. También se genera desecamiento desde las puntas y progresando a lo largo de la nervadura. | |
| ***Fósforo*** |  |
| Coloración verde oscura y con tonos rojizos en las puntas de las hojas. La mazorca puede quedar roja también. | |
| ***Potasio*** |  |
| Clorosis en las puntas y márgenes de las hojas. Se reduce notablemente el crecimiento radicular y su producción. | |
| ***Magnesio*** |  |
| Color amarillento en los márgenes y entre las nervaduras, tomando un aspecto de estrías. | |
| ***Calcio*** |  |
| Las hojas nuevas amarillean y luego comienzan a desarrollarse. Las puntas se curvan. | |

**Tabla 2-2:** Continuación.

| | |
|---|---|
| **Azufre** |  |
| Reducción del porte de la planta y su área foliar. Las hojas se vuelven cloróticas con manchas blancas en la base y un gradiente de color rojo iniciando en el medio del limbo. | |
| **MICRONUTRIENTES** | |
| ***Zinc*** |  |
| Franjas blancas o amarillas entre las nervaduras y los bordes. | |
| ***Manganeso*** |  |
| Clorosis en las hojas más nuevas. Las mazorcas resultan finas. | |
| ***Boro*** |  |
| Franjas blancas y alargadas en las hojas nuevas. El grano puede presentar cavidades en la parte superior. Menos desarrollo radicular. | |
| ***Hierro*** |  |
| Clorosis internerval iniciando en las hojas más jóvenes. Reducción en la producción de espigas. | |
| ***Cobre*** |  |
| Se amarillean las hojas nuevas y luego se curvan y necrosan. | |

**Tabla 2-3:** Continuación.

| ***Molibdeno*** | *NO SE SUELEN VER ESTE TIPO DE SÍNTOMAS* |
|---|---|
| Pequeñas manchas blancas en las nervaduras mayores. Encorvamiento del limbo sobre la nervadura principal. | |

**Tabla 2-4:** Deficiencias en soja [32].

| **SOJA** | |
|---|---|
| **MACRONUTRIENTES** | |
| ***Nitrógeno*** |  |
| Clorosis generalizada. Las hojas nuevas se tornan más claras. Se reduce el desarrollo vegetativo y radicular. | |
| ***Fósforo*** |  |
| Las hojas viejas toman una coloración verde oscuro azuladas. Mala formación de granos reduciendo el número de vainas por plantas. | |
| ***Potasio*** |  |
| Las hojas viejas presentan un color amarillento sobre los márgenes. Mala formación de granos y menor producción. | |

**Tabla 2-5:** Continuación.

| | |
|---|---|
| ***Magnesio*** |  |
| Amarillamiento inicial de los bordes y progresando hacia el centro de las hojas viejas. Permanecerán cloróticas desecando los márgenes y el limbo foliar. | |
| ***Calcio*** |  |
| Reducción en el crecimiento meristemático. Se deterioran los botones terminales y colapsan los pecíolos. Caída acentuada de vainas. | |
| **Azufre** |  |
| Las hojas nuevas presentan clorosis generalizada y tamaño reducido. Coloración amarilla. | |
| **MICRONUTRIENTES** | |
| ***Zinc*** |  |
| Hojas nuevas con áreas cloróticas se tornan grises o marrones. Las plantas quedan pequeñas, curvándose el tallo y resultando en una baja producción de vainas. | |

**Tabla 2-6:** Continuación.

| | |
|---|---|
| ***Manganeso*** |  |
| Las hojas nuevas se tornan de manera gradual de color amarillo. Escaso desarrollo y hojas pequeñas. Pueden llegar a aparecer áreas necróticas en las hojas de tonalidad marrón. | |
| ***Boro*** |  |
| Lento crecimiento de meristemas que pueden llegar a morir. No se desarrollan los folíolos de las hojas nuevas, presentándose los mismos deformados, arrugados y coriáceos con coloración de verde azulada. | |
| ***Hierro*** |  |
| Decoloración internerval de verde pálido a blanquecino en las hojas nuevas. | |
| ***Cobre*** |  |
| Necrosis en las puntas de los folíolos en las hojas nuevas. El color cambia a verde azulado, verde grisáceo o verde olivo. | |
| ***Molibdeno*** |  |
| Hojas cloróticas. Caídas de flores y vainas. Reducción en el crecimiento vegetativo y radicular, peso de las semillas y producción. Nódulos pequeños, poco activos y con coloración interna amarillo pálido o verdosa. | |

## 2.3 Fitotoxicidad en la siembra

En ciertas ocasiones, la aplicación de fertilizante se efectúa de tal manera que queda en contacto con la semilla sembrada. Esto puede producir efectos no deseados como el retardo en la germinación, muerte de la semilla, o bien, cuando ésta logra transformarse en plántula, la misma muerte.

El efecto del fertilizante sobre el rendimiento del cultivo depende de diferentes variables tales como: producto, dosis aplicada, ubicación del fertilizante y semilla, tipo de cultivo sembrado, disponibilidad hídrica, pH del suelo, entre otras cosas.

## 2.4 Origen de los efectos fitotóxicos

Los dos factores más relevantes que inciden sobre los efectos fitotóxicos son:

### 2.4.1 Efecto salino

Se produce debido a la competencia por el agua del suelo entre el fertilizante y la semilla. Cuando se aplica el fertilizante en una ubicación muy cercana a la semilla o en contacto con esta, el fertilizante puede generar una elevada concentración de sales que afectaran negativamente a la germinación de plantas. Esto podría provocar daños en las plántulas, retrasos o fallos en la emergencia del cultivo.

El fertilizante como sal, se disocia al entrar en contacto con el suelo. El mismo, al ser una sal soluble, generará una disminución de la cantidad de agua disponible en el suelo (por disminución del potencial osmótico[1]). Dicha restricción de agua genera inicialmente la deshidratación de los tejidos en la planta y posteriormente su consecuente muerte.

Una forma de clasificar a los fertilizantes es mediante el índice salino, el cual determina el incremento de la presión osmótica por peso de fertilizante relativo al nitrato de sodio. A menor índice salino, menores serán los efectos fitotóxicos hacia las plántulas en la germinación. En la figura 2-1 se muestran los valores de índices salidos para diferentes tipos de fertilizantes.

[1] Potencial osmótico: Presión que se debe aplicar a una solución para detener el flujo neto de disolvente a través de una membrana semipermeable.

| Fertilizante | Índice salino |
|---|---|
| Fertilizantes nitrogenados | |
| Nitrato de Amonio | 105 |
| Urea | 75 |
| UAN | 74 |
| Fertilizantes fosforados | |
| Fosfato diamónico | 34 |
| Fosfato monoamónico | 30 |
| Superfosfato triple | 10 |
| Fertilizantes potásicos | |
| Cloruro de potasio | 116 |
| Nitrato de potasio | 74 |
| Sulfato de potasio | 46 |
| Fertilizantes azufrados | |
| Sulfato de Magnesio | 116 |
| Sulfato de Amonio | 69 |

**Figura 2-1:** Índice salino de distintos fertilizantes [7].

### 2.4.2 Liberación de amoniaco (NH3)

Sólo si se está en presencia de fertilizantes amoniacales, la liberación en grandes cantidades de amoniaco, altera el metabolismo general de la planta. El amoniaco tiene una gran afinidad por el agua del suelo afectando a las membranas celulares de las semillas y provocando la desecación de las raíces primarias y/o semillas.

## 2.5 Factores que influyen en los efectos fitotóxicos

Cabe mencionar que cuanta más alta sea la dosis de fertilizante aplicado, mayores serán los efectos fitotóxicos. Esta dosis de fertilizante depende de diversos factores, los cuales algunos se podrán regular para reducir dichos efectos. Estos factores son:

- Dosis críticas según cultivo y fertilizante.
- Tolerancias según especies.
- Disponibilidad hídrica del suelo.
- CIC (Capacidad de intercambio catiónico del suelo).
- Distancia entre surcos.

### 2.5.1 Dosis críticas según cultivo y fertilizante

En la figura 2-2 se presenta un resumen general, a partir de la información evaluada por el trabajo de Ciampitti, Micucci, Fontanetto & García (2006), indicando dosis críticas estimadas para pérdidas del 20 % y 50 % de plántulas para diversos cultivos y fuentes de fertilizantes. Los valores inferiores de cada rango corresponden a situaciones de suelos más secos y/o arenosos y los valores más altos para suelos más húmedos y/o arcillosos.

| Cultivo | Tipo de Fertilizante | Dosis Crítica (kg ha$^{-1}$) | |
|---|---|---|---|
| | | 20% # | 50% # |
| Trigo | Urea | 30 - 50 | 75 - 120 |
| Soja | FDA-FMA-SFT ## | 20 - 40 | 55 – 75 |
| | SFS | 20 - 80 | 60 – 120 |
| | SA | 20 - 30 | 60 – 80 |
| Maíz | Urea | 15 - 30 | 60 - 80 |
| | NA-CAN-SA | 60 - 80 | 100 – 130 |
| | FDA | 60 - 80 | 130 – 170 |

**Figura 2-2:** Dosis críticas para distintos cultivos [7].

## 2.5.2 Tolerancias según especie

Existe una clasificación en la tolerancia de diferentes especies a la presencia de amoniaco (NH3) durante el proceso de germinación. (Ver figura 2-3). Esta clasificación fue efectuada en el trabajo realizado por Dowling (1993).

La misma dependerá de la etapa de crecimiento en que se encuentre la planta. En general, la tolerancia es menor para los estadios iniciales de crecimiento y luego aumenta para estadios posteriores.

| Species | Seed Germination ($M$ $NH_4^+$ x $10^{-4}$) | Radicle Growth ($M$ $NH_4^+$ x $10^{-4}$) | Coleoptile growth ($M$ $NH_4^+$ x $10^{-4}$) | Relative tolerance of coleoptile and radicle |
|---|---|---|---|---|
| Barley | 102 | 54 | 54 | R > C |
| Canary | 54 | 54 | 29 | R > C |
| Maize | 102 | 54 | 29 | R > C |
| Panicum | 102 | 54 | 29 | R > C |
| Sorghum | 102 | 102 | 102 | C > R |
| Wheat | 102 | 29 | 29 | C > R |
| Canola | 54 | 54 | n.a. | n.a. |
| Cotton | 54 | 102 | n.a. | n.a. |
| Chickpea | >208 | 102 | n.a. | n.a. |
| Sunflower | 102 | 102 | n.a. | n.a. |

n.a. not applicable

**Figura 2-3:** Tolerancia de diferentes especies al amoníaco [9].

## 2.5.3 Disponibilidad hídrica del suelo

El contenido de agua al momento de la siembra puede ser un factor determinante en el número de plantas logradas cuando se fertiliza en la línea. A medida que aumenta la humedad del suelo, se reducen los efectos salinos que producen los fertilizantes ya que se diluyen las sales quedando en solución con el suelo. De igual manera, los fertilizantes amoniacales tienen gran afinidad por el agua e inmediatamente se disocian reduciéndose los perjuicios que ocasionan.

## 2.5.4 Tipo de suelo

El tipo de textura y los contenidos de materia orgánica son factores que repercuten en la dosis máxima que se puede aplicar. Estos influyen en el valor de la CIC.

A medida que aumenta la CIC, mayor será la dosis que se podrá aplicar. Cuanto mayor sea el contenido de arena de los suelos más susceptibles son estos a sufrir problemas de fitotoxicidad ya que aumenta la conductividad de las sales.

### 2.5.5 Distancia entre surcos

Tal como se puede prever, la dosis de fertilizante decrece a medida que aumenta el distanciamiento entre surcos. Por ejemplo, si se tiene que aplicar la misma cantidad de fertilizante en una superficie, cuando aumente el distanciamiento, deberá aumentar la dosis para lograr el valor objetivo.

## 2.6 Estudio de fitotoxicidad en maíz y soja para diferentes tipos de fertilizantes

A continuación, se muestra el análisis de los efectos fitotóxicos sobre los cultivos de maíz y soja. También se analizó la aplicación de diferentes tipos de fertilizantes, tales como, Urea, MAP, FMA, FDA, SFP, evaluando a su vez, la dosis crítica de aplicación para cada cultivo.

La intención en este apartado será evaluar la emergencia y rendimientos de los cultivos cuando se fertiliza en la línea de siembra.

### 2.6.1 Maíz

Ciampitti, Micucci, Fontanetto & García (2006) evaluaron el comportamiento de los efectos fitotóxicos sobre el maíz, al aplicar fertilizantes nitrogenados y fosforados.

*Fitotoxicidad por fuentes nitrogenadas (N):*

La fitotoxicidad de los fertilizantes afecta de modo diferente a los cultivos de maíz, por la diferente separación entre hileras y por su tolerancia genética al daño. El maíz acepta menos urea por hectárea que el trigo, a pesar de poseer mayor tolerancia, debido a la mayor separación entre hileras.

Dentro de los cultivos de escarda, el maíz es más tolerante que sorgo, girasol y soja, tanto para N como para P. Sin embargo, se debe tener en cuenta la nula capacidad de compensación, por lo que es mucho más peligrosa la pérdida de plántulas, con respecto al resto de los cultivos de escarda.

Con dosis de 50 kg/ha de urea (23 kg/ha de N elemento), se producen aproximadamente pérdidas de hasta un 48 % del stand de plántulas al momento de la emergencia del cultivo de maíz, cuando el fertilizante se ubica junto a la semilla. La fuente de menor efecto fue el sulfato de amonio (21 % de N elemento), seguido por el nitrato de amonio calcáreo (27 % de N elemento), y el nitrato de amonio (34 % de N elemento).

En general, dosis superiores de 50 kg/ha de urea, pueden llegar a significar pérdidas de plantas de hasta un 50 % o más.

*Fitotoxicidad por fuentes Fosforadas (P):*

Las dosis superiores a 25 kg/ha de fosfato diamónico (5 kg/ha de P elemento) producen efectos fitotóxicos, alcanzando porcentajes de 40 % en la disminución de la emergencia cuando las dosis son de 135 kg/ha de FDA (27 kg/ha de P elemento), con aplicaciones realizadas junto a la semilla.

Ferraris, Couretot y Magnone (2018), realizaron un estudio a lo largo de tres campañas para evaluar el comportamiento del cultivo de maíz cuando se aplicaban dosis crecientes de fertilizantes fosforados en la línea de siembra junto a la semilla. Evaluaron dosis de 50, 100, 150 y 200 kg/ha de FMA, SFS, MesZ y Mes10. En los primeros dos años existió una abundante disponibilidad hídrica en el suelo, lo que evitó la fitotoxicidad.

Bajo condiciones de baja humedad, la emergencia del maíz se vio notablemente afectada, sobre todo cuando se fertilizó con dosis superiores a 100 kg/ha. Con la aplicación de altas dosis, no fue suficiente la compensación posterior del maíz para contrarrestar la escasa densidad de plantas emergidas.

Concluyeron entonces, que la fertilización fosforada es muy útil para incrementar los rendimientos del maíz, sobre todo en suelos con baja y media disponibilidad de P. Pero se deberá evitar la aplicación de altas dosis de fertilizante sobre suelos con bajo contenido de humedad.

### 2.6.2 Soja

Ciampitti, Micucci, Fontanetto & García (2006) realizaron la evaluación de los efectos fitotóxicos sobre el cultivo de soja, tanto para fuentes fosforadas (P), como azufradas (S).

*Fitotoxicidad por fuentes Fosforadas (P):*

Variaron los distanciamientos entre surcos y las humedades del suelo al momento de la aplicación.

Para un suelo arcilloso limoso, con un distanciamiento entre surco de 70 cm y humedad del suelo del 21 %, se aplicaron dosis crecientes de fosfato diamónico (FDA), fosfato monoamónico (FMA), superfosfato triple (SFT) y superfosfato simple (SFS). La tendencia superior en la disminución del número de plántulas fue del FDA, seguido por el SFT, FMA y por último el SFS. Luego para un suelo arenoso franco, con un distanciamiento de 52 cm y humedad del suelo del 14 %, se obtuvo que el fertilizante que mayor pérdida de plántulas género fue el SFT, seguido por FDA, FMA y último SFS.

Se llegó a la conclusión que para dosis de FDA, FMA y SFT, superiores a 20 kg/ha producirán efectos fitotóxicos relevantes sobre la semilla de soja cuando los mismos son aplicados en la línea de siembra.

*Fitotoxicidad por fuentes Azufradas (S):*

Se analizó la aplicación creciente de dosis, para yeso, kieserita y sulfato de amonio, en un suelo de textura franco limosa. El yeso presentó una disminución muy leve del número de plántulas, mientas de que el SA (sulfato de amonio) y kieserita se

comportaron de manera similar, obteniendo una disminución del 50 % en la emergencia de plántulas cuando se aplican dosis superiores al 46 kg/ha.

Concluyeron que aplicando dosis superiores a 15 kg/ha de azufre (S), se produce una disminución en la emergencia del número de plántulas, entre el 20-25 %, lo cual atenta contra la productividad del cultivo de soja.

Luis A. Ventimiglia y Héctor G. Carta (2005), evaluaron el efecto que presentaban algunos fertilizantes sobre el número de plantas y rendimientos de la soja, cuando mismos son utilizados a diferentes dosis comerciales. Los fertilizantes y dosis utilizadas son mostrados en la siguiente figura.

| Producto | Concentración Nutricional (%) | | | | Dosis comercial aplicada (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|
| | N | $P_2O_5$ | S | Ca | |
| Mezcla Física | 3 | 38 | 5 | 7,5 | 30 – 60 – 90 |
| Superfosfato triple de Calcio | 0 | 46 | 0 | 14 | 30 – 60 – 90 |
| Fosfato Monoamónico | 11 | 52 | 0 | 0 | 30 – 60 – 90 |
| Fosfato Diamónico | 18 | 46 | 0 | 0 | 30 – 60 – 90 |

**Figura 2-4:** Producto, concentración nutricional y dosis probada [36].

Las evaluaciones han consistido en cuantificar el número de plantas respecto al testigo no fertilizado y el rendimiento final por cada tratamiento.

Las mayores pérdidas de plantas fueron presentadas por los fosfatos mono y diamónico, alcanzando una mortalidad de 55 % para altas dosis aplicadas (90 kg/ha). En cuanto a los rendimientos, todos los ensayos tuvieron un mayor rendimiento respecto del testigo analizado, pero se vio un marcado descenso del mismo cuando se aplican altas dosis de fertilizante. Donde este efecto compensatorio, no alcanza a equiparar los rendimientos obtenidos en dosis bajas.

Gudelj, Vallone, Galarza y Masiero (2005), han realizado un estudio aplicando fertilizantes fosforados, azufrados y mezcla, para la siembra de soja, ubicándolos al costado, por debajo y sobre la línea de siembra.

En cuanto a la emergencia del cultivo, cuando se colocó el fertilizante por debajo y a un costado de la línea de siembra vieron grandes diferencias respecto al testigo. En cambio, cuando se fertilizó en la línea, para la mezcla de sulfato de amonio y superfosfato triple, se notó una disminución del 12,7 % en plantas emergidas.

De la misma manera se comportó el rendimiento de los cultivos, arrojando una disminución del 7,1 % para la mezcla de sulfato de amonio y superfosfato triple.

Vaquer, Rubio, Boem, Barraco y Díaz-Zorita (2012), mostraron los efectos que produce la fertilización fosfórica sobre el cultivo de soja, fertilizando a distancias de 6, 12 y 18 cm de la línea de siembra. Evaluaron la captación de P por el cultivo, área foliar y materia seca en cada uno de los tratamientos.

Las plantas de soja mostraron una mayor captación de P, cuando este se aplicó a menos de 12 cm. Si bien se observaron los mismos cambios para el crecimiento en altura y área foliar, las mayores diferencias se encontraron en la acumulación de biomasa hasta 40 días posteriores de la emergencia del cultivo.

Vaquer, Rubio, Boem, Barraco y Díaz-Zorita (2014), analizaron los efectos sobre la nutrición y crecimiento de la soja al aplicar fósforo con diferentes ubicaciones. Específicamente variaron la ubicación horizontal del fósforo: línea de siembra, entre surcos o entre surcos alternados y la ubicación vertical: en bandas de superficies o bandas incorporadas.

Obtuvieron como resultados una disminución del 17 % en plantas emergidas cuando se fertilizaba en la línea de siembra, con respecto a los demás tratamientos.

## 2.7 Ubicación de los fertilizantes

Vaquer, Rubio, Boem, Barraco y Díaz-Zorita (2014), en su estudio sobre la ubicación del fertilizante en sentido horizontal y vertical, concluyeron que la fertilización aumentó en un 12 % la concentración de fósforo con respecto a los tratamientos sin fertilizar y cuando se incorporó fertilizante al suelo, la concentración de P aumentó en un 13 % con respecto a los tratamientos de bandas superficiales. ***Dedujeron entonces, que el mayor aprovechamiento se dio cuando el fertilizante se ubicó en bandas incorporadas.***

Ciampitti, Micucci, Fontanetto & García (2006), concluyeron que existen algunas alternativas para reducir los efectos fitotóxicos, tales como: manejar dosis bajas (dosis inferiores a las críticas), utilizar fuentes con un menor contenido de N-amoniacal y bajo índice salino, conocer la tolerancia del cultivo a implantar, realizar la práctica de fertilización preferentemente con muy buenas condiciones de humedad en el suelo y, en caso de ser posible, la reducción de la distancia entre hileras. Además, mencionan, que una de las medidas más importantes que se pueden realizar, ***es aplicar el fertilizante en bandas al costado de la semilla, a una distancia de al menos 5 cm***.

La revista Fertilizar Nº 33 (2015), perteneciente a Fertilizar Asociación Civil, menciona en su capítulo llamado “Los Fertilizantes Arrancadores”, las recomendaciones para una correcta aplicación de fertilizantes del tipo arrancadores, orientado hacia diferentes cultivos. ***La recomendación es aplicar el fertilizante en bandas a aproximadamente a 5 cm de lado y 5 cm por debajo de la semilla.*** A su vez, se recomienda que el ancho de la banda de fertilizante, deberá ser lo más angosta posible (menos de 7 cm).

Baumer, De Vito y González (2006), en su publicación en la revista Fertilizar N° 3, llamada “Aplicación Localizada de Fertilizantes a la Siembra”, mencionaron las características más beneficiosas para la ubicación del fertilizante con respecto a la semilla. Los mismos señalan que la mayor seguridad y eficiencia, se obtiene localizando al fertilizante en bandas, por debajo y al costado de la semilla (5 x 5 cm). Se deberá tener en cuenta las condiciones de suelo como compactación o desniveles, ya que podrán generar un acercamiento peligroso entre el fertilizante y la semilla. La distancia entre ambas líneas (semilla y fertilizante) deberá oscilar entre 3 y 8 cm, siendo la más óptima 5 cm hacia el costado y 5 cm por debajo, ya que se acepta como la más conveniente.

La empresa Yara, fabricante de fertilizantes, menciona en su publicación web [37] los aspectos más satisfactorios para la aplicación de fertilizantes.

Cuando se tiene maíz en grano, las prácticas para aplicación del fertilizante en bandas a menos de 5 [cm] de las semillas, darán una fertilización más enfocada de nutrientes como nitrógeno, fósforo y zinc durante la primera etapa de crecimiento, cuando las raíces no son muy eficaces en su absorción.

Yara, afirma en su web:

> Un método es colocar el fertilizante por debajo o al lado de la semilla. Este método puede ser muy útil en poder superar carencias temporales en suelos fríos y con bajo contenido fosfórico. En la mayoría de los casos, se coloca el fertilizante por debajo o al lado de la semilla. (Ver figura 2-5). Al aplicar bajas cantidades de fertilizantes, en la Argentina se suele tener una distancia de 3 cm x 3 cm. En los EEUU, África del Sur y en suelos limosos en Europa, una distancia más grande, como 5 cm x 5 cm es más común.

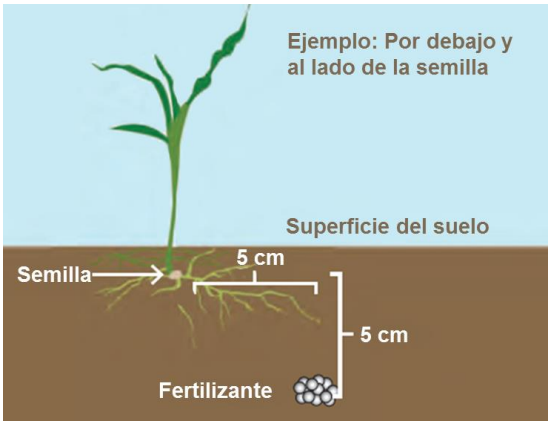



**Figura 2-5:** Ubicación ideal del fertilizante [38].

# 3 Diagnóstico del problema

Los efectos fitotóxicos producidos sobre las semillas, tienen como principales causas a la dosis de fertilizante y a la ubicación del mismo. Respecto a esta última, puede generar efectos negativos sobre la emergencia de semillas y pérdida de plántulas. Se ha observado, que cuando se aplican dosis superiores de P a 25 kg/ha se reduce hasta un 40 % la emergencia del maíz, y para la soja, con dosis mayores a 25 kg/ha, se reduce un 24 % la emergencia. Autores como Ciampitti, Micucci, Fontanetto & García (2006) y, Vivas y Seffino (1998) respaldan esta teoría.

# 4 Descripción del aporte

En los apartados anteriores se pudo observar el efecto negativo que tienen los fertilizantes sobre las semillas. Enfocándonos en la fertilización sólida sobre la línea de siembra, la misma, ha tomado gran relevancia ya que se reducen los tiempos y por ende los costos, resultando esta tarea en una acción generadora de potenciales efectos fitotóxicos. Los dispositivos que se encuentran en el mercado pueden ubicar el fertilizante a un costado de la línea de siembra, donde normalmente no incluyen la posibilidad de variar su ubicación vertical y, además, quedan limitados por los otros componentes de la máquina para variar su ubicación horizontal. Otro aspecto a considerar, es que la doble fertilización en la mayoría de los casos, está dada por una fertilización en línea y la otra en banda, resultando algo muy poco probable o inexistente la doble fertilización en bandas.

Por todo lo mencionado, con esta propuesta se espera enriquecer el espectro de soluciones referido a la fertilización sólida en la siembra directa de maíz y soja, otorgando una variante versátil, con capacidad de adaptarse a diferentes condiciones de siembra y aplicando nuevas tecnologías.

# 5 Variables y condiciones límites

## 5.1 Variables de influencia

- **Distancia horizontal requerida a la semilla**

La emergencia de las semillas es afectada por la presencia del fertilizante en la línea. Como fue mencionado, lo óptimo es la aplicación del fertilizante en bandas de la semillas, entre 3 cm y 8 cm. Dependiendo del fertilizante en cuestión y la dosis, esta variable es primordial a la hora de sembrar.

- **Distancia vertical requerida a la semilla**

Al igual que la variable anterior, la distancia vertical tiene que tenerse en cuenta, ya que en definitiva, lo que toma relevancia en la práctica es la distancia mínima hacia la semilla. Esto nos da la pauta de que, cuando no sea posible actuar sobre la distancia horizontal, podremos manipular esta variable.

- **Transporte del fertilizante desde su almacenamiento hasta el órgano de aplicación**

Podemos encontrar dos tipos de sembradoras, las que conducen la semilla y el fertilizante mediante un flujo de aire a presión producido por una turbina, denominadas Air Drill, y las que simplemente dosifican el fertilizante y la semilla, y caen por gravedad.

Si bien este proyecto no tiene incumbencias sobre la dosificación y el transporte del fertilizante, esta variable debe ser tenida en cuenta para el diseño.

- **Velocidad de avance**

La magnitud de la fuerza vertical sobre un órgano activo aumenta significativamente con el incremento de la velocidad del implemento, y la relación es lineal. Las fuerzas horizontales y totales varían significativamente con el cuadrado de la velocidad de avance (Gordon T. Owen, 1988). En consecuencia a esto, la variable en cuestión, es de gran influencia para el dimensionamiento de los componentes diseñados.

- **Estado de agregación del fertilizante**

Los fertilizantes utilizados por la agricultura suelen presentarse en estado sólido, líquido, y en algunos casos, gaseoso. Los más utilizados son los fertilizantes líquidos y los fertilizantes sólidos.

Hay que considerar que, según el estado físico en el que se presenten los fertilizantes, será su aplicación en el suelo agrícola, y también influirá en la integración de los nutrientes en el suelo.

Dentro de los fertilizantes sólidos, a su vez, podemos encontrar distintos formatos:

- Fertilizantes en polvo.
- Fertilizantes granulados (con diversidad de tamaño de grano).
- Fertilizantes en forma de pastillas o bastones.

- **Compactación del suelo**

La compactación es el aumento de la densidad como resultado de cargas o presiones aplicadas al suelo. Su magnitud generalmente se expresa como un incremento en la densidad aparente, que es la relación existente entre una masa de suelo y el volumen que ocupa dicha masa.

Esta variable influye directamente en las fuerzas presentes en el órgano activo diseñado, y determina la carga adicional que hay que aplicar sobre el mismo.

- **Tránsito de maquinaria agrícola**

El pasaje de maquinaria sobre el suelo provoca varios efectos negativos, uno de ellos, es la compactación. La principal causa de esto es la presión ejercida al suelo en los puntos de apoyo por los neumáticos de la maquinaria agrícola. Por ello es fundamental la correcta distribución del peso sobre el suelo.

Según un estudio realizado por Ferrari (2009), la maquinaria utilizada en la cosecha de soja provoca un efecto de compactación por tránsito en, prácticamente, un 40 % de la superficie cosechada.

- **Neumáticos utilizados por los implementos agrícola**

Por su diseño, los neumáticos radiales poseen una mayor flexibilidad de carcasa, permitiendo aumentar el área de contacto y disminuir la presión media ejercida sobre el suelo.

Aunque algunas veces sea imperceptible, el suelo y el neumático se deforman mutuamente para dar lugar a la superficie de contacto sobre la cual se distribuye la carga. Esta área de contacto depende del diámetro y de la sección del neumático.

Esta variable, al igual que la anterior, determina el grado de compactación del suelo, que ya fue visto el motivo por la cual se tiene en cuenta en el presente trabajo.

- **Densidad de rastrojo en el suelo**

La cantidad de rastrojo producida por un cultivo es muy variable, y depende del tipo de suelo en el área agroecológica, del manejo del cultivo, de la variedad utilizada y del rendimiento, por lo que existen fluctuaciones en los niveles de producción. La cantidad de rastrojo producida puede ser calculada en función de su índice de cosecha (IC); este índice se obtiene de la relación entre el peso del grano y el peso total de la planta a la madurez, sin considerar las raíces. Claramente este índice puede variar de acuerdo a la zona, variedad y manejo del cultivo.

- **Composición química del fertilizante**

La naturaleza química y la composición de un fertilizante determinan sus características de corrosión. Los fertilizantes pueden ser ácidos, neutros o básicos; su pH e higroscopicidad afectan su corrosividad en presencia de humedad.

Los fertilizantes resultan ser altamente corrosivos para los equipos de uso agrícola, y sin un tratamiento adecuado, esta problemática puede aumentar los costos de mantenimiento.

## 5.2 Condiciones límites

- **Dosis de fertilizante**

El maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida, resultando el cultivo de mayor demanda de fertilizante en volumen. Para producir por ejemplo 10 t/ha de grano, debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N/ha absorbidos por el cultivo. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento. Por eso, debemos garantizar que el diseño propuesto tenga la capacidad de depositar esa cantidad en el suelo agrícola.

- **Potencia requerida**

El avance de las sembradoras de gran autonomía y mayor ancho de trabajo hizo crecer la necesidad de tractores más potentes. Si bien, hoy día, existe una amplia gama de potencias en el mercado de los tractores, no podemos dejar pasar este aspecto, ya que, mayor potencia demandada, mayor gasto de combustible y costos más elevados.

- **Máximo valor de resistencia a la penetración del suelo**

Este valor viene dado según el tipo de suelo y las prácticas agrícolas antecesoras a la siembra.

- **Espacio disponible**

Este proyecto tiene como objeto la siembra directa de grano grueso, donde las separaciones más comunes son, 52,5 y 70 cm, aunque la tendencia es disminuir estas distancias hasta 42 cm, e incluso, 35 cm para el cultivo de soja.

- **Distribución del fertilizante**

Una correcta distribución del fertilizante hará que la tarea de siembra sea efectiva, reduciendo posibles efectos fitotóxicos y una buena repartición de los nutrientes en el suelo.

# 6 Objetivos y propósitos

## 6.1 Objetivo general

Desarrollar un dispositivo mecánico para reducir los efectos fitotóxicos que producen los fertilizantes sobre las semillas de maíz y soja en siembra directa.

## 6.2 Objetivos específicos

- Controlar la distancia horizontal y vertical del fertilizante.
- Generar la fuerza de carga necesaria contra el suelo.
- Garantizar una distribución homogénea del fertilizante.

## 6.3 Propósitos

- Controlar la distancia entre el fertilizante y la semilla.
- Generar un mecanismo que sea versátil ante diferentes tipos de fertilizantes, con mínimo mantenimiento y de fácil regulación.
- Lograr un mecanismo que permita la doble fertilización y la integración de la cuchilla de corte para la siembra.
- Independizar la aplicación del fertilizante con respecto a la compactación del suelo.
- Aplicar altas dosis de fertilizante sin afectar a las semillas.
- Optimizar el tiempo, sin la necesidad de fertilizar en momentos anteriores o posteriores a la siembra.
- Independizar al cultivo de la competencia con el fertilizante por la humedad del suelo.
- Complementar a la sembradora, agregándole robustez ante diferentes condiciones de siembra.
- Aumentar el rendimiento de los cultivos.
- Disminuir las pérdidas económicas.

# 7 Solución a la problemática

En este capítulo se mostrará el recorrido efectuado para resolver la problemática en cuestión. Partiendo con consideraciones de contorno iniciales, generación de propuestas, análisis de propuestas y elección de la solución.

## 7.1 Consideraciones

### 7.1.1 Tipo de cultivo

La propuesta se orientará hacia los cultivos de maíz (cereal) y soja (oleaginosa), ya que los mismos son los que mayor impacto tienen en la producción agrícola argentina, abarcando un 54 % y 88 % de la producción nacional respectivamente.

### 7.1.2 Tipo de fertilizante

No se acotará hacia alguno en especial, ya que no representan una limitante significativa. Aunque cabe mencionar, que los fertilizantes más frecuentados para los cultivos de maíz y soja, son fertilizantes de fuentes nitrogenadas, fosforadas y azufradas.

### 7.1.3 Ubicación del fertilizante

La distancia de aplicación del fertilizante deberá cumplir con las condiciones más favorables para el desarrollo de los cultivos, donde las mismas son:

- Distancia horizontal entre semilla y fertilizante: $\mathbf{5}\ \boldsymbol{cm}\ \pm\ \mathbf{2}\ \boldsymbol{cm}$
- Distancia vertical entre semilla y fertilizante: $\mathbf{5}\ \boldsymbol{cm}\ {}^{+\mathbf{0}\ \boldsymbol{cm}}_{-\mathbf{2}\ \boldsymbol{cm}}$

Para una mejor visualización, en la siguiente figura se muestra un esquema de la ubicación objetivo:

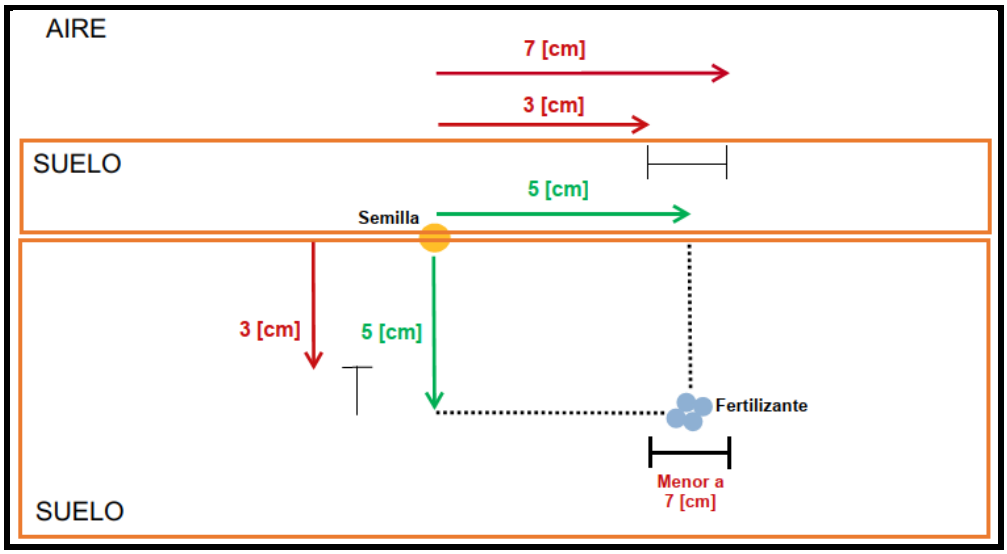



**Figura 7-1:** Ubicación objetivo del fertilizante [FUENTE PROPIA].

Además, se deberá tener en cuenta la distancia mínima entre el fertilizante y la semilla, tal que se reduzcan a una mínima expresión los efectos fitotóxicos. Esta distancia se recomienda que sea de al menos 6 cm, sobre todo para fertilizantes nitrogenados. La distancia mínima corresponde a la línea imaginaria, en diagonal, que une al fertilizante con la semilla. (Ver figura 7-2).

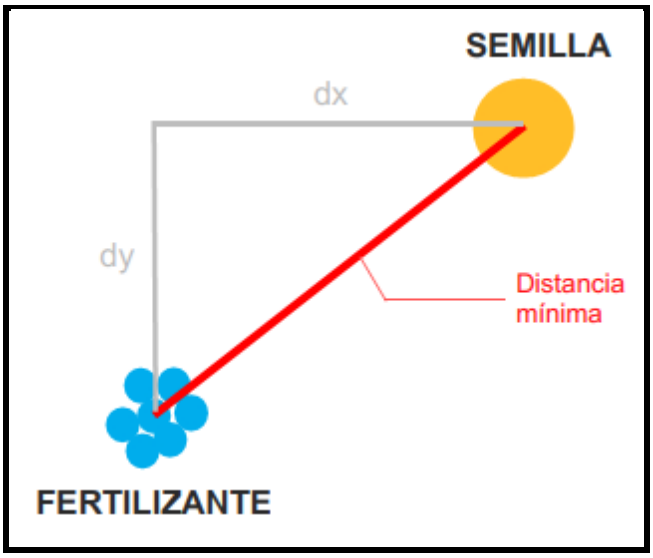



**Figura 7-2:** Distancia mínima objetivo [FUENTE PROPIA].

## 7.2 Propuestas

Los bocetos mostrados a continuación, se centraron en mostrar el movimiento cinemático que fue orientado en cada una de las propuestas, completando con ayuda textual lo que no se incluye en estos.

1. **Mecanismo central de cuatro barras.**

Se vinculó el bastidor sobre la parte central de la sembradora. Está conformado por un mecanismo de cuatro barras capaz de articularse bajo el accionamiento de un

cilindro hidráulico. Este cilindro se desplaza sobre una corredera en sentido horizontal, lo cual permitirá regular la distancia vertical a la que será aplicado el fertilizante. Además, el cilindro hidráulico tendrá la capacidad de controlar la carga. Tanto la regulación horizontal como vertical del fertilizante, se realizará de forma manual simplificando el mecanismo.

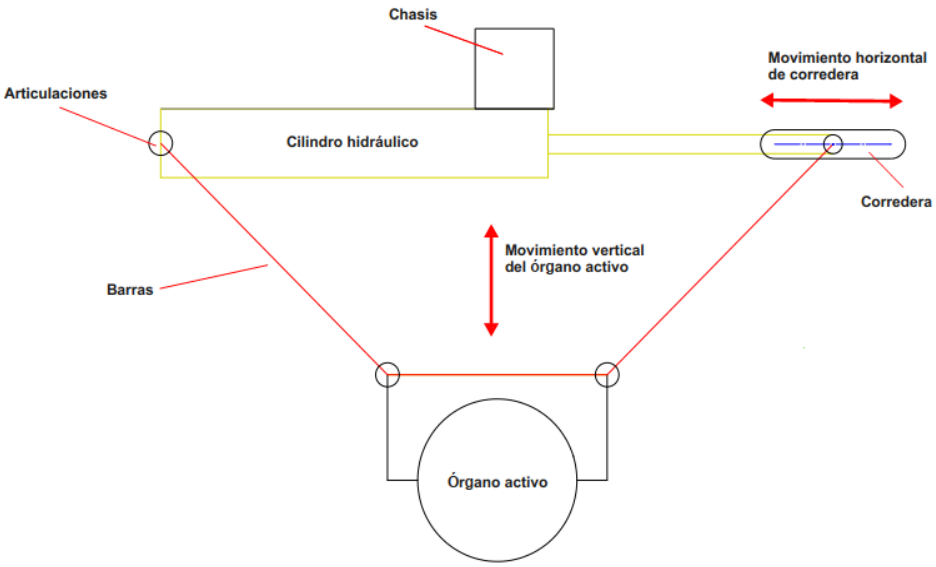



**Figura 7-3:** Mecanismo central de cuatro barras [FUENTE PROPIA].

### 2. Mecanismo central de cinco barras.

Mecanismo igual al anterior, solo con el agregado de una quinta barra que otorga rigidez a este. Se agregó la quinta barra con la intención de restringir los movimientos que se generarían con la aplicación de una fuerza. La quinta barra podría ser el mismo cilindro hidráulico, posicionado en forma diagonal.

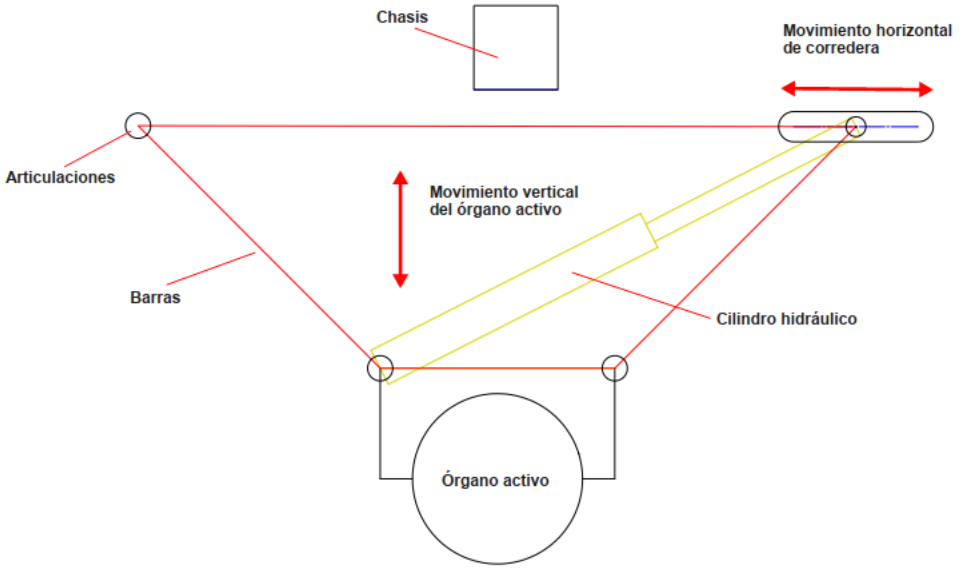



**Figura 7-4:** Mecanismo central de cinco barras [FUENTE PROPIA].

### 3. Paralelogramo “vertical”.

Se trata del clásico paralelogramo de un cuerpo convencional de siembra, pero en una disposición de trabajo vertical. La regulación vertical del fertilizante será controlada por algún sistema hidráulico, y, en cambio, la regulación horizontal con un sistema mecánico. Fue complementado con un cilindro hidráulico que permitirá regular la carga.

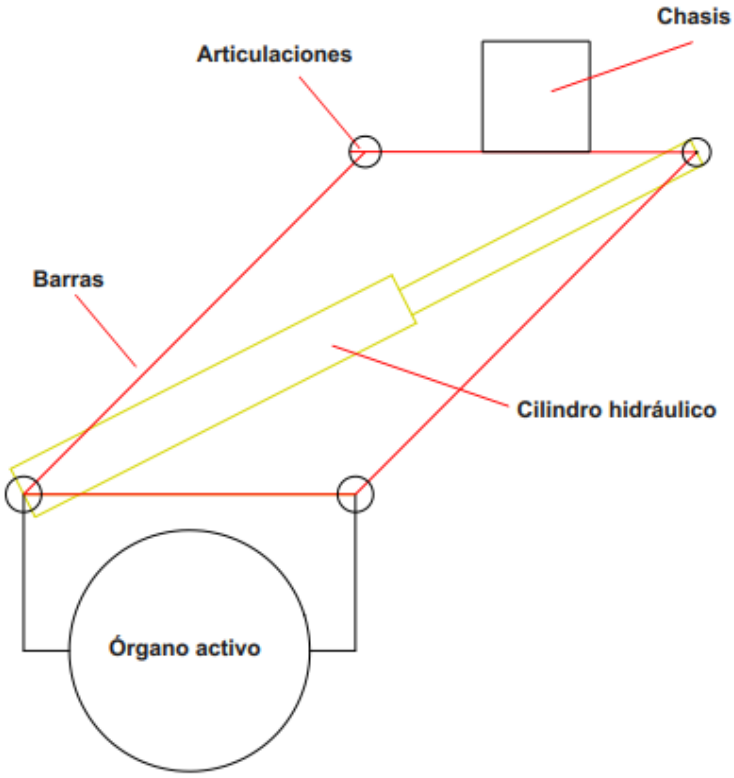



**Figura 7-5:** Paralelogramo “vertical” [FUENTE PROPIA].

### 4. Cuerpo fertilizador doble.

Consiste en un “cuerpo fertilizador” que se vincula al chasis de la sembradora (barral delantero). Compuesto por dos ruedas niveladoras, que brindaran, tanto, la referencia del suelo para el control de profundidad, como la estabilidad necesaria a los órganos activos. A su vez, contiene dos órganos activos capaces de realizar una fertilización doble en bandas incorporadas. También, tendrá la posibilidad de realizar el control de carga sobre ambos órganos a la vez, bajo el comando de un cilindro hidráulico.

Como propósito adicional, se incluyó la cuchilla de corte para la siembra, permitiendo optimizar el espacio. En los siguientes ítems se explica en detalle cómo se realizan las regulaciones verticales y horizontales del fertilizante.

*Distancia horizontal entre semilla y fertilizante:*

Se realizará de manera manual y será independiente sobre cada órgano activo. Estará compuesto por una guía y una perilla roscada que generará el movimiento en sentido horizontal del órgano.

*Distancia vertical entre semilla y fertilizante:*

Será regulada hidráulicamente, permitiendo su variación en cualquier momento de la siembra.

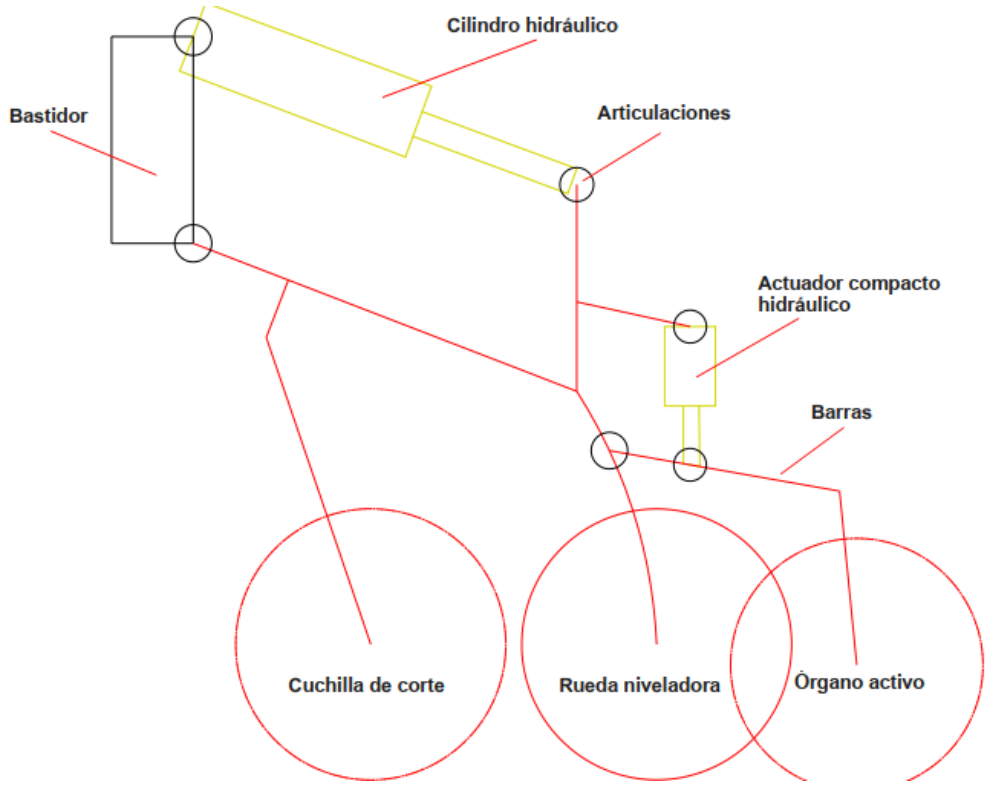



**Figura 7-6:** Cuerpo fertilizador doble [FUENTE PROPIA].

## 7.3 Elección de la solución

### 7.3.1 Modo de evaluación

En primer lugar, se identificaron las ventajas y desventajas de cada propuesta, plasmándose en la tabla comparativa correspondiente. (Ver tabla 7-1).

Además de esto, se utilizó la metodología de doble ponderación sobre una matriz de alternativas. Esta doble ponderación consiste, en primera instancia, en definir criterios, donde los mismos, se clasifican según su grado de importancia:

**1- IMPORTANCIA BAJA; 2- IMPORTANCIA MEDIA; 3- IMPORTANCIA ALTA.**

Luego, la segunda ponderación, consiste en evaluar el grado de cumplimiento de estas alternativas, otorgando el mayor puntaje hacia la propuesta más favorable:

**1- BENEFICIO BAJO; 2-BENEFICIO MEDIO; 3-BENEFICIO ALTO.**

Ver anexo A.

Se eligió entonces la propuesta N° 4 ***"Cuerpo fertilizador doble"*** basado en los siguientes aspectos:

**Tabla 7-1:** Propuestas de solución [FUENTE PROPIA].

| PROPUESTAS | OBSERVACIONES |
|---|---|
| 1) Mecanismo central de cuatro barras. | **Se descarta** ya que no se trataba de un mecanismo rígido, donde el mismo se deforma al aplicarle una fuerza horizontal.<br><br>Además, no permitía un control de profundidad continuo como era pretendido, ya que debía realizarse manualmente. |
| 2) Mecanismo central de cinco barras. | Para solucionar lo anteriormente nombrado, se propone el agregado de una quinta barra. **Se descartó** esta propuesta por la complejidad y la falta de versatilidad del mecanismo.<br><br>Además, como el mecanismo es rígido, se necesita incorporar una corredera (movimiento de uno de los vínculos entre eslabones) para poder realizar un movimiento vertical. |
| 3) Paralelogramo vertical. | Esta propuesta **se descarta**, ya que el movimiento generado por el paralelogramo será tipo “pendular”, lo cual complejiza el accionamiento del control de profundidad. |
| 4) Cuerpo fertilizador doble. | **SE SELECCIONA ESTA PROPUESTA** ya que la misma es una solución relativamente simple y compacta, donde sus movimientos son fáciles de controlar.<br><br>Presenta la ventaja de poder incorporar la cuchilla de corte de siembra, optimizando el mecanismo.<br><br>El control variable de profundidad, es un valor agregado importante en comparación con las anteriores propuestas.<br><br>Las regulaciones horizontales de los órganos activos simplifican el mecanismo. |

### 7.3.2 Alternativas de órganos activos para la propuesta seleccionada

La propuesta seleccionada contiene dos órganos activos que serán los encargados de depositar el fertilizante en la ubicación adecuada.

Fueron planteados diferentes tipos de órganos activos, evaluando sus ventajas y desventajas de acuerdo al propósito buscado.

1- **Púa fundida.**

La púa será de fundición. Su soporte será de chapa plegada lo cual permitirá el vínculo entre el bastidor y la pieza.

2- **Púa con soporte fundido.**

Tanto la púa como su soporte serán fabricados de fundición.

3- **Disco abridor trasero + Púa fundida.**

Compuesto por un disco de corte ondulado que será el encargado de cortar el suelo, y por detrás, estará ubicada la púa fundida con su correspondiente soporte de chapa.

4- **Doble disco.**

Se trata de dos discos enfrentados, similar a los discos abresurcos, solo que uno será de corte y el otro un disco liso que realizará la apertura del surco.

**Tabla 7-2:** Propuestas para el órgano activo [FUENTE PROPIA].

| PROPUESTAS | OBSERVACIONES |
|---|---|
| a) Púa fundida. | **Se descarta** ya que la pieza requerirá un consumo de potencia elevado para realizar el surco en el suelo por sí sola. |
| b) Púa con soporte fundido. | **Se descarta** porque la pieza estará sometida a vibraciones y fatiga, lo cual generará solicitaciones poco favorables para una pieza de fundición gris.<br>Aún se sigue manteniendo el excesivo consumo de potencia. |
| c) Disco abridor trasero + Púa fundida. | **SE SELECCIONA ESTA PROPUESTA** ya que inicialmente se realiza el corte con el disco, reduciendo el consumo de potencia, y luego, la púa es la encargada de ubicar el fertilizante en su posición. De esta manera, ambas piezas quedan expuestas a menores solicitaciones. |

**Tabla 7-3:** Continuación.

| | |
|---|---|
| d) Doble disco. | **Se descarta** porque ocuparía un excesivo espacio en el sentido horizontal, pudiendo generar inconvenientes sobre los demás elementos de la máquina. |

### 7.3.3 Alternativas sobre la regulación horizontal y vertical

Este apartado tiene como objetivo determinar el tipo de accionamiento que será dispuesto en la solución para realizar las regulaciones horizontales y verticales en torno a la ubicación del fertilizante. La manera de hacerlo fue analizando diferentes documentos, enfocados en la ubicación de los fertilizantes respecto de la semilla, y de esta manera establecer un porcentaje de variación que permita tomar alguna decisión en base al diseño de la solución propuesta.

### 7.3.4 Comportamiento de los fertilizantes variando su ubicación vertical y horizontal

En la tabla 7-3 se muestra un análisis resumido de los trabajos efectuados por Vivas & Seffino (1997); Vaquer, Boem, Rubio & Diaz Zorita (2012); y el capítulo llamado “Los fertilizantes Arrancadores” publicado en la Revista Fertilizar Nº 33 (2015).

**Tabla 7-4:** Resumen de ubicaciones horizontales y verticales [FUENTE PROPIA].

| CULTIVO | FERTILIZANTE | DOSIS [kg/ha] | DISTANCIA HORIZONTAL [cm] | DISTANCIA VERTICAL [cm] | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|
| SOJA | Fosfato Monopotásico | - | 6 / 12 / 18 | 2,5 | Se realizó un ensayo sobre una maceta (52 x 14 x 13 cm), variando únicamente el distanciamiento horizontal. Los resultados más favorables se obtuvieron para distancias horizontales menores a 12 cm, predominando los valores de crecimiento de altura, área foliar y acumulación de biomasa. |

**Tabla 7-5:** Continuación.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Superfosfato Triple de Calcio / Fosfato Diamónico | 25 - 50 - 75 - 100 | 3 | 5 | Los resultados fueron favorables para la aplicación de fertilizantes en bandas e incorporados, comparándolo con la aplicación en la línea de siembra; acentuando su diferencia para el Fosfato Diamónico. |
| MAÍZ | Fosfato Monoamónico / Fosfato Diamónico | Nivel bajo: 15 - 50 Nivel alto: 10 - 15 | 5 | 5 | Recomendaciones basadas en la evidencia empírica y justificadas sobre los mayores rendimientos obtenidos para fertilizantes del tipo arrancadores. |
| | Urea | 20 - 40 | 5 | 5 | |

Como se puede observar, los valores recomendados para la ubicación vertical y horizontal de los fertilizantes más frecuentemente utilizados (en soja y maíz), se encuentran en un rango de medidas muy similares.

A medida que cambia la dosis aplicada y el tipo de fertilizante, las ubicaciones horizontales y verticales varían según cada autor, teniendo de esta manera un desvío para la distancia horizontal y vertical del 54,6 % y 24,7 **%** respectivamente.

Sumado a esto, si se trata de fertilizantes con base N, ya sea Nitrogenados o Fosforados, los mismos se comportan de manera similar, fitotóxicamente hablando con respecto a la cercanía de la semilla.

Con la intención de simplificar el mecanismo, ahorrar costos y producir una regulación de fácil accionamiento, se tomaron las siguientes decisiones:

***Regulación horizontal:*** Dado que se tienen los mayores valores de desvíos entre los diferentes autores, será necesario realizar regulaciones independientes para cada órgano activo. La manera de hacerlo, será con un accionamiento mecánico, generado de manera manual por un eje roscado, que moverá al órgano activo. De esta forma no se presenta el inconveniente en cuanto a su complejidad y costo.

***Regulación vertical:*** Los valores de desvíos son prácticamente despreciables. Por esto, se decide generar la regulación de manera unificada para ambos órganos activos.

La forma de lograr esta regulación será mediante un actuador hidráulico vinculado de manera conjunta a los dos órganos activos.

## 7.4 Especificaciones de la solución

**Tabla 7-6:** Especificaciones de la solución [FUENTE PROPIA].

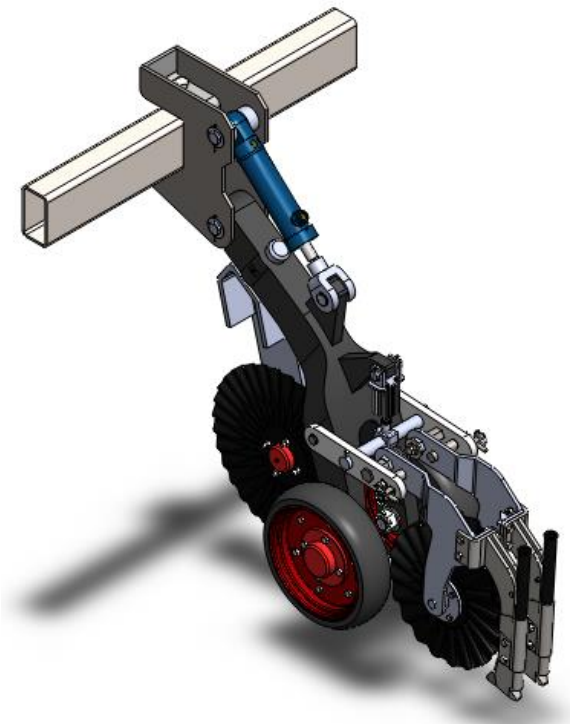
| **FICHA TÉCNICA CUERPO DOBLE FERTILIZADOR** | |  |
|---|---|---|
| **Características** | | |
| Alto [mm] | 1145 | |
| Ancho [mm] | 388,5 | |
| Largo [mm] | 1236 | |
| Peso total [kg] | 160 | |
| Potencia necesaria [HP] | 12 | |
| **Control de carga** | | |
| Carrera [mm] | 100 | |
| Diámetro del cilindro [mm] | 40 | |
| Presión nominal [bar] | 180 | |
| **Control de profundidad** | | |
| Carrera [mm] | 20 | |
| Diámetro del cilindro [mm] | 40 | |
| Presión nominal [bar] | 35 | |
| **Cuchilla de corte para siembra** | | |
| Tipo | Turbo / 33 ondulaciones | |
| Diámetro [in.] | 18 | |

**Tabla 7-7:** Continuación.

| | |
|---|---|
| Ancho de labranza [mm] | 9 |
| **Cuchilla de corte para fertilizante** | |
| Tipo | Turbo / 20 ondulaciones |
| Diámetro [in.] | 14 |
| Ancho de labranza [mm] | 15 |
| **Ruedas niveladoras** | |
| Tipo | Semi neumática |
| Diámetro [mm] | 350 |
| Ancho [mm] | 90 |
| **Púa** | |
| Material | SAE 5160 |
| Recargue de soldadura | Aleación de Cr |

## 7.5 Validación de la solución

Para realizar la validación de la propuesta, se analizaron las regulaciones horizontales y verticales sobre el modelo CAD.

Como podemos ver en las figura 7-7 y 7-8, la solución es capaz de cumplir con los objetivos que fueron planteados desde un principio.

Para la regulación horizontal, el diseño aún admite una distancia mayor a la planteada. De esta forma se estará permitiendo variabilidad y versatilidad en la aplicación del fertilizante, cumpliendo así, con los requerimientos actuales.

*Validación para distancia vertical 3 cm y horizontal 3 cm:*

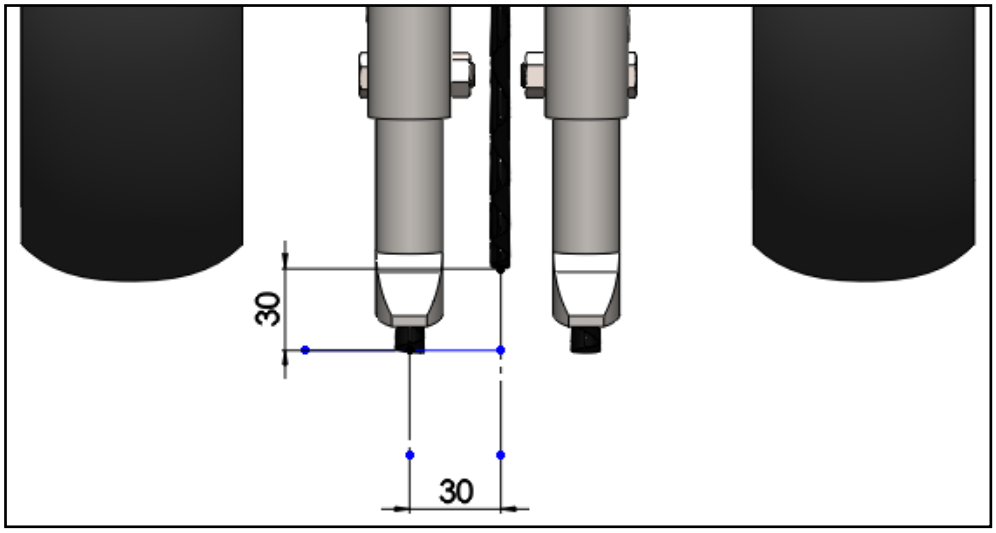



**Figura 7-7:** Verificación de regulación mínima sobre el modelo [FUENTE PROPIA].

*Validación para distancia vertical 5 cm y horizontal 7 cm:*

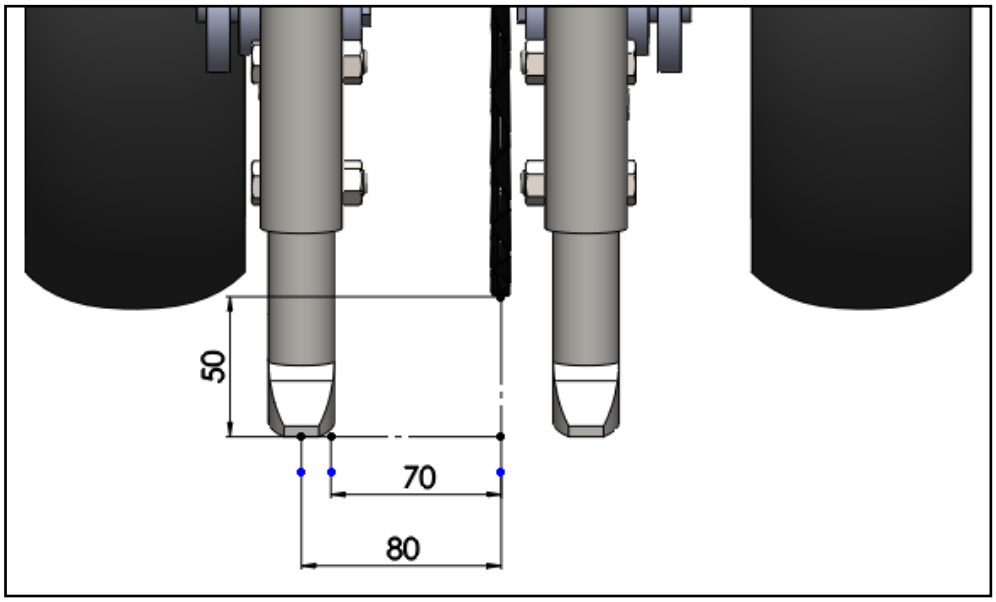



**Figura 7-8:** Verificación de regulación máxima sobre el modelo [FUENTE PROPIA].

# 8 Estudio de fuerzas

El desarrollo y la evaluación de las herramientas de labranza tienen sus orígenes en procesos semi-empíricos. Uno de los aspectos más importantes, en la realización de nuevos diseños, es la medición de las magnitudes de las fuerzas que actúan sobre dichos implementos.

## 8.1 Compactación del suelo

En la siembra directa existen varios problemas sobre el suelo debido al pasaje continuo de maquinaria, estos tienen efectos negativos y uno de ellos es la compactación, definida como la resistencia que ofrece el suelo a ser penetrado por un objeto y presenta una reducción de la capacidad y volumen ocupado por los poros.

Lozza (2012), realizó un estudio sobre la compactación del suelo, considerando el tráfico de maquinarias y el pisoteo animal. El mismo abarcó tanto para terrenos con labranza convencional, como para siembra directa.

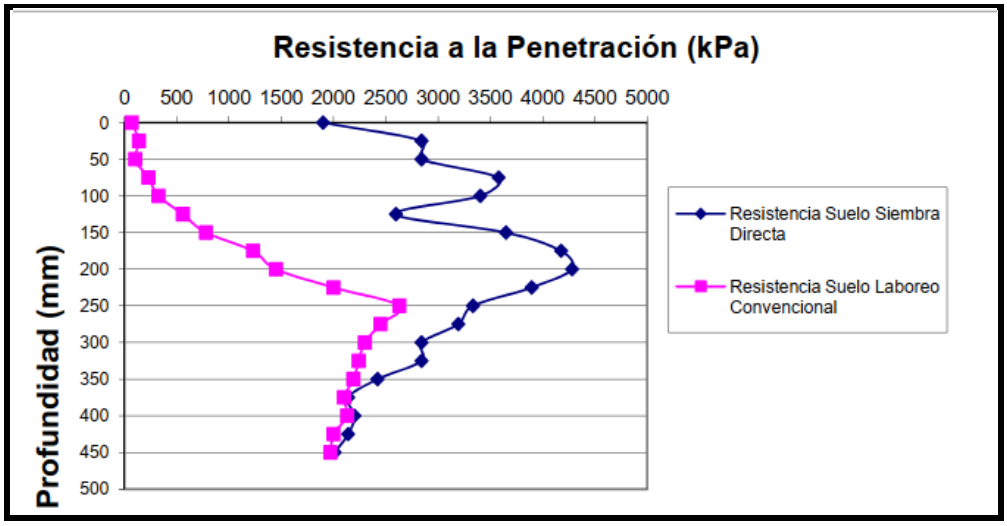



**Figura 8-1:** Comparación de valores de resistencia a la penetración para testigos sin transito en siembra directa y labranza convencional [25].

Para suelos con condición de labranza convencional, el ensayo arrojó, que los mayores incrementos en el parámetro de resistencia del suelo se produjo en un intervalo de 0 - 150 mm de profundidad luego de una sola pasada de tractores. También se observó, que la cantidad de pasadas, tanto de maquinaria como de carga animal, influye notablemente en la compactación subsuperficial.

| Condición de suelo | Labranza Convencional | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tractor | Tractor Liviano | | | | | | | |
| Carga animal | Alta Carga animal | | | | Baja Carga animal | | | |
| Rango de Profundidad (mm) | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo |
| 0 a 150 | 1450 b | 1700 c | 1850 d | 875 a | 1010 b | 1320 b | 1570 c | 560 a |
| 150 a 300 | 2240 a | 2300 b | 2520 c | 2170 a | 1680 b | 1801 c | 2001 d | 1150 a |
| 300 a 450 | 2420 a | 2490 a | 2643 b | 2400 a | 1920 a | 2001b | 2300 c | 1790 a |
| Tractor | Tractor Pesado | | | | | | | |
| Carga animal | Alta Carga animal | | | | Baja Carga animal | | | |
| Rango de Profundidad (mm) | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo |
| 0 a 150 | 1790 b | 2268 c | 2350 d | 875 a | 1500 b | 1656 c | 2000 d | 560 a |
| 150 a 300 | 2380 b | 2550 c | 2700 d | 2170 a | 2000 b | 2250 c | 2500 d | 1150 a |
| 300 a 450 | 2700 b | 2890 c | 3020 d | 2400 a | 2230 b | 2400 c | 2700 d | 1790 a |

*Letras distintas en sentido horizontal, para cada trator y carga animal, denotan diferencias significativas (P < 0,01 Test de Duncan).*

**Figura 8-2:** Compactación del suelo según labranza convencional [25].

En todos los casos, se superó ampliamente a nivel superficial, el valor de 800 kPa, siendo este un valor que podría afectar a la emergencia de los cultivos, tal como señaló Collis-George (1985). Además, en la mayoría de los casos, para intervalos por debajo de 150 mm, se superó el valor de 1500 kPa, donde este valor de compactación es indicado como capaz de producir una disminución en el crecimiento radicular de la planta (Carter, 1988).

Al analizar la siembra directa, en base a la resistencia a la penetración de los testigos, se obtuvieron en general valores muy elevados.

| Condición de suelo | Siembra Directa | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tractor | Tractor Liviano | | | | | | | |
| Carga animal | Alta Carga animal | | | | Baja Carga animal | | | |
| Rango de Profundidad (mm) | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo |
| 0 a 150 | 3190 b | 3700 c | 3860 d | 3000 a | 2830 b | 3010 b | 3350 c | 2709 a |
| 150 a 300 | 3630 a | 3710 a | 3892 b | 3605 a | 3030 a | 3092 a | 3480 b | 2990 a |
| 300 a 450 | 2720 a | 2779 a | 2801 a | 2700 a | 2600 a | 2670 a | 2700 a | 2560 a |
| Tractor | Tractor Pesado | | | | | | | |
| Carga animal | Alta Carga animal | | | | Baja Carga animal | | | |
| Rango de Profundidad (mm) | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo | 1 Pasada | 5 Pasadas | 7 Pasadas | Testigo |
| 0 a 150 | 3390 b | 3780 c | 4001 d | 3000 a | 2900 b | 3200 c | 3400 d | 2709 a |
| 150 a 300 | 3900 b | 4000 b | 4200 c | 3605 a | 3200 b | 3320 b | 3600 c | 2990 a |
| 300 a 450 | 3000 b | 3100 b | 3500 c | 2700 a | 2890 b | 2999 c | 3220 d | 2560 a |

*Letras distintas en sentido horizontal, para cada carga animal, denotan diferencias significativas (P < 0,01 Test de Duncan).*

**Figura 8-3:** Compactación del suelo según siembra directa [25].

Los valores fueron desde 2700 kPa hasta más de 4000 kPa, para niveles de 175 a 200 mm, superando ampliamente los 1500 kPa mencionados anteriormente como valor crítico.

Ferrari, H. J., Ferrari C. M., Pozzolo, Hidalgo, Santajuliana, y Botta (2017), analizaron los efectos producidos por una cosechadora, y un tractor con carro tolvero, variando los casos para condiciones con tolvas llenas y vacías. Se obtuvieron mediciones para profundidades de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm.

Inicialmente se observó que la resistencia a la penetración, iba en aumento a medida que aumentaban las profundidades.

| Profundidad (cm) | RP (MPa) | Dap (g/cm$^2$) |
|---|---|---|
| P1 (0-10) | 0,96 a | 1,15 a |
| P2 (10-20) | 1,32 b | 1,33 b |
| P3 (20-30) | 2,29 c | 1,56 c |

Valores seguidos de letras iguales no difieren a p<0,05. Análisis vertical.

**Figura 8-4:** Resistencia a la penetración y densidad aparente del suelo como situación inicial [15].

Con respecto a la cosechadora, en general, los valores difirieron notablemente de los testigos. Se observó que no existieron diferencias significativas, cuando la tolva se encontraba vacía (CV) y con carga media (CM). La diferencia se encontró cuando la tolva se encontraba llena (CL).

| Penetrometría (MPa) Cosechadora | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Profundidad (cm) | CV | CM | CL | Testigo |
| P1 (0-10) | 1,26 c | 1,41 b | 1,85 a | 0,96 d |
| P2 (10-20) | 2,01 b | 2,07 b | 2,83 a | 1,32 c |
| P3 (20-30) | 3,02 b | 3,17 b | 3,55 a | 2,29 c |

Valores seguidos de letras iguales no difieren a p<0,05. Análisis horizontal.

**Figura 8-5:** Resistencia a la penetración del suelo con diferentes cargas de la cosechadora [15].

En cuanto al tractor con carro tolvero, se comportó de manera similar a la cosechadora, diferenciándose de los testigos y mostrando discrepancias entre tolva vacía (TV) y tolva llena (TL).

| Penetrometría (MPa) Tractor-tolvero | | | |
|---|---|---|---|
| Profundidad (cm) | TV | TL | Testigo |
| P1 (0-10) | 1,49 b | 2,22 a | 0,96 c |
| P2 (10-20) | 2,05 b | 2,75 a | 1,32 c |
| P3 (20-30) | 3,11 b | 3,39 a | 2,29 c |

Valores seguidos de letras iguales no difieren a p<0,05. Análisis horizontal.

**Figura 8-6:** Resistencia a la penetración del suelo con diferentes cargas del conjunto tractor-tolvero [15].

Se concluye que el tránsito de la maquinaria agrícola, sobre esas condiciones de soja, produjo efectos de compactación sobre los 30 cm de profundidad. Esta compactación aumentó a medida que se aumentaban los niveles de carga, tanto de la cosechadora como del carro tolvero.

Ferrari, H. J., Ferrari C. M., Pozzolo, Hidalgo, Santajuliana, y Botta (2017), también analizaron los efectos de la compactación lateral producida por el paso de maquinaria agrícola en cosecha. Estos consideraron dos niveles de carga, tanto para la cosechadora, como para el tractor con carro tolva en cuestión. Tomaron muestras en el centro de la huella, y hacia ambos costados de la misma, con la

intención de obtener la variabilidad dada sobre la compactación. Las profundidades analizadas fueron de 0 – 10, de 10 – 20 y de 20 – 30 cm.

Los resultados para profundidades de 0 - 10 cm, arrojaron que la mayor compactación fue dada por el carro tolva con el mayor nivel de carga. Además, para el carro tolva, las resistencias hacia la parte interna y externa de la huella siguieron patrones similares, en cambio, para ambos niveles de carga sobre la cosechadora existieron diferencias erogando pendientes asimétricas de resistencias a la penetración. Esto último se pudo explicar debido a la diferencia de trocha dada entre el eje delantero y trasero de la cosechadora.

| RP (MPa) – Pf1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 60 E | 30 E | 0 C | 30 I | 60 I |
| CP1 (2E - 92 KPa) | b 0,92 b | c 0,90 b | d 1,26 a | cd 1,06 ab | b 0,94 b |
| CP2 (2E - 126 KPa) | b 1,08 d | b 1,34 c | b 1,85 a | b 1,68 b | a 1,35 c |
| TP1 (3E - 63 KPa) | b 0,93 c | b 1,21 b | c 1,49 a | c 1,29 b | b 0,96 c |
| TP2 (3E - 85 KPa) | a 1,40 c | a 1,91 b | a 2,22 a | a 1,96 b | a 1,46 c |
| Testigo | b 0,96 | c 0,96 | e 0,96 | d 0,96 | b 0,96 |

Valores seguidos de letras iguales no difieren de p<0,05.
Letra a izquierda del número – análisis vertical.
Letra a derecha del número – análisis horizontal.

**Figura 8-7:** Resultados y análisis estadístico de resistencia a la penetración [16].

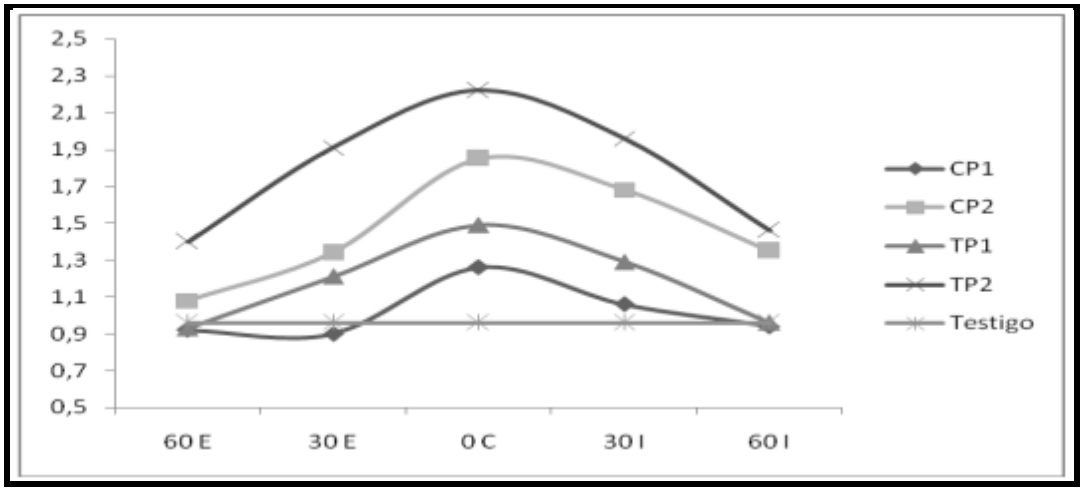



**Figura 8-8:** Resistencia a la penetración. Profundidad 0-10 cm [16].

Se concluyó que la transferencia lateral de la compactación está influenciada, en mayor medida, por la sumatoria de las presiones de contacto sobre el suelo de los ejes transitados, encontrando que, por debajo de 93 kPa en 2 ejes (cosechadora) y 63 kPa en 3 ejes (carro tolva) no existen efectos severos de transferencia lateral de la compactación.

En cambio, para valores de 127 kPa en 2 ejes y de 84 kPa en 3 ejes, producen efectos de transferencia lateral de la compactación que pueden superar los 120 cm horizontales desde el centro de la huella, llegando hasta niveles de profundidad subsuperficiales.

Cachón (2011), efectuó ensayos a campo para evaluar la incidencia de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo. Estos fueron realizados sobre diferentes parcelas, aplicando labores referidas a arado de reja (AR), siembra directa sobre cincel (SDC) y siembra directa (SD), midiendo la densidad aparente, resistencia a la penetración y humedad gravimétrica previo a la siembra y durante el ciclo del cultivo. Los resultados obtenidos en cuanto a la resistencia a la penetración, fueron los siguientes:

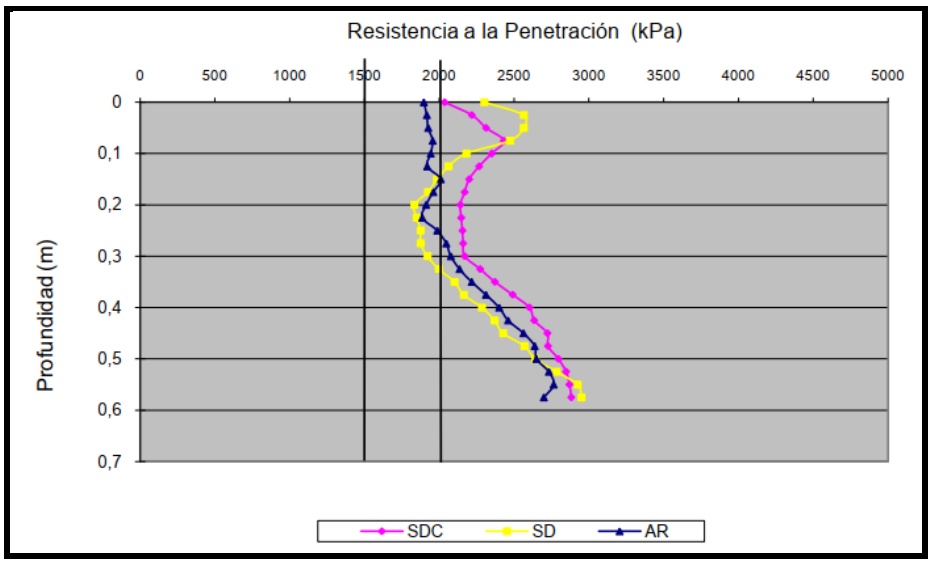



**Figura 8-9:** Resistencia a la penetración previo a las labores [2].

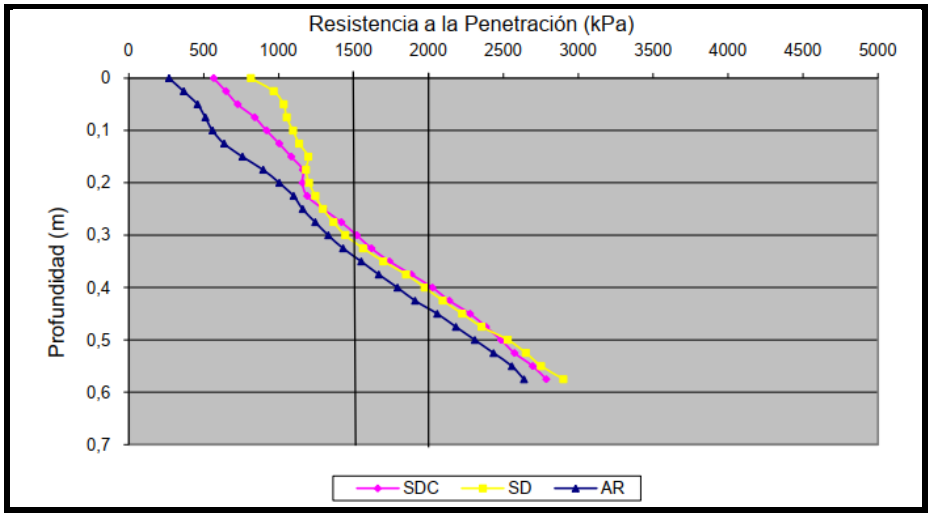



**Figura 8-10:** Resistencia a la penetración al momento de la siembra combinando los datos obtenidos tanto en línea de siembra como en entresurco [2].

*Resumen:*

A continuación se presenta una tabla resumen sobre las fuerzas analizadas:

**Tabla 8-1:** Tabla resumen de compactación del suelo [FUENTE PROPIA].

| | **Profundidad [cm]** | **Resistencia a la penetración [MPa]** |
|---|---|---|
| Lozza (2012) | *Labranza convencional (TL, TP, CB, CA)* | |
| | 0 - 15 | 1,01 - 1,79 |
| | *Siembra directa (TL, TP, CB, CA)* | |
| | 0 - 15 | 2,83 - 3,39 |
| Hernán J. Ferrari, Pozzolo, Hidalgo, Santajuliana, M. Cecilia Ferrari y Botta (2017) | *Cosechadora (Tolva vacía y llena)* | |
| | 0 - 10 | 1,26 - 1,81 |
| | *Tractor - Tolvero (Tolva vacía y llena)* | |
| | 0 - 10 | 1,49 - 2,2 |
| Hernán J. Ferrari, Pozzolo, Hidalgo, Santajuliana, M. Cecilia Ferrari y Botta (2017) | *Cosechadora (Tolva llena)* | |
| | 0 - 10 | 1,08 - 1,85 |
| | *Tractor - Tolvero (Tolva llena)* | |
| | 0 - 10 | 1,4 - 2,22 |
| Cachón (2011) | *Labranza (AR, SDC, SD)* | |
| | 0 - 10 | 1,9 - 2,6 |

Por otro lado, sabemos que la fuerza para penetrar el suelo debe ser tal que no afecte a las semillas para su correcto desarrollo.

> Bragachini, Bongiovanni, Ljubich, Gil, Bonetto, & Birón (1993) afirman lo siguiente:
>
> La velocidad de crecimiento de las raíces se ve limitada con el aumento de la densidad del suelo, por una mayor resistencia del mismo a la penetración.

> Se asume que una resistencia del suelo, de 20 kg/cm$^2$ resulta crítico para el crecimiento de las raíces de los principales cultivos. Sin embargo desde el punto de vista de la extensión radical y el rendimiento de los cultivos, más que la medida de la máxima presión que puede ejercer las raíces, debe prestarse atención a las mínimas resistencias ejercidas por el suelo, que son capaces de alterar el desarrollo radical y con ello el abastecimiento de agua y nutrientes.

Esto nos da la pauta que una sembradora no va a sembrar en un suelo con una resistencia a la penetración mayor a la de 2 MPa.

Por todo lo mencionado hasta aquí, para la realización de los cálculos, se optará por un valor de 2,5 MPa de resistencia a la penetración.

## 8.2 Consideraciones

Es necesario establecer algunos criterios que permitan determinar cuáles serán las fuerzas transmitidas hacia el cuerpo fertilizador, con la finalidad de dimensionar sus componentes.

### 8.2.1 Profundidad de corte

> Ferrari, H. J. & Ferrari, C. (2017), afirman lo siguiente:
>
> La regulación física (Gráfico 5), radica en que la profundidad de la cuchilla debe ser menor o igual a ¼ de su diámetro. Profundidad mayor a ¼ de su diámetro (comúnmente conocido como “hasta las mazas”), genera, en primer lugar un aumento en el consumo de combustible del tractor que ronda entre el 3 y 7 %. Segundo, no efectúa un adecuado corte del rastrojo debido a que pierde el ángulo de ataque agudo, necesario para generar el efecto tijera, volviéndose un ángulo recto que topará el rastrojo atorando el tren de siembra. Tercero, el esfuerzo de rodadura será muy elevado lo que impedirá el giro continuo de las cuchillas con el consecuente levantamiento de terrones y/o compactación del surco. Para evitar todos estos factores indeseados y maximizar las cualidades de las cuchillas, es que físicamente se debe establecer próximo a ¼ de su diámetro.

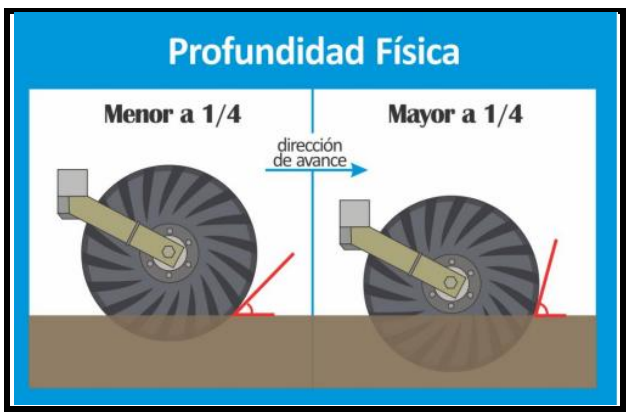



**Figura 8-11:** Efecto de la profundidad física de las cuchillas [13].

### 8.2.2 Fuerza adicional para asegurar el correcto contacto del órgano activo con el suelo

En la agricultura de precisión se requiere la determinación de varios factores del suelo para poder actuar a la hora de realizar una labor. Uno de esos factores es la compactación del suelo que afecta, no solo a los desarrollos de los cultivos, sino que también, en nuestro caso, a las fuerzas de reacción con las que se va a encontrar nuestro órgano activo.

Para poder determinar con qué fuerza tenemos que actuar, para asegurar que la carga sobre el cuerpo sea la adecuada, es necesario poder determinar la resistencia que nos opone el suelo agrícola, en cada momento.

Un control de carga deficiente genera una pérdida de rendimientos de los cultivos, lo que se traduce en pérdidas económicas. Estos inconvenientes se ven marcadamente para los cultivos de maíz y soja, tanto cuando se aplica una carga pequeña o una carga en exceso.

Además, se debe tener en cuenta que ante una carga excesiva, se expondrá al equipo a un desgaste demasiado elevado y con un aumento innecesario del consumo de combustible.

Para definir el porcentaje de fuerza en el sistema de control de carga, se tienen en cuenta tres criterios:

**1- Efecto de la velocidad**

Como ya fue mencionado en el apartado de las variables de influencia, el incremento de la velocidad dispara un aumento en las fuerzas manifestadas sobre el elemento de labranza. Si se considera una velocidad de 7 km/h, el aumento de la fuerza es aproximadamente un 20 %.

**2- Densidad de rastrojo**

Para una cuchilla de corte de 360 mm de diámetro, similar a la utilizada en nuestro diseño, el adicional de la fuerza vertical generada por el aumento en la densidad de rastrojo, es de un 20 %, y para la fuerza horizontal, un 15 %. La cuchilla de 360 mm corta la paja casi al 100 % para una densidad de menos de 1000 kg/ha de rastrojo. Pero no fue capaz de cortar la paja para densidades más altas que van desde 3000 kg/ha hasta 5000 kg/ha. La paja fue arrastrada cuando tuvo que operar a más de 60 mm de profundidad y este es el motivo del incremento de las fuerzas opuestas por el suelo (R. L. Kushwaha, A. S. Vaishnav, G. C. Zoerb, 1986).

**3- Compactación máxima**

Como se muestra en la tabla 8-1, los valores máximos de compactación del suelo fueron de un 30 % sobre el adoptado para los cálculos (2,5 MPa), esto se debe a que muchas veces el tránsito de la maquinaria agrícola compacta el suelo.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo analizado en estos tres puntos, se dimensionará el cilindro hidráulico tomando como adicional, una fuerza del 30 % mayor a la que se obtiene.

# 8.3 Descomposición de fuerzas

## 8.3.1 Diagrama de cuerpo libre para control de carga

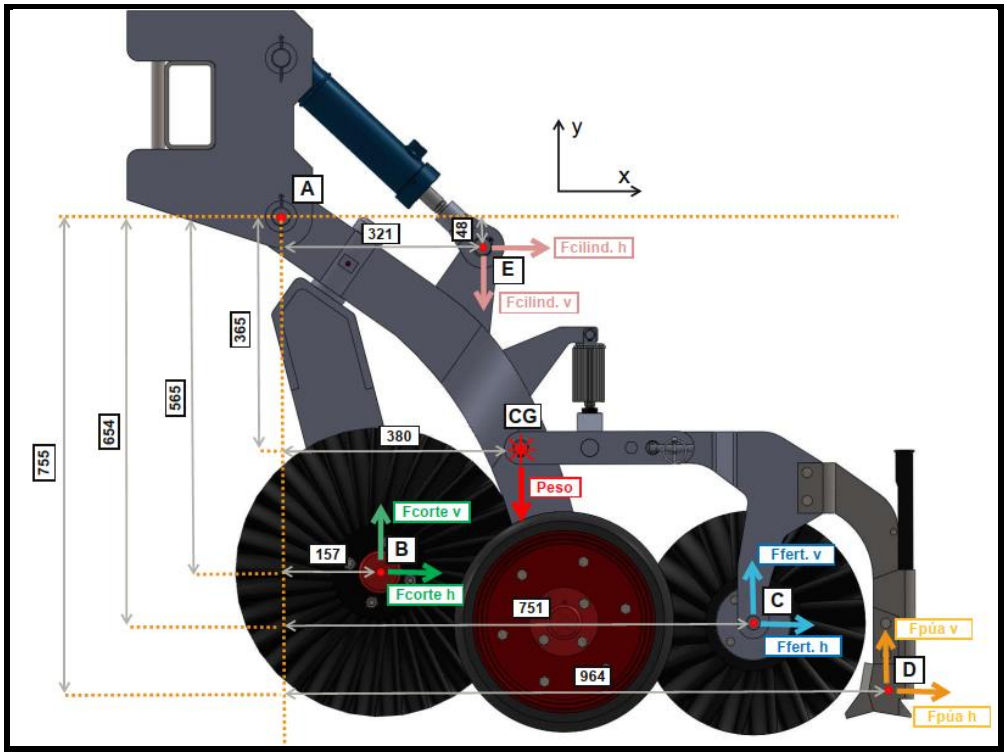



**Figura 8-12:** Diagrama de cuerpo libre para control de carga [FUENTE PROPIA].

A continuación se plantean las ecuaciones de momento:

$$M_y = 0 \quad (8.1)$$

$$-F_{cilind.v} * 321\ mm + (-Peso) * 380\ mm + F_{corte.v} * 157\ mm + 2 * \left(F_{fert.v} * 751\ mm\right) + 2 * \left(F_{púa\ v} * 964\ mm\right) = 0$$

$$M_x = 0 \quad (8.2)$$

$$F_{cilind.h} * 48\ mm + F_{corte.h} * 565\ mm + 2 * (F_{fert.h} * 654\ mm) + 2 * \left(F_{púa\ h} * 755\ mm\right) = 0$$

### 8.3.2 Diagrama de cuerpo libre para control de profundidad

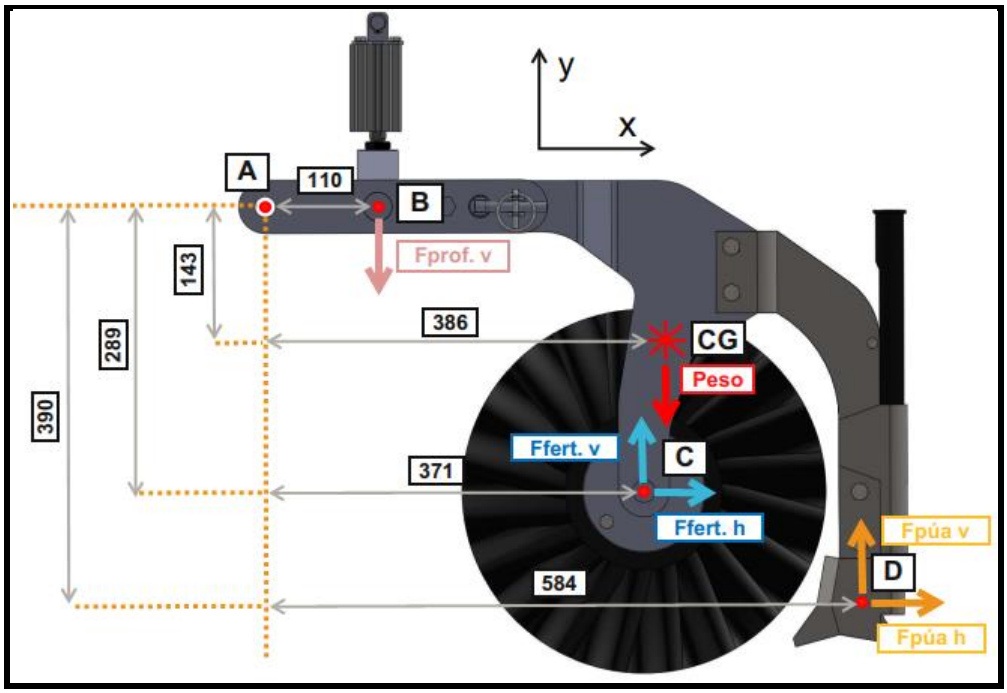



**Figura 8-13:** Diagrama de cuerpo libre para control de profundidad [FUENTE PROPIA].

A continuación se plantean las ecuaciones de momento:

$$M_y = 0 \quad (8.3)$$

$$-F_{prof.v} * 110\ mm + (-Peso) * 386\ mm + 2 * \left(F_{fert.v} * 371\ mm\right) + 2 * \left(F_{púa\ v} * 584\ mm\right) = 0$$

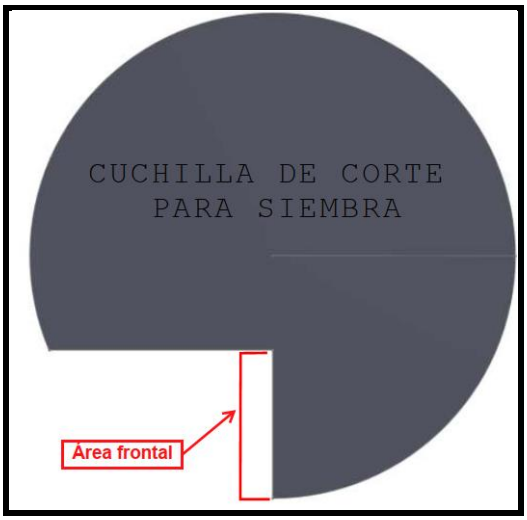
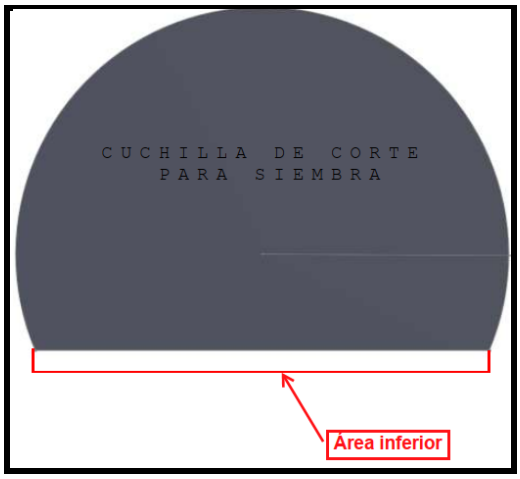
## 8.4 Cálculos

Para el cálculo de las magnitudes de las fuerzas que opone el suelo a cada órgano, se plantea el cálculo con un área afectada en cada uno de ellos según corresponda, en conjunto con el valor de 2,5 MPa.

### 8.4.1 Fuerzas en cuchilla de corte para siembra

*Cálculos de áreas:*

**Tabla 8-2:** Áreas involucradas en cuchilla de corte para siembra [FUENTE PROPIA].

| | |
|---|---|
| ***Área frontal*** | ***143 mm²*** |
|  | |
| ***Área inferior*** | ***614 mm²*** |
|  | |

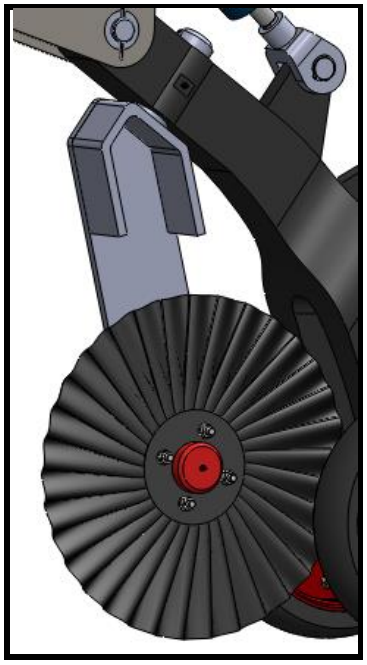
*Fuerza de corte horizontal (Fcorte h):*

$$2{,}5\ \frac{N}{mm^2} * 143\ mm^2 = 358\ N$$

*Fuerza de corte vertical (Fcorte v):*

$$2{,}5\ \frac{N}{mm^2} * 614\ mm^2 = 1535\ N$$

**Tabla 8-3:** Resumen de cálculos [FUENTE PROPIA].

| | | |
|---|---|---|
|  | **Espesor de la cuchilla** | 5 mm |
| | **Diámetro de la cuchilla** | 457,2 mm |
| | **Área frontal** | 143 $mm^2$ |
| | **Área inferior** | 614 $mm^2$ |
| | **Fuerza de corte horizontal** | 358 N |
| | **Fuerza de corte vertical** | 1535 N |

## 8.4.2 Fuerza en cuchilla de corte para fertilizante

*Cálculos de áreas:*

**Tabla 8-4:** Áreas involucradas en cuchilla de corte para fertilizante [FUENTE PROPIA].

| ***Área frontal*** | |
|---|---|
|  | ***89 $mm^2$*** |

**Tabla 8-5:** Continuación.

| ***Área inferior*** | |
|---|---|
|  | ***382 mm²*** |

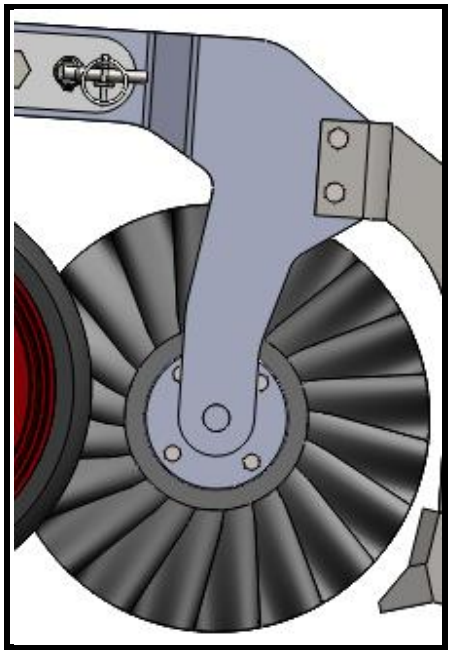
*Fuerza de corte horizontal (F fert. h):*

$$2{,}5\ \frac{N}{mm^2} * 89\ mm^2 = 223\ N$$

*Fuerza de corte vertical (F fert. v):*

$$2{,}5\ \frac{N}{mm^2} * 382\ mm^2 = 955\ N$$

**Tabla 8-6:** Resumen de cálculos [FUENTE PROPIA].

| | | |
|---|---|---|
|  | **Espesor de la cuchilla** | 4 mm |
| | **Diámetro de la cuchilla** | 355,6 mm |
| | **Área frontal** | 89 $mm^2$ |
| | **Área inferior** | 382 $mm^2$ |
| | **Fuerza de corte horizontal** | 223 N |
| | **Fuerza de corte vertical** | 955 N |

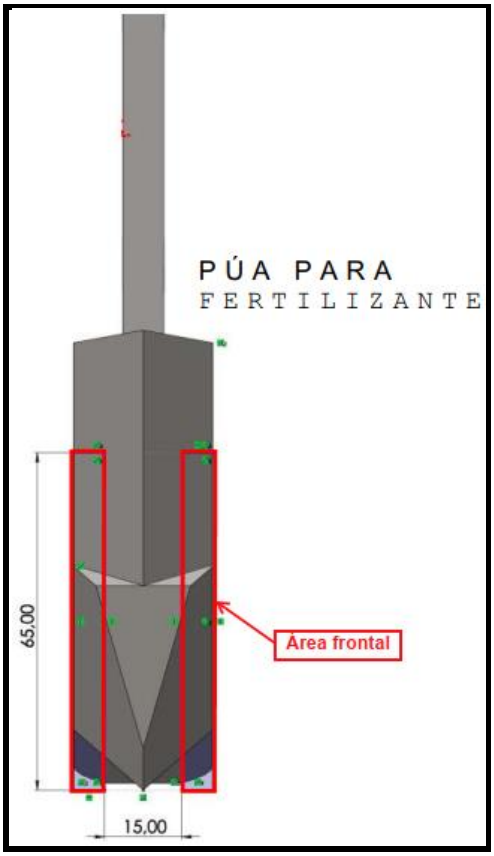
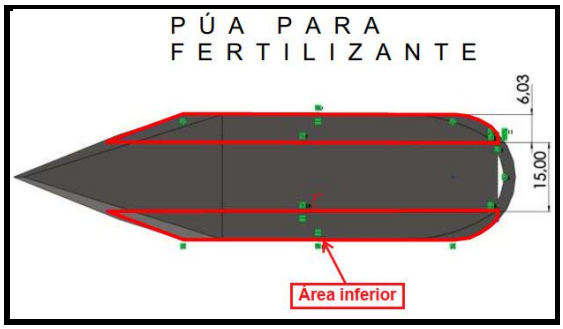
### 8.4.3 Fuerza en púa para fertilizante

*Cálculos de áreas:*

*Consideraciones:*

- Para el área frontal se consideran 65 mm en dimensión vertical, ya que la púa se encuentra por encima de la cuchilla de corte.
- Para el área inferior se considera la porción del área donde la púa estará en contacto.

**Tabla 8-7:** Áreas involucradas en púa [FUENTE PROPIA].

| | |
|---|---|
| ***Área frontal*** | |
|  | ***390 mm²*** |
| ***Área inferior*** | |
|  | ***450 mm²*** |

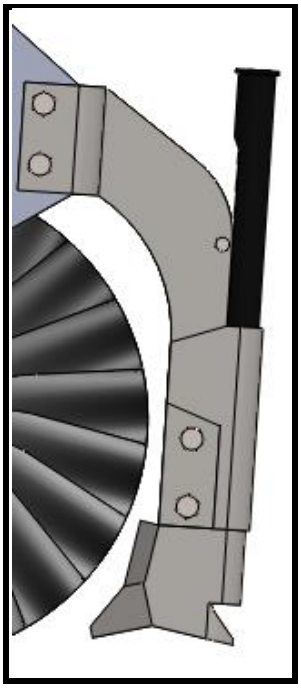
*Fuerza de corte horizontal (F púa h):*

$$2{,}5\ \frac{N}{mm^2} * (390 * 2)\ mm^2 = 1950\ N$$

*Fuerza de corte vertical (F púa v):*

$$2{,}5\ \frac{N}{mm^2} * (450 * 2)\ mm^2 = 2250\ N$$

**Tabla 8-8:** Resumen de cálculos [FUENTE PROPIA].

| | | |
|---|---|---|
|  | **Ancho de la púa** | 110 mm |
| | **Alto de la púa** | 85 mm |
| | **Área frontal** | 390 $mm^2$ |
| | **Área inferior** | 450 $mm^2$ |
| | **Fuerza de corte horizontal** | 1950 N |
| | **Fuerza de corte vertical** | 2250 N |

## 8.4.4 Comparación con la teoría

Así mismo, los resultados fueron contrastados con otros estudios empíricos de fuerzas.

Según Campos-Magaña, Santos G.; Cadena-Zapata, Martín; Reynolds-Chávez, Antonio; Jácome-Maldonado, Sergio; Cruz-Ballado, José A.; Bonilla-Bada, José J.; Esqueda-Esquivel, Valentín A., (2007) el peso sobre los discos para cortar los residuos de maíz, al igual que la resistencia a la penetración del suelo en los primeros 120 mm, debe de ser del orden de 1000 N.

Campos-Magaña, Santos Gabriel; Cadena-Zapata, Martín; Jácome-Maldonado, Sergio; Reynolds-Chávez, Antonio; Uribe-Gómez, Sergio, (2004), dedujeron que la fuerza que contribuye en forma significativa a incrementar el corte de residuos (CR), fue a partir de 1200 N para lograr una eficiencia de CR superior a 90 %. La magnitud de la $F_x$ representa sólo 33 % de $F_y$, lo cual significa una baja demanda de energía para la operación de los discos en condiciones de campo.

### 8.4.5 Fuerza para cilindro de control de carga

Se despejan las fuerzas a partir de las ecuaciones (8.1) y (8.2).

$$F_{cilind.v} * 321\ mm = -1400\ \text{N} * 380\ mm + 1535\ \text{N} * 157\ mm + 2 * 955\ \text{N} * 751\ mm + 2 * 2250\ \text{N} * 964\ mm$$

$$F_{cilind.v} * 321\ mm = 5481405\ \text{Nmm}$$

$$F_{cilind.v} = \frac{5481405\ \text{Nmm}}{321\ \text{mm}}$$

$$\boldsymbol{F_{cilind.v} = 17076\ \text{N}}$$

$$-F_{cilind.h} * 48\ mm = 358\ \text{N} * 565\ mm + 2 * 223\ \text{N} * 654\ mm + 2 * 1950\ \text{N} * 755\ mm$$

$$-F_{cilind.h} * 48\ mm = 3438454\ \text{Nmm}$$

$$F_{cilind.h} = \frac{-3438454\ \text{Nmm}}{48\ \text{mm}}$$

$$\boldsymbol{F_{cilind.h} = -71634\ \text{N}}$$

$$F_{cilind.} = \sqrt{(F_{cilind.v})^2 + (F_{cilind.h})^2} = \sqrt{(17076\ \text{N})^2 + (-71634\ \text{N})^2} = \boldsymbol{73641\ N}$$

### 8.4.6 Fuerza para cilindro de control de profundidad

Se despejan las fuerzas a partir de la ecuación (8.3).

$$F_{prof.v} * 110\ mm = -250\ \text{N} * 386\ mm + 2 * 955\ \text{N} * 371\ mm + 2 * 2250\ \text{N} * 584\ mm$$

$$F_{prof.v} * 110\ mm = 3240110\ \text{Nmm}$$

$$F_{prof.v} = \frac{3240110\ \text{Nmm}}{110\ \text{mm}}$$

$$\boldsymbol{F_{prof.v} = 29455\ \text{N}}$$

# 9 Dimensionamientos

## 9.1 Dimensionamiento de cilindros hidráulicos

Para el cálculo del área de los émbolos en cuestión, se utiliza la presión especificadas por una de las marcas de tractores[2] del mercado de nuestro país, que coincide con la gran mayoría de sus competidores.

### 9.1.1 Cilindro para control de carga

*Cálculo de diámetro del embolo:*

Factor de carga adicional $= 1{,}3$

Presión nominal del sistema hidráulico del tractor $= 200$ bar

$$F_{cilind.cc} = 7400\ \text{kg} * 1{,}3 = 9620\ \text{kg}$$

$$P = \frac{F}{Área} = \frac{F_{cilind.cc}}{Área} \rightarrow Área = \frac{9620\ kg}{200\ \frac{kg}{cm^2}} = 48\ cm^2 = 4800\ mm^2$$

$$Área = \pi * d^2 \rightarrow d = \sqrt{\frac{4800 mm^2}{\pi}} = \mathbf{39\ mm}$$

### 9.1.2 Cilindro para control de profundidad

*Cálculo de diámetro del embolo:*

Presión nominal del sistema hidráulico del tractor $= 200$ bar

$$F_{cilind.cp} = 3000\ \text{kg}$$

$$P = \frac{F}{Área} = \frac{F_{cilind.cp}}{Área} \rightarrow Área = \frac{3000\ kg}{200\ \frac{kg}{cm^2}} = 15\ cm^2 = 1500\ mm^2$$

[2] Ficha técnica tractor Massey Ferguson - MF8700S

$$Área = \pi * d^2 \quad \rightarrow \quad d = \sqrt{\frac{1500mm^2}{\pi}} = \mathbf{22\ mm}$$

# 9.2 Dimensionamientos de piezas

## 9.2.1 Aclaraciones

Los factores de diseños para el dimensionamiento bajo el método de “Resistencia de materiales”, fueron adoptados bajo los lineamientos propuestos por el libro MOTT (pág. 185).

> **2.** $N = 2.0$ **a 2.5.** Diseño de elementos de máquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño. Es la que se suele emplear en la solución de los problemas de este libro.

**Figura 9-1:** Factor de seguridad para cálculos estáticos [29].

Algunos de los materiales utilizados contienen la nomenclatura “OQT”, las cuales hacen referencia a que las piezas deberán ser tratadas térmicamente bajo el proceso de “Temple en aceite”.

Para los cálculos estáticos, primero se realizaron los diagramas de esfuerzos utilizando el software “MD Solids”, y con estos datos se dimensionaron las piezas bajo los modelos de resistencia de materiales correspondientes. Todas fueron simuladas en Solidworks.

Para los cálculos dinámicos, tomamos que las piezas de nuestro mecanismo se ven sometidas a una carga fluctuante como muestra el siguiente esquema:

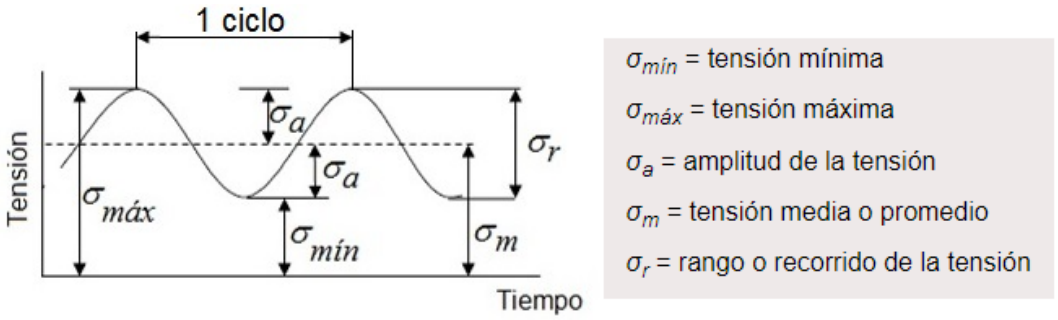



**Figura 9-2:** Esfuerzo cíclico típico o tensión fluctuante [22].

La tensión media será la producida por el suelo, y la máxima y la mínima, serán la que produce el sistema de carga para asegurar el contacto de las ruedas niveladoras con el suelo.

Todos nuestros componentes son calculados para una vida infinita, ya que si tomamos la frecuencia de actuación de un sistema de carga comercial (5 Hz), para una velocidad de trabajo de 7 km/h, considerando una sembradora de 16 surcos con 52,5 cm de espaciamiento y para 1.000 ha sembradas, los ciclos son más de 1.000.000.

Utilizando la ecuación de Goodman, obtuvimos el factor de carga dinámico, que luego comparamos con lo obtenido en el análisis dinámico realizado en Solidworks.

Los elementos dimensionados son mostrados en la tabla 9-1:

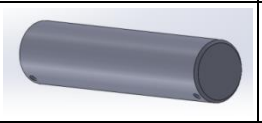
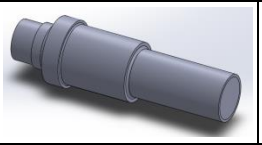
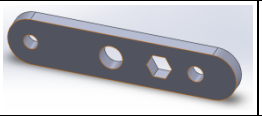
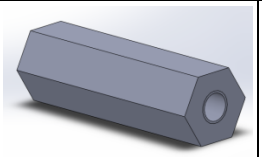
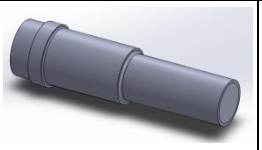
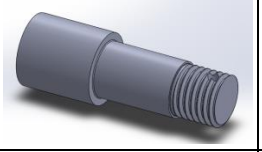
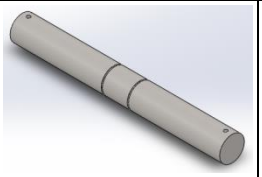
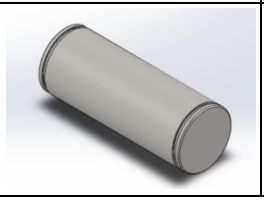
**Tabla 9-1:** Características de elementos seleccionados [FUENTE PROPIA].

| ***SUBCONJUNTO*** | ***NOMBRE DEL ELEMENTO*** | ***ESTADOS DE SOLICITACIÓN*** | ***OBSERVACIONES*** |
|---|---|---|---|
| STO 01-01 | PZA 01-01-06 | FLEXIÓN - CORTE - CARGA CÍCLICA | Perno que vincula el cilindro de carga con el bastidor. |
| STO 01-03 | PZA 01-03-11 | FLEXIÓN - CORTE - CARGAS CÍCLICAS - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Eje de la cuchilla de corte. |
| STO 01-04 | PZA 01-04-01 | FLEXOTORSIÓN - CARGAS CÍCLICAS | Planchuela. |
| | PZA 01-04-02 | FLEXOTORSIÓN - CARGAS CÍCLICAS | Guía hexagonal del elemento activo. |
| STO 01-05 | PZA 01-05-08 | FLEXIÓN - CORTE - CARGAS CÍCLICAS - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Eje de rueda niveladora. |
| STO 01-08 | PZA 01-08-04 | FLEXIÓN - CORTE - CARGAS CÍCLICAS - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Eje de la cuchilla fertilizante. |
| STO 01-10 | PZA 01-10-02 | FLEXIÓN - CARGAS CÍCLICAS | Timón para la púa. |
| STO 01-12 | PZA 01-12-04 | FLEXIÓN - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Perno para vincular el cilindro de control de profundidad con los conjuntos fertilizadores. |
| STO 01-13 | PZA 01-13-03 | FLEXIÓN - CORTE | Perno de la puntera inferior del cilindro de carga. |

### 9.2.2 Resultados

En la siguiente tabla se puede observar un breve resumen de los resultados, para más detalle, ver Anexo B.

**Tabla 9-2:** Resumen de los elementos dimensionados [FUENTE PROPIA].

| ***NOMBRE DEL ELEMENTO*** | ***FOTO*** | ***MATERIAL*** | ***ESPESOR / DIÁMETRO*** |
|---|---|---|---|
| PZA 01-01-06 |  | SAE 4140 | 32 mm |
| PZA 01-03-11 |  | SAE 1050 | 20 mm |
| PZA 01-04-01 |  | SAE 5160 | 3/4" |
| PZA 01-04-02 |  | SAE 4140 | 30 mm |
| PZA 01-05-08 |  | SAE 4140 | 33 mm |
| PZA 01-08-04 |  | SAE 1050 | 17 mm |
| PZA 01-10-02 |  | SAE 1050 | 3/8" |
| PZA 01-12-04 |  | SAE 4140 | 32 mm |
| PZA 01-13-03 |  | SAE 4140 | 30 mm |

# 10 Conclusiones y recomendaciones

## 10.1 Conclusiones técnicas

En este trabajo final de grado se logró brindar una solución a la problemática de la fitotoxicidad en maíz y soja para la siembra directa, que se les presenta actualmente a los productores agropecuarios.

El diseño realizado cumplió en cada etapa con los objetivos planteados. Como primer punto a destacar, se puede nombrar la versatilidad que brinda el mismo para ubicar el fertilizante, o los fertilizantes, ya que la solución admite una doble fertilización en bandas.

La ubicación del fertilizante se logró variando, por un lado, la distancia horizontal de forma manual e independiente para cada uno de los órganos activos, y por otro lado, la vertical, mediante un único accionamiento en conjunto. La justificación de este último, viene dada por la escasa variación que hay en las distancias recomendadas entre semilla y fertilizante, en sentido vertical, para los diversos tipos de productos del mercado. De esta manera se obtuvo un mecanismo simple, de fácil regulación y con mantenimiento sencillo.

Por otro lado, el objetivo de la distancia horizontal fue superado, ya que admitió un 10 % mayor de regulación. Y con respecto, a la distancia vertical, podemos decir que es asegurada debido a que se incluyó un control de carga comandado por un cilindro hidráulico contrarrestando los distintos estados de compactación del suelo.

Por lo contario, cabe aclarar, que no se puede asegurar, en su totalidad, la distribución homogénea del fertilizante sobre el terreno, ya que depende de otros factores externos, ajenos a nuestro control.

Los componentes más críticos fueron verificados mecánicamente para un criterio de vida infinita, donde incluso trabajando en las peores condiciones, los mismos se encontrarán fuera de peligro.

## 10.2 Conclusiones académicas

Como conclusión final, y más allá de lo analizado a lo largo de este trabajo, pudimos comprender cada una de las etapas que incluye un proyecto de ingeniería. A su vez, pudimos enlazar las herramientas desarrolladas durante la carrera con los conceptos adquiridos durante la investigación científica para llevar adelante este trabajo.

Consideramos que se trata de un trabajo necesario y fundamental en esta etapa de la carrera para englobar criterios y conocimientos adquiridos en los años previos. Logrando así, reforzar nuestra preparación ante la toma de decisiones en el futuro.

La búsqueda de información es algo primordial para realizar trabajos de esta índole. Aún así fue más que interesante y fructífero la realización del presente trabajo, aprendiendo, no sólo sobre la parte técnica mecánica / agronómica, sino también, sobre las buenas prácticas académicas.

## 10.3 Recomendaciones

A la hora del uso del dispositivo, se recomienda trabajar sobre la regulación horizontal frente a la vertical, ya que así, se evitará un consumo de potencia excesivo, y/o el corte de la capilaridad del suelo en el entorno de la semilla.

Por otro lado, es aconsejable calibrar el control de carga dependiendo el terreno donde será utilizado. De esta manera se puede presentar el caso de que la fuerza adicional de carga sea menor al 30 %, logrando así disminuir el consumo de potencia hidráulica.

# Índice de figuras

Figura 1-1: Tipo de cultivo implantado. Primera y segunda ocupación [33]. ..... 1
Figura 1-2: Área sembrada con cereales y oleaginosas [33]. ..... 2
Figura 2-1: Índice salino de distintos fertilizantes [7]. ..... 11
Figura 2-2: Dosis críticas para distintos cultivos [7]. ..... 12
Figura 2-3: Tolerancia de diferentes especies al amoníaco [9]. ..... 12
Figura 2-4: Producto, concentración nutricional y dosis probada [36]. ..... 15
Figura 2-5: Ubicación ideal del fertilizante [38]. ..... 17
Figura 7-1: Ubicación objetivo del fertilizante [FUENTE PROPIA]. ..... 25
Figura 7-2: Distancia mínima objetivo [FUENTE PROPIA]. ..... 25
Figura 7-3: Mecanismo central de cuatro barras [FUENTE PROPIA]. ..... 26
Figura 7-4: Mecanismo central de cinco barras [FUENTE PROPIA]. ..... 26
Figura 7-5: Paralelogramo “vertical” [FUENTE PROPIA]. ..... 27
Figura 7-6: Cuerpo fertilizador doble [FUENTE PROPIA]. ..... 28
Figura 7-7: Verificación de regulación mínima sobre el modelo [FUENTE PROPIA]. 35
Figura 7-8: Verificación de regulación máxima sobre el modelo [FUENTE PROPIA]. ..... 35
Figura 8-1: Comparación de valores de resistencia a la penetración para testigos sin transito en siembra directa y labranza convencional [25]. ..... 36
Figura 8-2: Compactación del suelo según labranza convencional [25]. ..... 37
Figura 8-3: Compactación del suelo según siembra directa [25]. ..... 37
Figura 8-4: Resistencia a la penetración y densidad aparente del suelo como situación inicial [15]. ..... 38
Figura 8-5: Resistencia a la penetración del suelo con diferentes cargas de la cosechadora [15]. ..... 38
Figura 8-6: Resistencia a la penetración del suelo con diferentes cargas del conjunto tractor-tolvero [15]. ..... 38
Figura 8-7: Resultados y análisis estadístico de resistencia a la penetración [16]. .. 39
Figura 8-8: Resistencia a la penetración. Profundidad 0-10 cm [16]. ..... 39
Figura 8-9: Resistencia a la penetración previo a las labores [2]. ..... 40
Figura 8-10: Resistencia a la penetración al momento de la siembra combinando los datos obtenidos tanto en línea de siembra como en entresurco [2]. ..... 40
Figura 8-11: Efecto de la profundidad física de las cuchillas [13]. ..... 42
Figura 8-12: Diagrama de cuerpo libre para control de carga [FUENTE PROPIA]... 44
Figura 8-13: Diagrama de cuerpo libre para control de profundidad [FUENTE PROPIA]. ..... 45
Figura 9-1: Factor de seguridad para cálculos estáticos [29]. ..... 54
Figura 9-2: Esfuerzo cíclico típico o tensión fluctuante [22]. ..... 54

# Índice de tablas

Tabla 2-1: Deficiencias en maíz [31]. ..... 5
Tabla 2-2: Continuación. ..... 6
Tabla 2-3: Continuación. ..... 7
Tabla 2-4: Deficiencias en soja [32]. ..... 7
Tabla 2-5: Continuación. ..... 8
Tabla 2-6: Continuación. ..... 9
Tabla 7-1: Propuestas de solución [FUENTE PROPIA]. ..... 29
Tabla 7-2: Propuestas para el órgano activo [FUENTE PROPIA]. ..... 30
Tabla 7-3: Continuación. ..... 31
Tabla 7-4: Resumen de ubicaciones horizontales y verticales [FUENTE PROPIA]. . 31
Tabla 7-5: Continuación. ..... 32
Tabla 7-6: Especificaciones de la solución [FUENTE PROPIA]. ..... 33
Tabla 7-7: Continuación. ..... 34
Tabla 8-1: Tabla resumen de compactación del suelo [FUENTE PROPIA]. ..... 41
Tabla 8-2: Áreas involucradas en cuchilla de corte para siembra [FUENTE PROPIA]. ..... 46
Tabla 8-3: Resumen de cálculos [FUENTE PROPIA]. ..... 47
Tabla 8-4: Áreas involucradas en cuchilla de corte para fertilizante [FUENTE PROPIA]. ..... 47
Tabla 8-5: Continuación. ..... 48
Tabla 8-6: Resumen de cálculos [FUENTE PROPIA]. ..... 49
Tabla 8-7: Áreas involucradas en púa [FUENTE PROPIA]. ..... 50
Tabla 8-8: Resumen de cálculos [FUENTE PROPIA]. ..... 51
Tabla 9-1: Características de elementos seleccionados [FUENTE PROPIA]. ..... 55
Tabla 9-2: Resumen de los elementos dimensionados [FUENTE PROPIA]..... 56

# Referencias bibliográficas

[1] Arévalo de Gauggel, G., & Castellano, M. (2009). *Manual de Fertilizantes y Enmiendas.* El Zamorano: Abelino Pitty.

[2] Cachón, G. (2011). *Sistemas de labranza. Efectos sobre propiedades físicas del suelo.*

[3] Camacho, J. H., & Rodríguez, G. A. (2006). *Evaluación de implementos de labranza a diferentes velocidades de operación y contenidos de agua del suelo.* Puerto López.

[4] Campos Magaña, S. G., Cadena Zapata, M., Jácome Maldonado, S., Reynolds, A., & Uribe, S. (2004). *Sistema integral de simulación de fuerzas aplicado al desarrollo de herramientas de labranza de conservación.* Chapingo: Terra Latinoamericana.

[5] Campos Magaña, S. G., Cadena Zapata, M., Jácome Maldonado, S., Reynolds, A., Cruz, J. A., Bonilla, J. J., y otros. (2007). *Desarrollo de un sistema de siembra neumático de alta precisión para labranza de conservación para tractores de potencia media.* Chapingo: Terra Latinoamericana.

[6] Carter, M. (1988). *Penetration resistance to characterize the depth and persistence of soil loosening tillage studies.*

[7] Ciampitti, I., Micucci, F., Fontanetto, H., & García, F. (2006). *Manejo y ubicación del fertilizante junto a la semilla: efectos fitotóxicos.* INPOSFOS Cono Sur.

[8] Collis-George, N., & Yoganathan, P. (1985). *The effect of soil strength on germination and emergence of wheat.*

[9] Dowling, C. (1993). *Tolerance of ten crop species to atmospheric ammonia during seed germination, radicle and coleoptile growth.* Toowoomba: N. J. Barrow.

[10] Escobar, C., & Zermatten, R. (2015). *Medición automática de la compactación en suelos agrarios.* Concepción del Uruguay.

[11] Ferrari, H. J. (2013). *Comparación de neumáticos radiales vs. diagonales en equipos de cosecha.* Manfredi: INTA.

[12] Ferrari, H. J. (2014). *Efecto del uso de neumáticos radiales vs. convencionales en la siembra directa del cultivo de trigo.* Manfredi: INTA.

[13] Ferrari, H. J., & Ferrari, C. (2017). *Cuchillas - Un órgano clave para lograr una buena siembra directa.* Concepción del Uruguay: INTA.

[14] Ferrari, H. J., Bragachini, M., Peiretti, J., Sánchez, F., & Sargiotti, R. (2017). *Ensayo de compactación: resistencia a la penetración.* Manfredi: INTA.

[15] Ferrari, H. J., Pozzolo, O. R., Hidalgo, R., Santajuliana, H. D., Ferrari, C. M., & Botta, G. (2017). *Huellado y compactación de suelo provocado por tránsito de la maquinaria utilizada en cosecha de soja.* Corrientes: INTA.

[16] Ferrari, H. J., Pozzolo, O. R., Hidalgo, R., Santajuliana, H. D., Ferrari, C. M., & Botta, G. (2017). *Transferencia lateral de la compactación del suelo provocada por el tránsito de maquinaria utilizada en cosecha.* Corrientes: INTA.

[17] Ferraris, G. N., Couretot, L. A., & Magnone, G. (2015). Fertilizantes en línea de siembra de Maíz: efectos sobre la implantación y rendimiento. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* , 5-8.

[18] Gordon, O. T. (1988). *Subsoiling forces and tool speed in compact soils.* Fredericton.

[19] Gragachini, M., Bongiovanni, R., Ljubich, M., Gil, R., Bonetto, L., & Birón, A. (1993). *Sistema de traslado de equipos de cosecha para reducir la compactación. .* Manfredi: INTA.

[20] Gudelj, V., Vallione, P., Galarza, C., & Masiero, B. (2005). *Efectos sobre el cultivo de soja por fertilización en línea de siembra.* Mar del Plata.

[21] INDEC. (2021). *Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados definitivos.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires: INDEC.

[22] Ingemecánica. (s.f.). *Ingemecánica*. Recuperado el Febrero de 2022, de Resistencia Mecánica a Fatiga: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn217.html

[23] Kaushwaha, R. L., Vaishnav, A. S., & Zoerb, G. C. (1986). *Soil Bin Evaluation of Disc Coulters Under No-Till Crop Residue Conditions.* Kerken.

[24] Los fertilizantes arrancadores: correcta utilización y precauciones de uso. (2015). *Fertilizar Asociación Civil nro. 33* , 12-14.

[25] Lozza, A. (2012). *Compactación del suelo producida por el tráfico de la maquinaria y pisoteo animal en un establecimiento mixto en Quehué, La Pampa, Argentina.* Santa Rosa .

[26] Melgar, R. (2006). Avances en fertilización de maíz. *Fertilizar, Asociación Civil* , 7-10.

[27] Melgar, R., & Torres Duggan, M. (2020). *Manejo de la Fertilización en Maíz.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

[28] Morrison, J., & Gerik, T. J. (1985). *Planter Deep-Control: Predictions and Proyected Effects on Crop Emergence .*

[29] Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas.* México, D.F.: Pearson.

[30] Romano, N. (2012). Fertilizantes aplicados en la línea de siembra. En G. Covas, *Manual de fertilidad y evaluación de suelos* (págs. 136-140). Anguil: INTA.

[31] Stoller. (2017). *Guía de identificación de deficiencias en maíz.*

[32] Stoller. (2017). *Guía de identificación de deficiencias en soja .*

[33] Treboux, J. (15 de Noviembre de 2019). *Bolsa de Comercio de Rosario.* Obtenido de BCR-Área por tipo de cultivo: lo que nos deja el Censo Nacional Agropecuario 2018: https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/area-por-tipo

[34] Vaquer, O., Boem, F., Rubio, G., & Díaz Zorita, M. (2012). *Absorción de fósforo y crecimiento de soja según distancias a sitios de fertilización con fósforo.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires .

[35] Vaquer, O., Rubio, G., Boem, F., Barraco, M., & Díaz Zorita, M. (2014). *Localización del fertilizante fosforado en el cultivo de soja: efectos sobre la nutrición y el crecimiento.* Bolivar y Pehuajó.

[36] Ventimiglia, L. A., & Carta, H. G. (2005). *Soja: Efecto de los fertilizantes aplicados en la línea de siembra sobre el número de plantas y rendimiento.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires: INTA.

[37] Vivas, H. S., & Seffino, F. (1998). Localización del P, dosis y fuentes sobre el número de plantas de soja. Campaña 1996/97. *Soja nro. 86* , 50-54.

[38] Yara. (s.f.). *Yara*. Obtenido de Estartegias de aplicación para fertilizante en maíz: https://www.yara.com.ar/nutricion-vegetal/maiz/estrategias-aplicacion/

# Anexos

1. **Anexo A: Matriz de análisis de soluciones.**
2. **Anexo B: Memoria de cálculos y análisis de Elementos Finitos.**
3. **Anexo C: Elementos comerciales.**
4. **Anexo D: Planos.**

# Anexo A

# Matriz de análisis de soluciones

| EUD | PROPUESTAS | CRITERIOS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SISTEMA QUE PERMITA CONTROLAR LA UBICACIÓN DEL FERTILIZANTE PARA REDUCIR LOS EFECTOS FITOTÓXICOS. | Criterios | Factible | Medible | Costo | Tiempo | Montaje | Mantenimiento | Peso | Solicitaciones | Horizontal | Vertical | Daño de fertilizante | Funcionamiento de componentes | Peligro | Regulaciones | Distribución | TOTAL |
| | Ponderación de criterios | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | |
| | MECANISMO CENTRAL DE CUATRO BARRAS | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 66 |
| | MECANISMO CENTRAL DE CINCO BARRAS | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 77 |
| | PARALELOGRAMO "VERTICAL" | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 75 |
| | CUERPO FERTILIZADOR DOBLE | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 91 |

| Criterios | | Conceptos | Escalas de valores | | Ponderacion de criterios | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. ¿La solución es factible? | --> | Factible | Poco factible = 1 | Medio = 2 | Muy factible = 3 | 3 |
| 2. ¿Se pueden medir los resultados? | --> | Medir | Poco medible = 1 | Medio = 2 | Muy medible = 3 | 3 |
| 3. ¿La solución es de bajo costo? | --> | Costo | Cara = 1 | Media = 2 | Muy accesible = 3 | 2 |
| 4. ¿Cuánto tiempo tardo en aplicar la solución? | --> | Tiempo | Largo plazo = 1 | Media = 2 | Corto plazo = 3 | 1 |
| 5. ¿La solución es fácil de montar? | --> | Montar | Difícil = 1 | Medio = 2 | Fácil = 3 | 1 |
| 6. ¿Requiere un mantenimiento especial? | --> | Mantenimiento | Si = 1 | Medio = 2 | No = 3 | 3 |
| 7. ¿Podría agregar demasiado peso a la sembradora? | --> | Peso | Mucho = 1 | Medio = 2 | Poco = 3 | 1 |
| 8. ¿Algunos de sus componentes quedan expuestos a solicitaciones inevitables? | --> | Solicitaciones | Mucho = 1 | Medio = 2 | Poco = 3 | 2 |
| 9. ¿Con que grado de presicion ubica el fertilizante en forma horizontal? | --> | Horizontal | Poca = 1 | Medio = 2 | Mucho = 3 | 3 |
| 9. ¿Con que grado de presicion ubica el fertilizante en | --> | Vertical | Poca = 1 | Medio = 2 | Mucho = 3 | 3 |
| 10.¿Podria dañar el fertilizante? | --> | Daño de fertilizante | Mucho = 1 | Medio = 2 | Poco = 3 | 1 |
| 11.¿Podria afectar el funcionamiento de algún componente de la sembradora? | --> | Funcionamiento de componentes | Mucho = 1 | Medio = 2 | Poco = 3 | 2 |
| 12.¿Tiene peligro para el operario? | --> | Peligro | Mucho = 1 | Medio = 2 | Poco = 3 | 3 |
| 13.¿Sus regulaciones son de facil accionamiento? | --> | Regulaciones | NO = 1 | Medio = 2 | SI = 3 | 3 |
| 14.¿Distribuye con uniformidad el fertilizante? | --> | Distribución | Mucho = 1 | Medio = 2 | Poco = 3 | 3 |

* Los criterios seran ponderados de acuerdo al grado de importancia que tengan cada uno.

| IMPORTANCIA DE CRITERIOS | |
|---|---|
| ALTA | 3 |
| MEDIA | 2 |
| BAJA | 1 |

# Anexo B

# Memoria de cálculos y análisis de Elementos Finitos

PZA 01-01-06

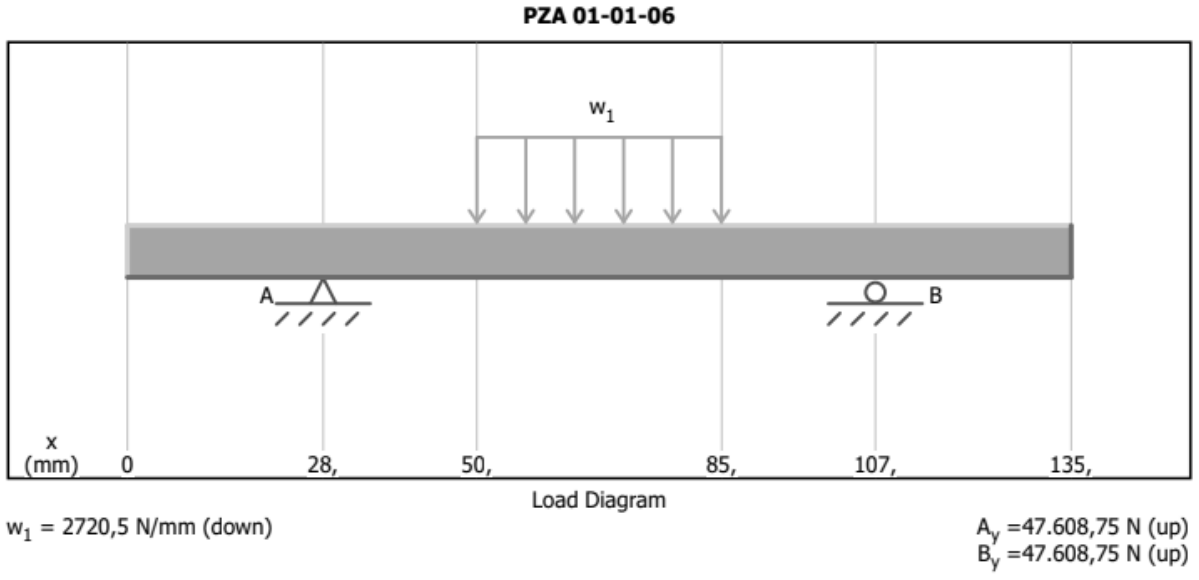


| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-01 | PZA 01-01-06 | FLEXIÓN - CORTE - CARGA CÍCLICA | Pieza utilizada dos veces. Se calculará para la que esté sometida a la mayor solicitud. |

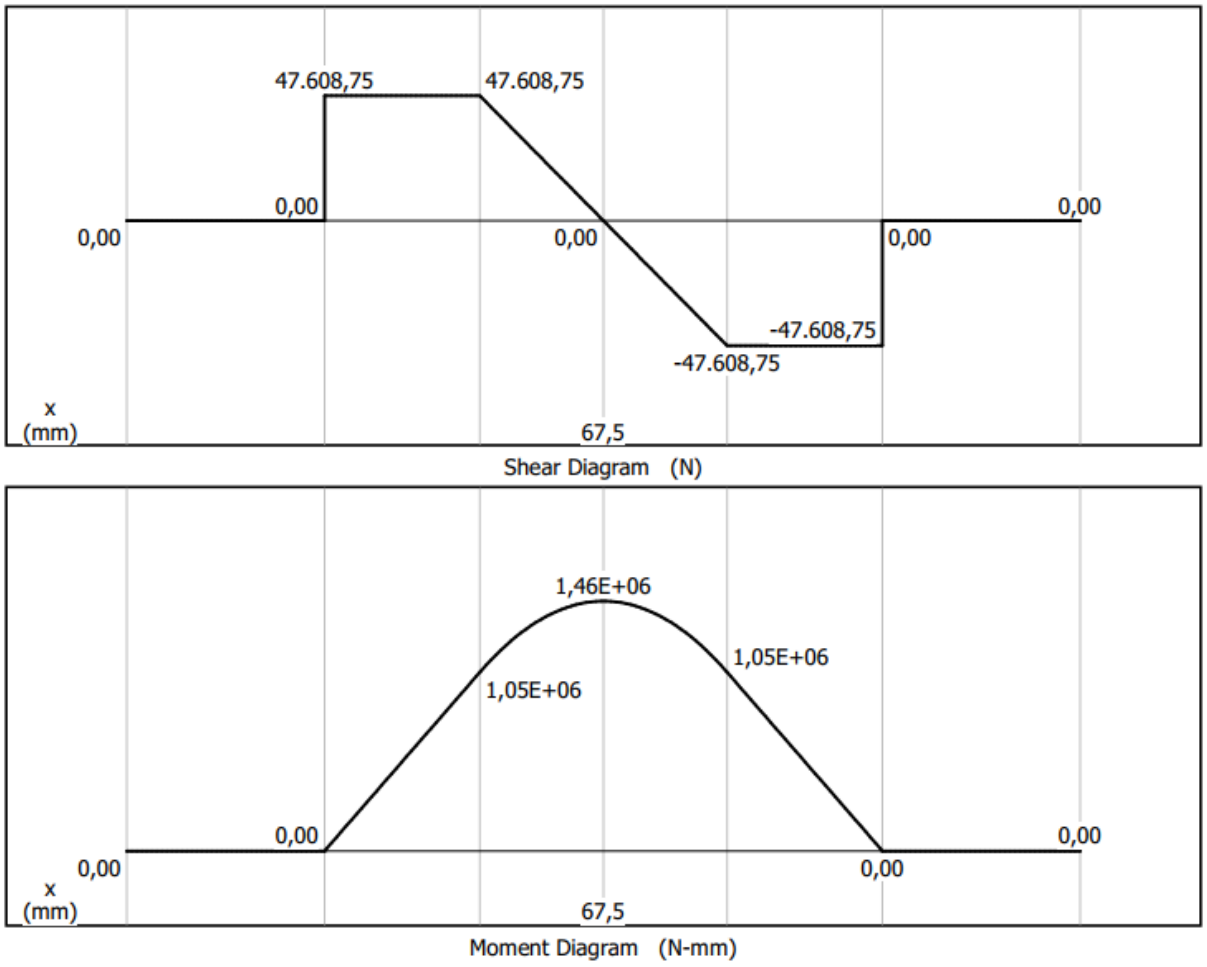
Para esta pieza se consideró la fuerza máxima que podrá ejercer el cilindro para el control de carga (teniendo en cuenta el agregado del 30%) y aplicada en la superficie de apoyo central del eje.

$F\,cilind \;=\; 95220\,N$

## Diagrama de cuerpo libre



## Diagramas de solicitaciones




## Cálculos

| DATOS | | |
|---|---|---|
| Material | SAE 4140 OQT 700 | |
| Resistencia a la tracción | 1590 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 1460 | [MPa] |

| DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| Factor de diseño | N | 2 | - |
| Factor concentración esfuerzos por flexión | Kt | 1 | - |
| Resistencia a la fluencia | Sy | 1460 | Mpa - [N/mm2] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | M | 1460000 | [Nmm] |
| Momento torsor | T | 0 | [Nmm] |
| Diámetro teórico | d | 27,31 | [mm] |

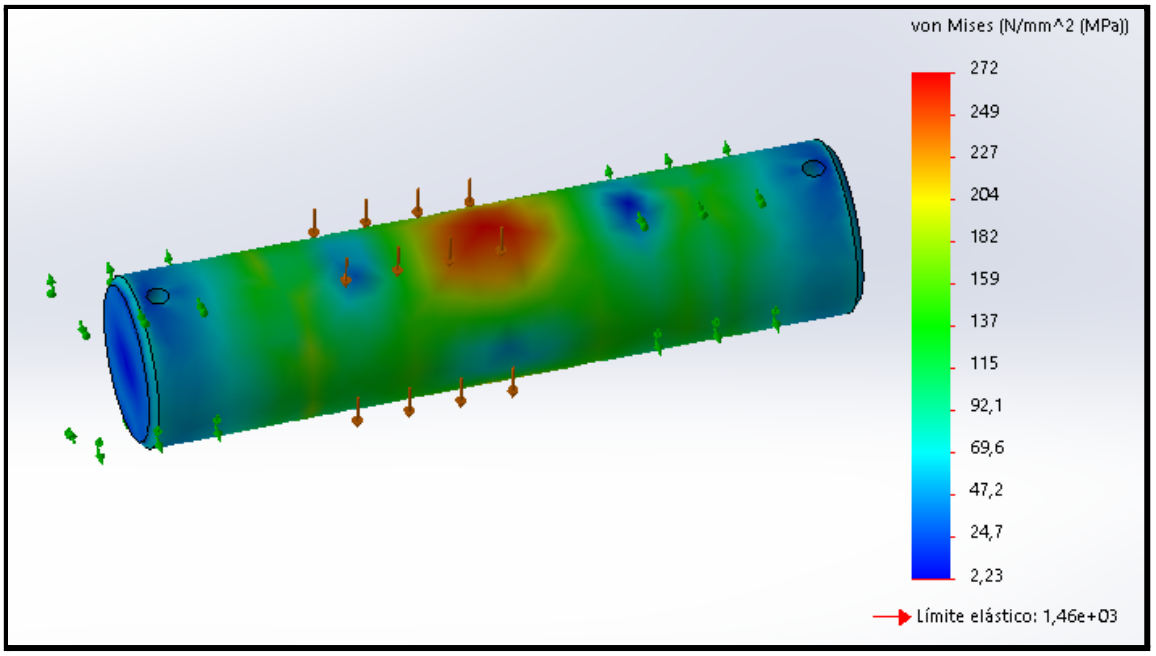
| VERIFICACIÓN AL CORTE | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza aplicada | P | 47609 | [N] |
| Resistencia del material admisible | Tau | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Diámetro teórico | d | 6,44 | [mm] |
| | | | |
| | | | |
| **Diámetro adoptado** | **D** | **32** | **[mm]** |

| DIMENSIONAMIENTO POR FATIGA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Pasos** | **Factores** | **Nomenclatura** | **Valor** | **Unidad** |
| 1 | Resistencia a la tracción | Su | 1590 | Mpa |
| 2 | Proceso de manufactura | - | Maquinado | - |
| 3 | Resistencia fatiga inicial | Sn | 795 | Mpa |
| 4 | Factor de material | Cm | 0,8 | - |
| 5 | Factor tipo de esfuerzo | Cst | 1 | - |
| 6 | Factor de confiabilidad | Cr | 0,9 | - |
| 7 | Factor por tamaño | Cs | 0,85 | - |
| 8 | Resistencia a la fatiga real | Sn' | **488,8** | **MPa** |

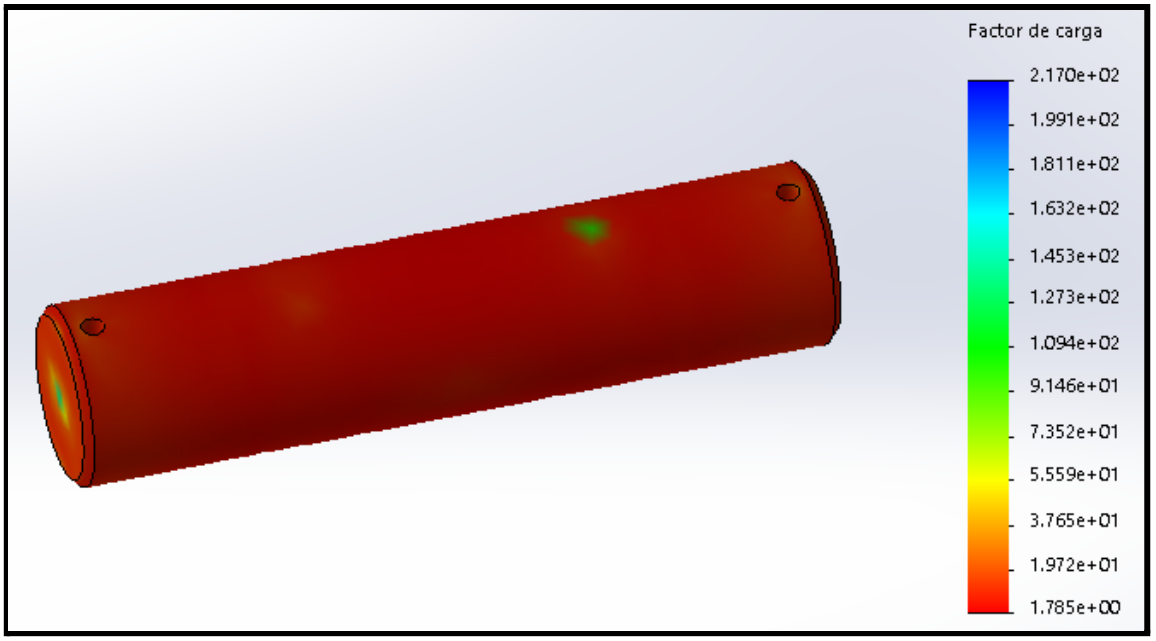
| CÁLCULO DE TENSIONES | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | Mf | 1460000 | [Nmm] |
| Momento torsor | Mt | 0 | [Nmm] |
| Tensión según flexión | σ flexión | 454 | [Mpa] |
| Tensión según torque | σ torque | 0 | [Mpa] |
| Tensión máxima | σ máx | 590 | [Mpa] |
| Tensión mínima | σ mín | 318 | [Mpa] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Amplitud de la tensión | σa | 136 | [Mpa] |
| Tensión media | σm | 454 | [Mpa] |
| **CRITERIO DE GOODMAN** | | | |
| Factor concentración de esfuerzos | Kt | 1 | - |
| Factor de carga para fatiga | Nd | 1,77 | - |

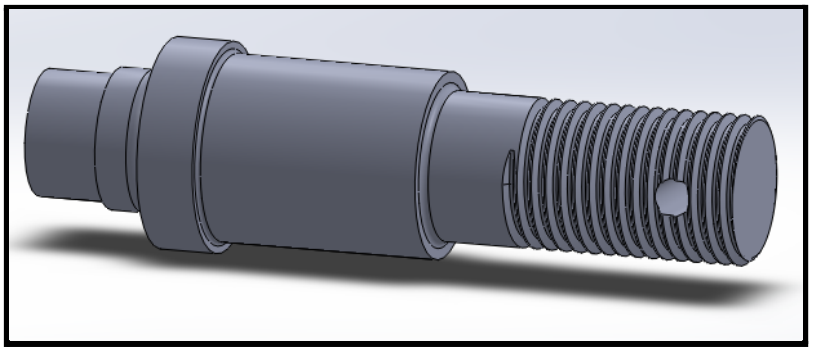
## Estudio estático




## Estudio dinámico



PZA 01-03-11



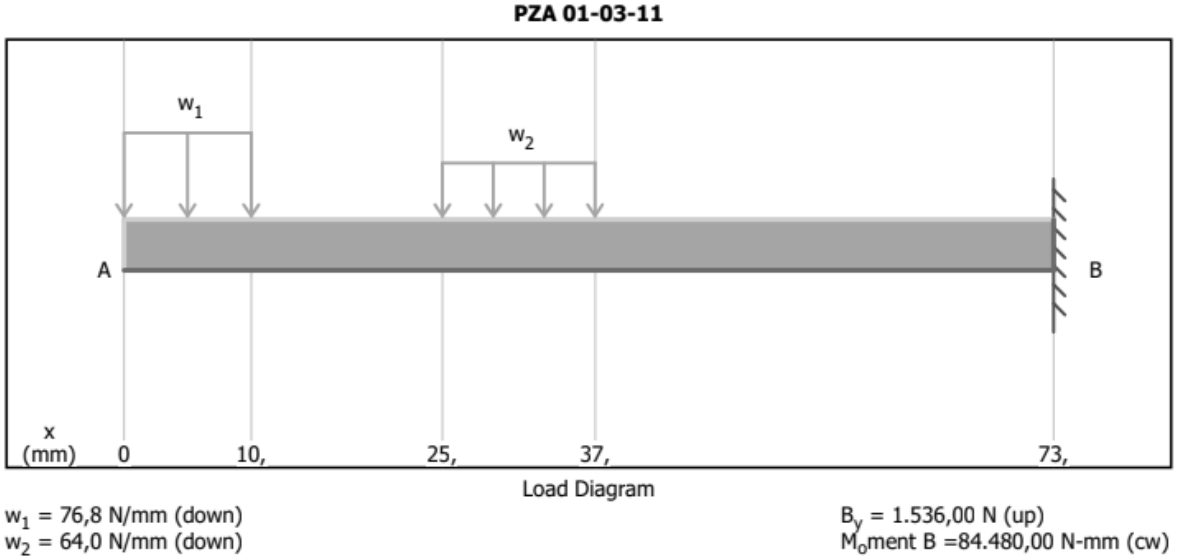
| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-03 | PZA 01-03-11 | FLEXIÓN - CORTE - CARGAS CÍCLICAS - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Eje de la cuchilla de corte. |

Se considera el total de la fuerza resultante aplicada sobre la cuchilla de corte, de manera tal que, los dos rodamientos propuestos distribuirán la carga por igual, es decir, se tomará la mitad de la fuerza para cada rodamiento.

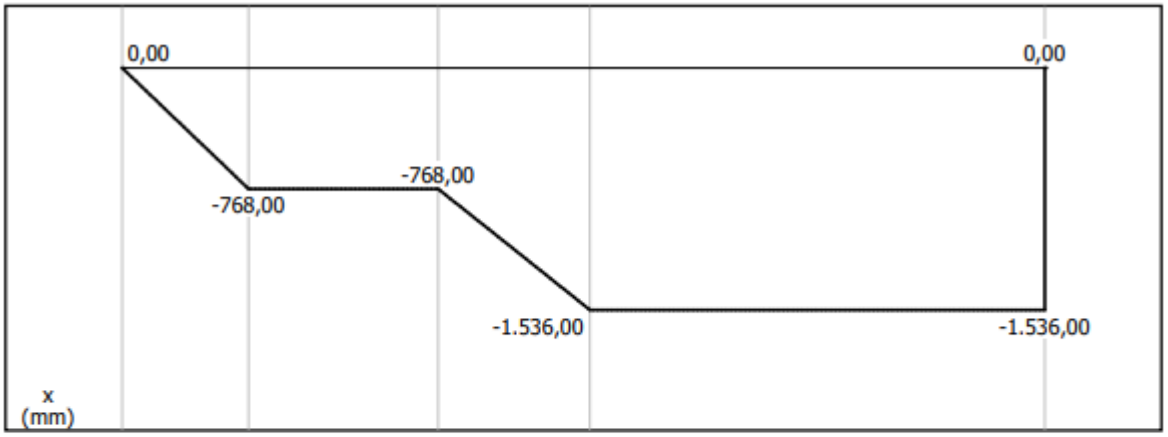
$Fcorte = \sqrt{(Fcorte\ v)^2 + (Fcorte\ h)^2} = \sqrt{(357,5\ N)^2 + (1535\ N)^2} = 1576\ N$

$Fcorte/2 = 768\ N$

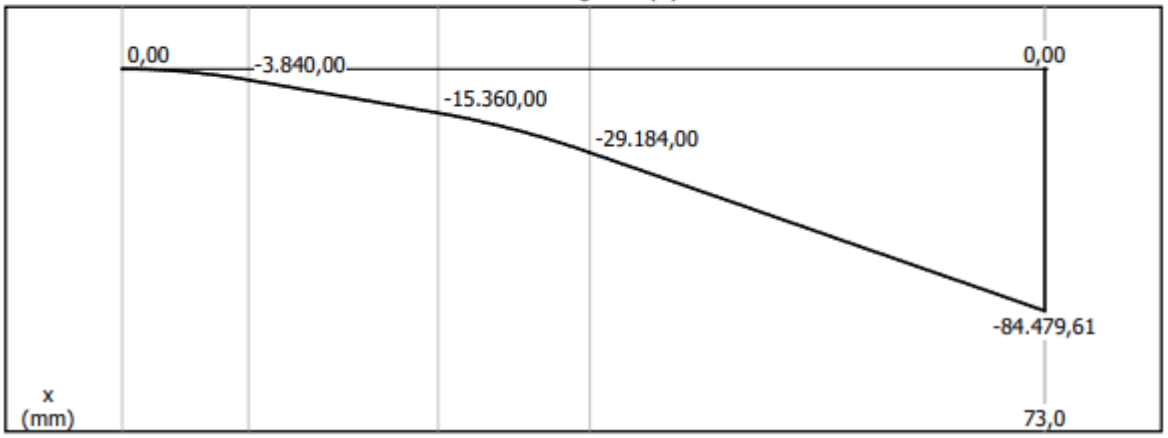
## Diagrama de cuerpo libre




## Diagramas de solicitaciones



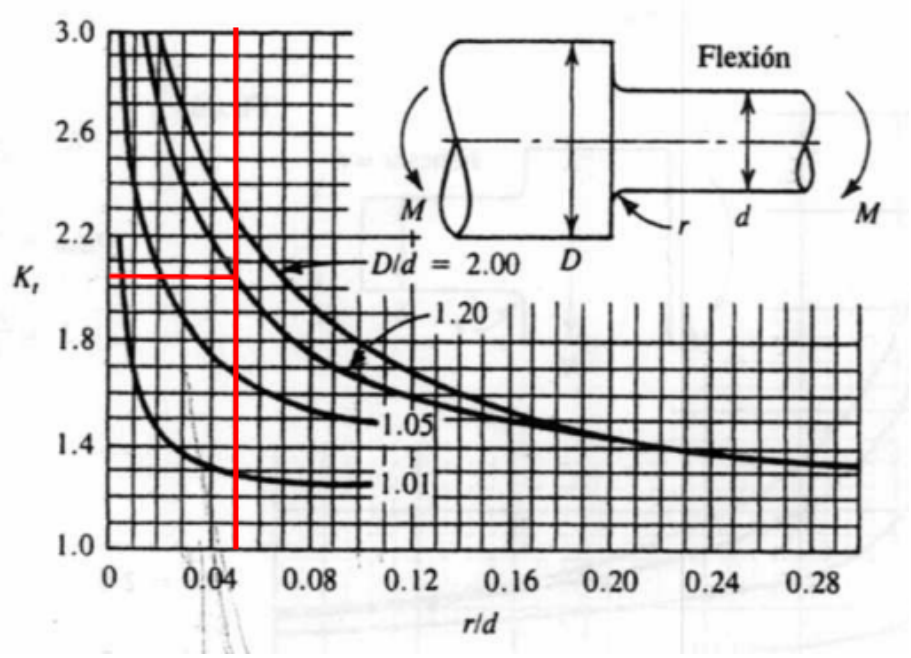

Shear Diagram (N)




Moment Diagram (N-mm)

## Cálculos

| DATOS | | |
|---|---|---|
| Material | **SAE 1050** | - |
| Resistencia a la tracción | 690 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 580 | [MPa] |



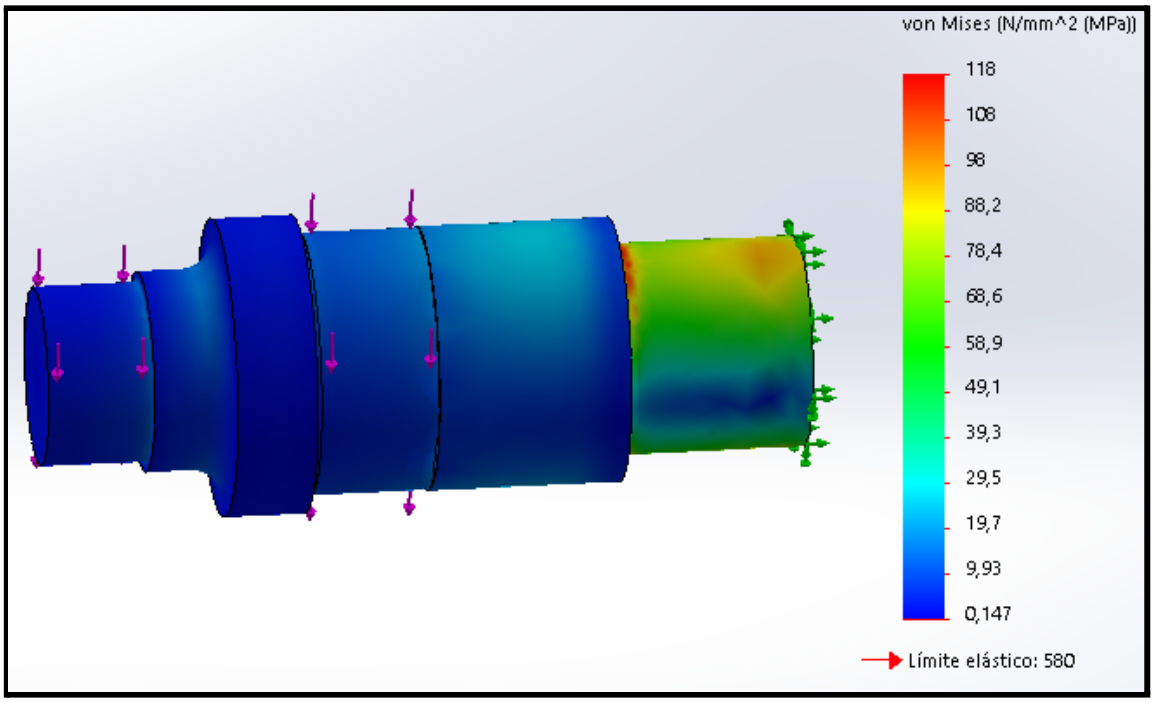

| DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| Factor de diseño | N | 2 | - |
| Factor concentración esfuerzos por flexión | Kt | 2,05 | - |
| Resistencia a la fluencia | Sy | 580 | Mpa - [N/mm2] |
| Momento flector | M | 84500 | [Nmm] |
| Momento torsor | T | 0 | [Nmm] |
| Diámetro teórico | d | 18,26 | [mm] |

| VERIFICACIÓN AL CORTE | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza aplicada | P | 1536 | [N] |
| Resistencia del material admisible | Tau | 580 | Mpa - [N/mm2] |
| Diámetro teórico | d | 1,84 | [mm] |
| | | | |
| | | | |
| **Diámetro adoptado** | **D** | **20** | **[mm]** |

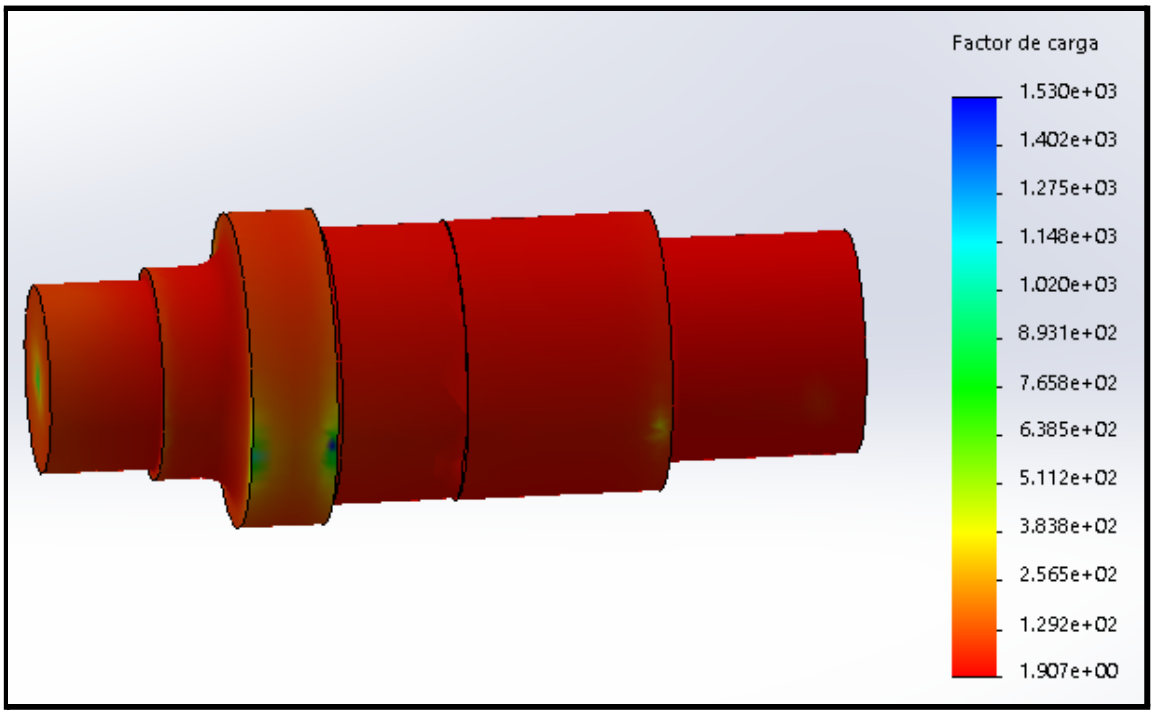
| DIMENSIONAMIENTO POR FATIGA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Pasos** | **Factores** | **Nomenclatura** | **Valor** | **Unidad** |
| 1 | Resistencia a la tracción | Su | 690 | Mpa |
| 2 | Proceso de manufactura | - | Maquinado | - |
| 3 | Resistencia fatiga inicial | Sn | 345 | Mpa |
| 4 | Factor de material | Cm | 0,8 | - |
| 5 | Factor tipo de esfuerzo | Cst | 1 | - |
| 6 | Factor de confiabilidad | Cr | 0,9 | - |
| 7 | Factor por tamaño | Cs | 0,90 | - |
| 8 | Resistencia a la fatiga real | Sn' | **223,4** | **MPa** |

| CÁLCULO DE TENSIONES | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | Mf | 84500 | [Nmm] |
| Momento torsor | Mt | 0 | [Nmm] |
| Tensión según flexión | σ flexión | 108 | [Mpa] |
| Tensión según torque | σ torque | 0 | [Mpa] |
| Tensión máxima | σ máx | 140 | [Mpa] |
| Tensión mínima | σ mín | 75 | [Mpa] |
| Amplitud de la tensión | σa | 32 | [Mpa] |
| Tensión media | σm | 108 | [Mpa] |
| **CRITERIO DE GOODMAN** | | | |
| Factor concentración de esfuerzos | Kt | 1 | - |
| Factor de carga para fatiga | Nd | 3,33 | - |

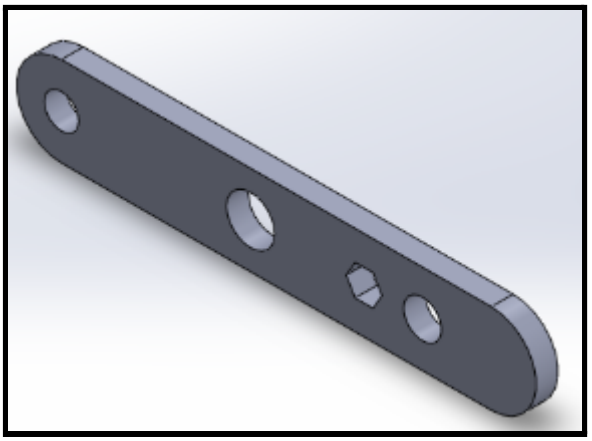
## Estudio estático




## Estudio dinámico



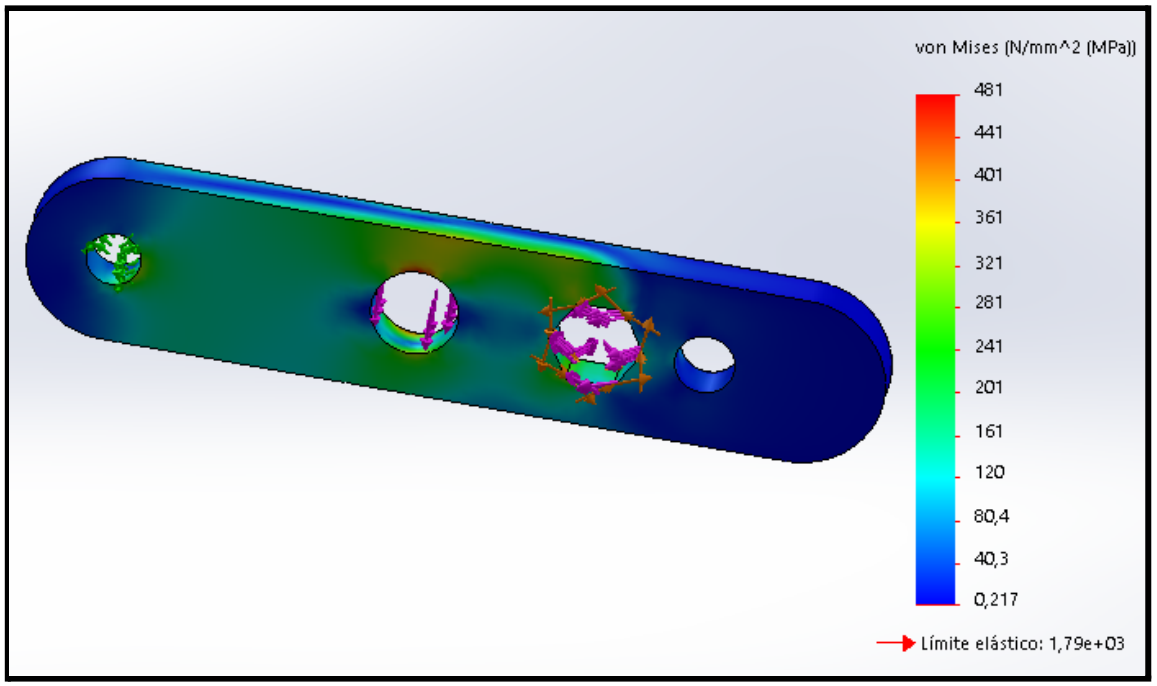
PZA 01-04-01



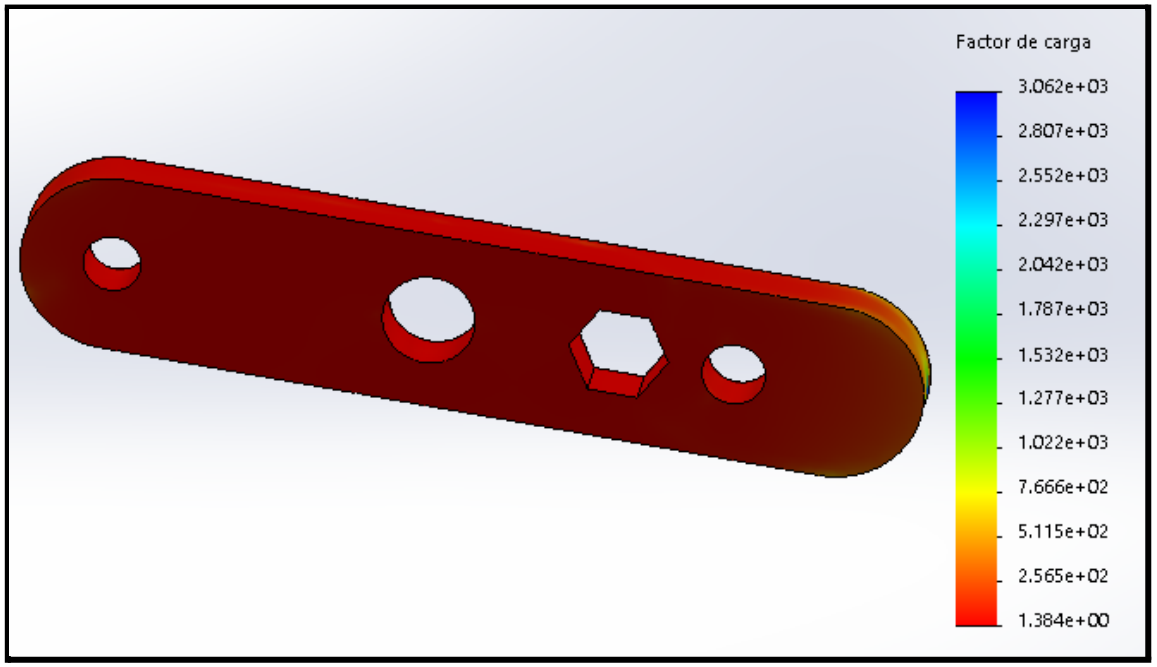
| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-04 | PZA 01-04-01 | FLEXOTORSIÓN - CARGAS CÍCLICAS | Planchuela 1/2". |

| **DATOS** | | |
|---|---|---|
| Material | **SAE 5160 OQT 400** | |
| Resistencia a la tracción | 2220 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 1790 | [MPa] |

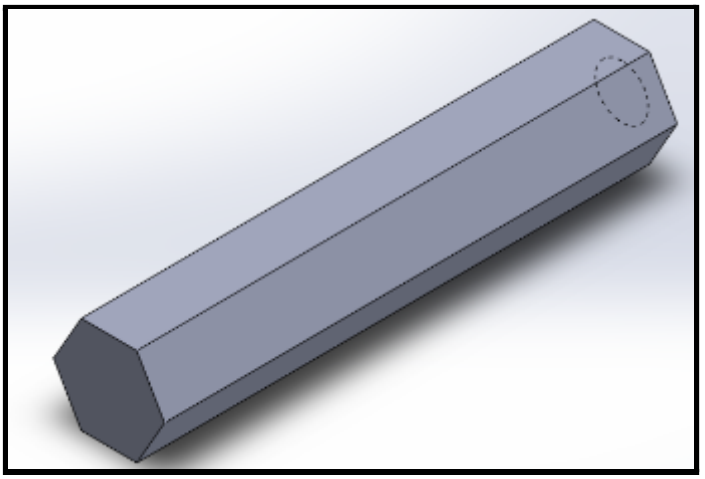
## Estudio estático




## Estudio dinámico



PZA 01-04-02



| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-04 | PZA 01-04-02 | FLEXOTORSIÓN - CARGAS CÍCLICAS | Guía hexagonal del elemento activo. |

Se considera una carga de flexión y un momento torsor sobre el hexágono provocado por las fuerzas verticales de los órganos activos.

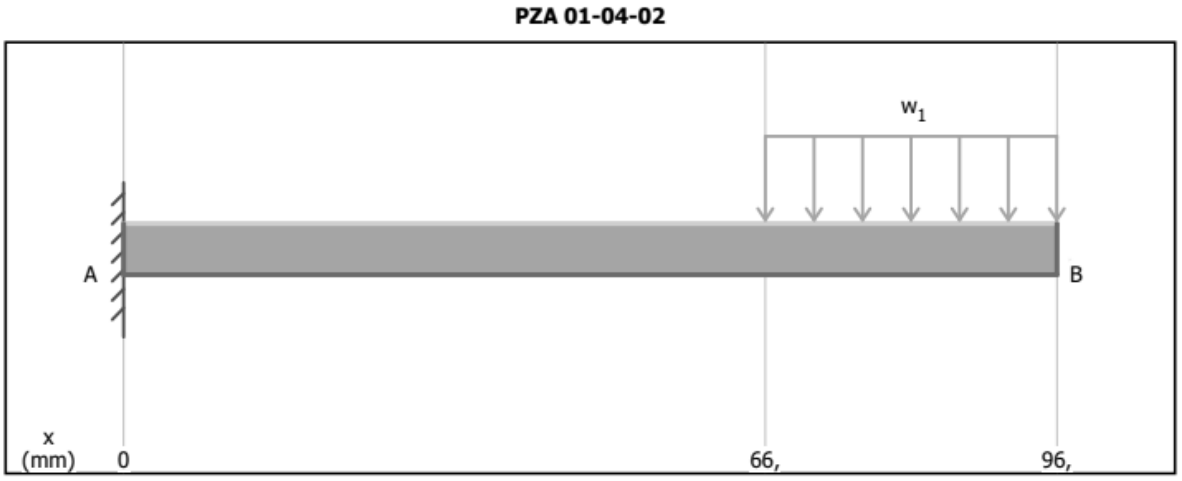
Flexión :

$$F\,flexion = Ffert\,h + Fpúa\,h = 1950\,N + 222,5\,N = 2172,5\,N$$

Torsión:

$$M\,torsor = d1 * Ffert\,v + d2 * Fpúa\,v = 193,3 * 955N + 406,83 * 2250\,N = 1100000\,Nmm$$

## Diagrama de cuerpo libre

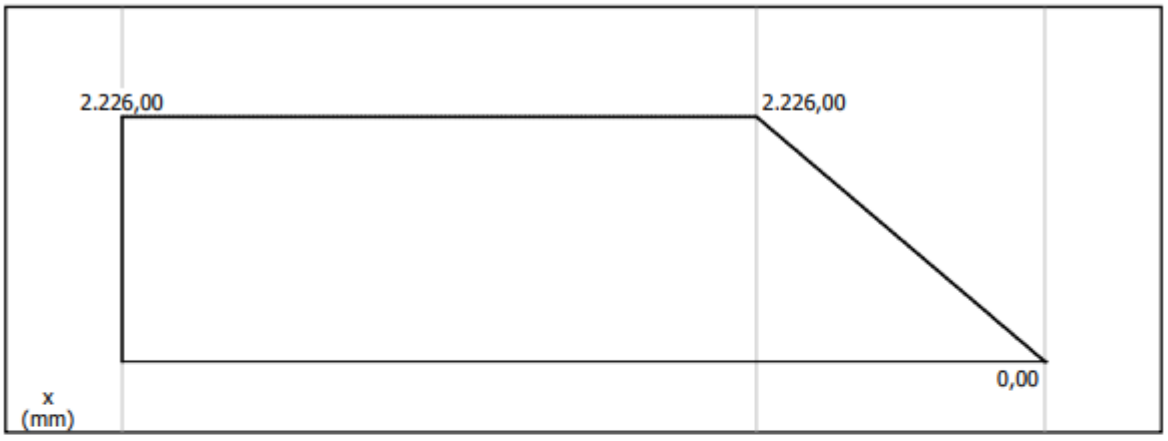



Load Diagram

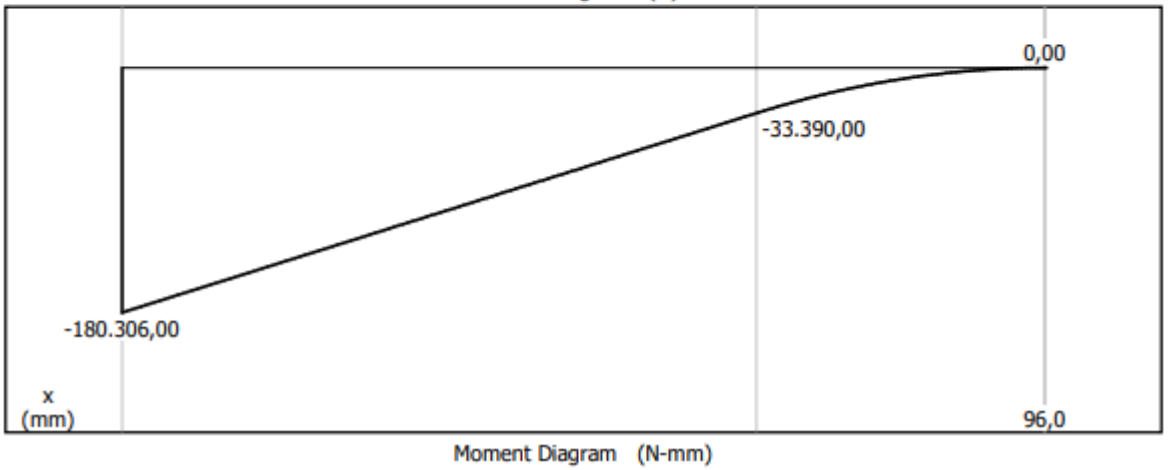
$w_1$ = 74,2 N/mm (down)

$A_y$ = 2.226,00 N (up)
$M_o$ment A =180.306,00N-mm (ccw)

## Diagramas de solicitaciones




Shear Diagram (N)




Moment Diagram (N-mm)

## Cálculos

| DATOS | |
|---|---|
| Material | **SAE 4140 OQT 700** |

| | | |
|---|---|---|
| Resistencia a la tracción | 1590 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 1460 | [MPa] |

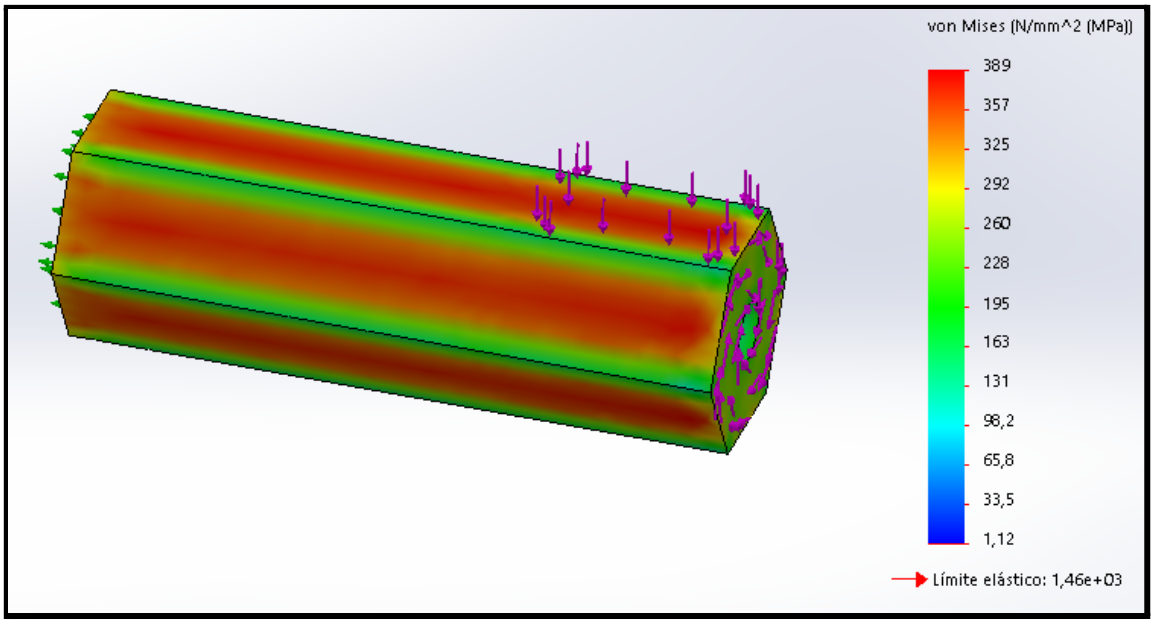
| DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| Factor de diseño | N | 2 | - |
| Factor concentración esfuerzos por flexión | Kt | 1 | - |
| Resistencia a la fluencia | Sy | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Momento flector | M | 180306 | [Nmm] |
| Momento torsor | T | 1100000 | [Nmm] |
| Diámetro teórico | d | 23,83 | [mm] |

| VERIFICACIÓN AL CORTE | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza aplicada | P | 2226 | [N] |
| Resistencia del material admisible | Tau | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Diámetro teórico | d | 1,39 | [mm] |
| | | | |
| | | | |
| **Diámetro adoptado** | **D** | **30** | **[mm]** |

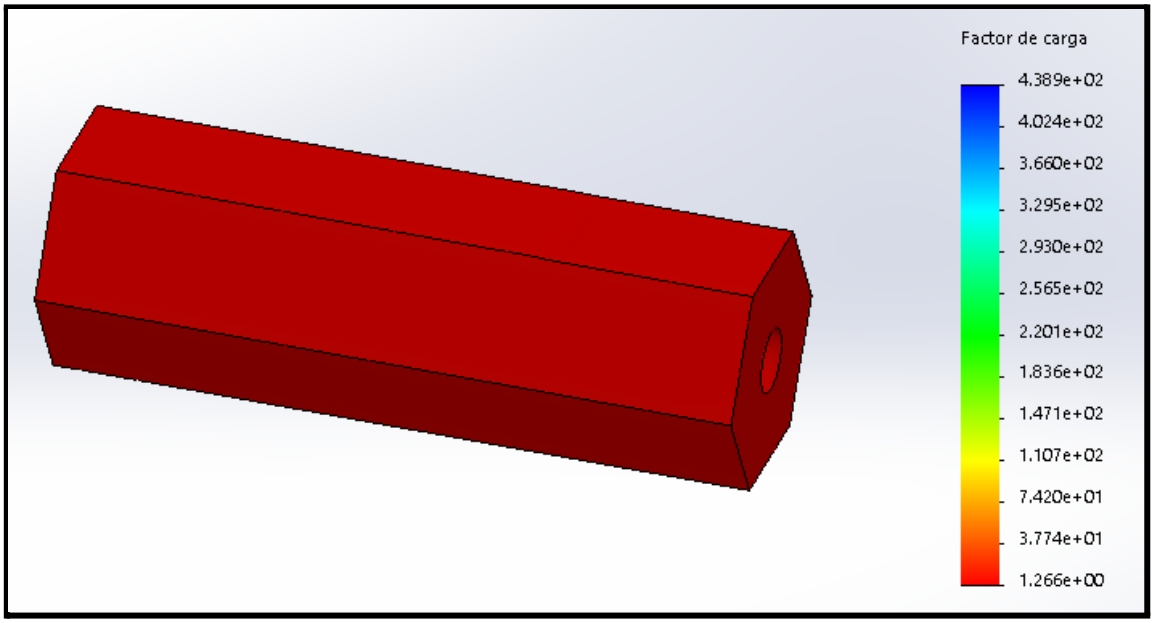
| DIMENSIONAMIENTO POR FATIGA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Pasos** | **Factores** | **Nomenclatura** | **Valor** | **Unidad** |
| 1 | Resistencia a la tracción | Su | 1590 | Mpa |
| 2 | Proceso de manufactura | - | Maquinado | - |
| 3 | Resistencia fatiga inicial | Sn | 795 | Mpa |
| 4 | Factor de material | Cm | 0,8 | - |
| 5 | Factor tipo de esfuerzo | Cst | 1 | - |
| 6 | Factor de confiabilidad | Cr | 0,9 | - |
| 7 | Factor por tamaño | Cs | 0,86 | - |
| 8 | Resistencia a la fatiga real | Sn' | **492,3** | **MPa** |

| CÁLCULO DE TENSIONES | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | Mf | 180306 | [Nmm] |
| Momento torsor | Mt | 1100000 | [Nmm] |
| Tensión según flexión | σ flexión | 68 | [Mpa] |
| Tensión según torque | σ torque | 207,5 | [Mpa] |
| Tension de Von Mises | σ VM | 366 | [Mpa] |
| Tension máxima | σ máx | 475 | [Mpa] |
| Tension mínima | σ mín | 256 | [Mpa] |
| Amplitud de la tensión | σa | 110 | [Mpa] |
| Tensión media | σm | 366 | [Mpa] |
| **CRITERIO DE GOODMAN** | | | |
| Factor concentración de esfuerzos | Kt | 1 | - |
| Factor de carga para fatiga | Nd | 2,21 | - |

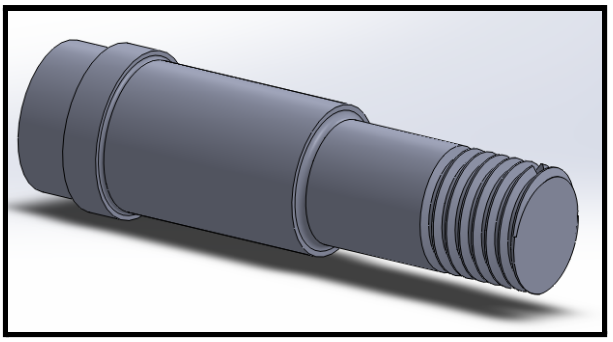
## Estudio estático



## Estudio dinámico




PZA 01-05-08



| ***SUBCONJUNTO*** | ***NOMBRE DEL ELEMENTO*** | ***ESTADOS DE SOLICITACIÓN*** | ***OBSERVACIONES*** |
|---|---|---|---|
| STO 01-05 | PZA 01-05-08 | FLEXIÓN - CORTE - CARGAS CÍCLICAS - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Eje de rueda niveladora. |

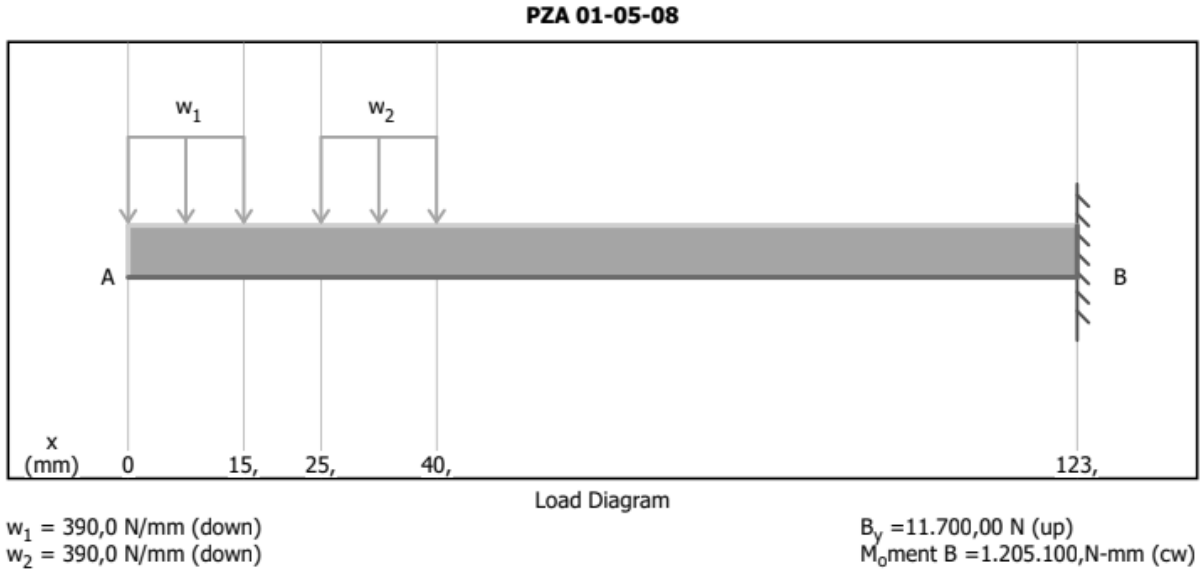
La fuerza que deberá soportar el eje de la rueda niveladora, corresponderá al peso del implemento junto con el agregado del excedente de fuerza realizada por el cilindro del control de carga, lo cual asegura un correcto contacto con el suelo (excedente del 30%). Luego, esta fuerza se repartirá en las dos ruedas niveladoras, por lo cual se tomará la mitad de la fuerza calculada. A su vez, como los ejes están compuestos por dos rodamientos, se considera nuevamente la mitad de esta última, repartida por igual en ambos rodamientos..

$$Fagregado = (Fcilind * 1,3) - Fcilind = (95220 - 73244) = 21976\,N$$
$$F\,actuante = Peso + Fagregado = 1372\,N + 21976\,N = 23348\,N$$

$F\ en\ cada\ rueda\ =\ F\ actuante\ /\ 2\ =\ 11674\ N$

$F\ en\ cada\ rueda/2\ =\ 5837\ N$

**Diagrama de cuerpo libre**

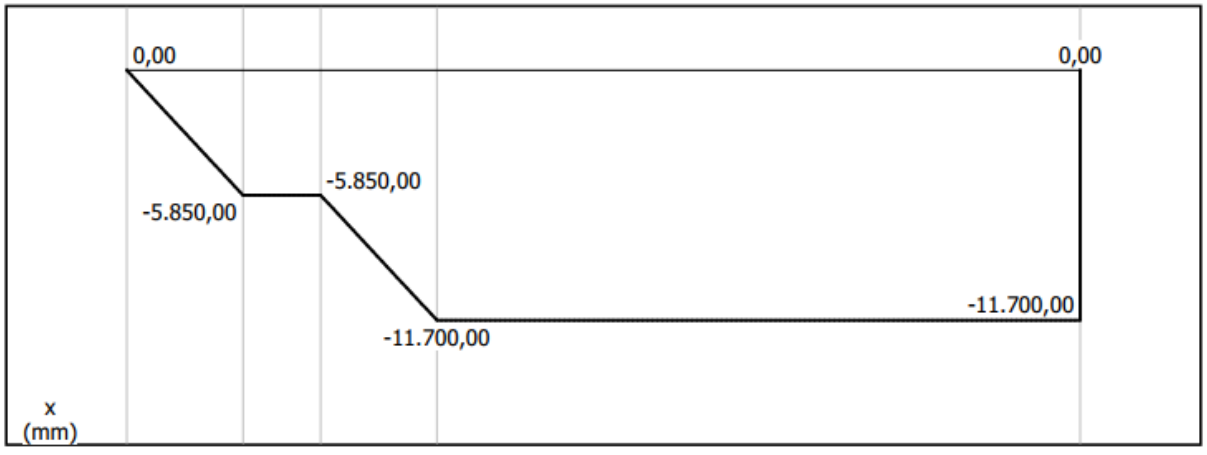



Load Diagram

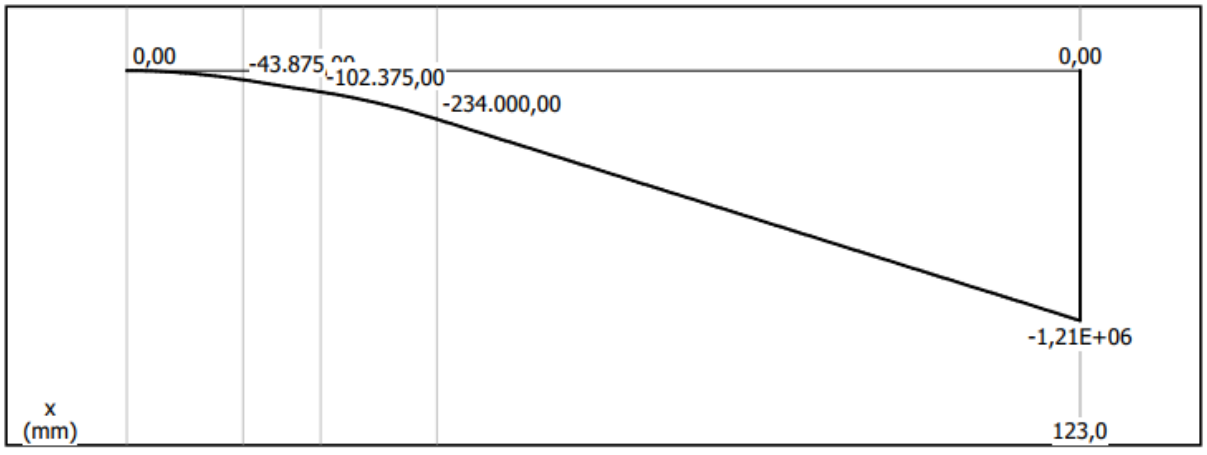
$w_1$ = 390,0 N/mm (down)
$w_2$ = 390,0 N/mm (down)

$B_y$ =11.700,00 N (up)
$M_o$ment B =1.205.100,N-mm (cw)

**Diagramas de solicitaciones**



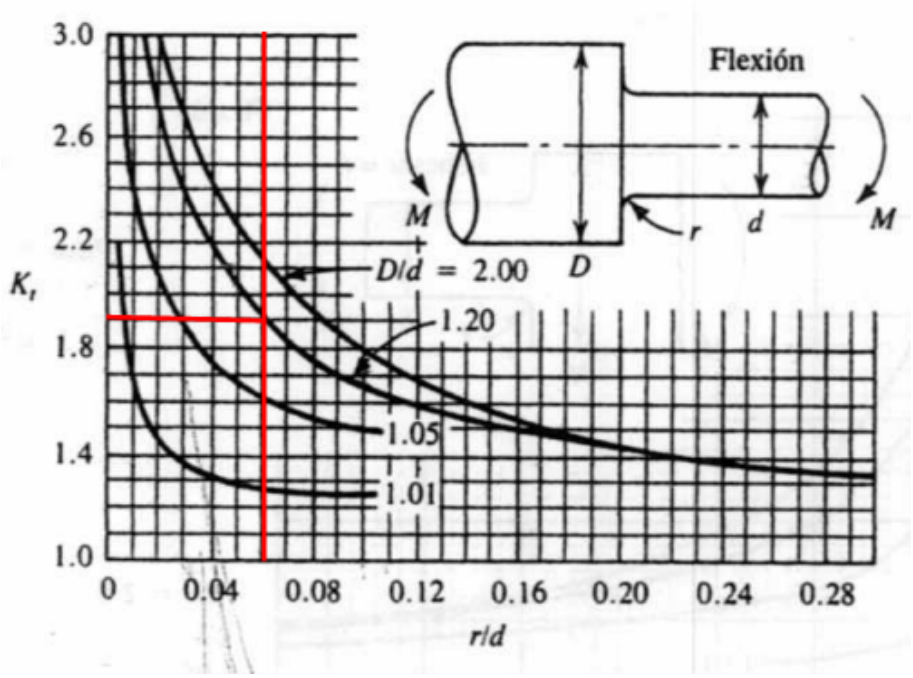

Shear Diagram (N)




Moment Diagram (N-mm)

## Cálculos

| DATOS | | |
|---|---|---|
| Material | SAE 4140 OQT 700 | |
| Resistencia a la tracción | 1590 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 1460 | [MPa] |




| DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| Factor de diseño | N | 2 | - |
| Factor concentración esfuerzos por flexión | Kt | 1,9 | - |
| Resistencia a la fluencia | Sy | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Momento flector | M | 1200000 | [Nmm] |
| Momento torsor | T | 0 | [Nmm] |
| Diámetro teórico | d | 31,69 | [mm] |

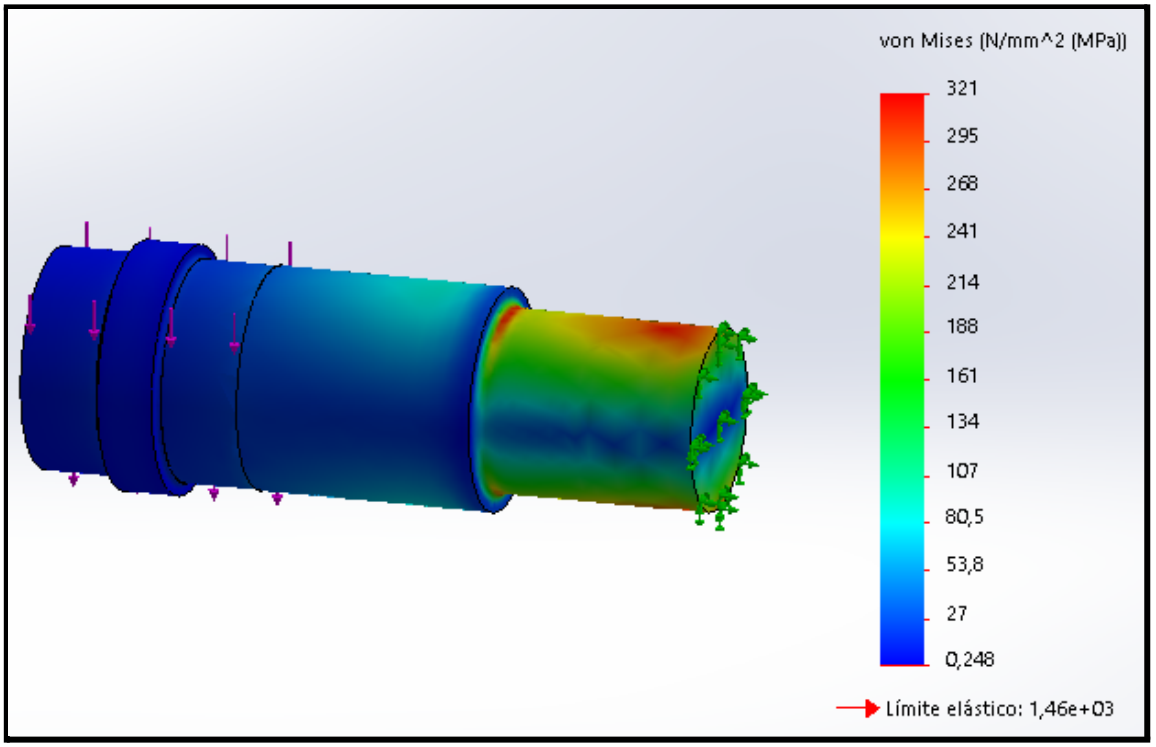
| VERIFICACIÓN AL CORTE | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza aplicada | P | 11700 | [N] |
| Resistencia del material admisible | Tau | 1460 | Mpa - [N/mm2] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro teórico | d | 3,19 | [mm] |
| | | | |
| | | | |
| **Diámetro adoptado** | **D** | **33** | **[mm]** |

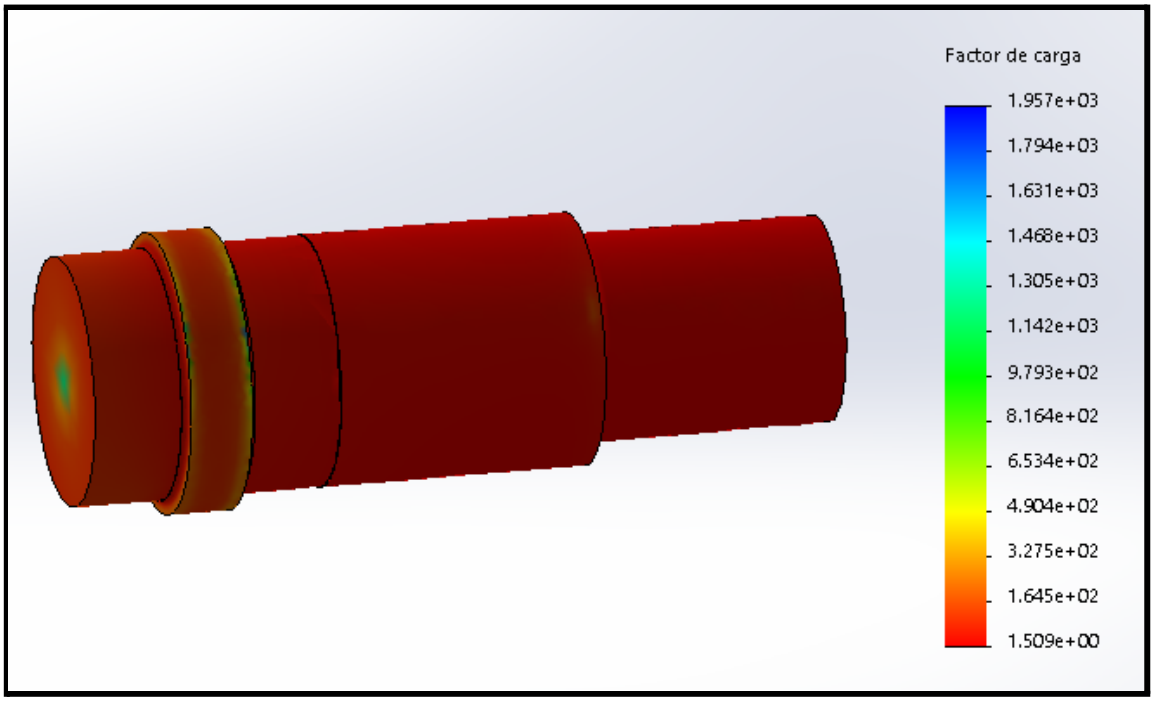
| DIMENSIONAMIENTO POR FATIGA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Pasos** | **Factores** | **Nomenclatura** | **Valor** | **Unidad** |
| 1 | Resistencia a la tracción | Su | 1590 | Mpa |
| 2 | Proceso de manufactura | - | Maquinado | - |
| 3 | Resistencia fatiga inicial | Sn | 795 | Mpa |
| 4 | Factor de material | Cm | 0,8 | - |
| 5 | Factor tipo de esfuerzo | Cst | 1 | - |
| 6 | Factor de confiabilidad | Cr | 0,9 | - |
| 7 | Factor por tamaño | Cs | 0,85 | - |
| 8 | Resistencia a la fatiga real | Sn' | **487,2** | **MPa** |

| CÁLCULO DE TENSIONES | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | Mf | 1200000 | [Nmm] |
| Momento torsor | Mt | 0 | [Nmm] |
| Tensión según flexión | σ flexión | 340 | [Mpa] |
| Tensión según torque | σ torque | 0 | [Mpa] |
| Tensión máxima | σ máx | 442 | [Mpa] |
| Tensión mínima | σ mín | 238 | [Mpa] |
| Amplitud de la tensión | σa | 102 | [Mpa] |
| Tensión media | σm | 340 | [Mpa] |
| **CRITERIO DE GOODMAN** | | | |
| Factor concentración de esfuerzos | Kt | 1,9 | - |
| Factor de carga para fatiga | Nd | 1,63 | - |

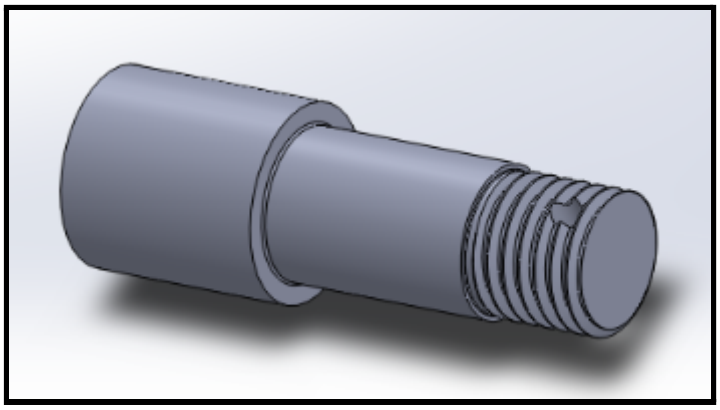
## Estudio estático




## Estudio dinámico



PZA 01-08-04



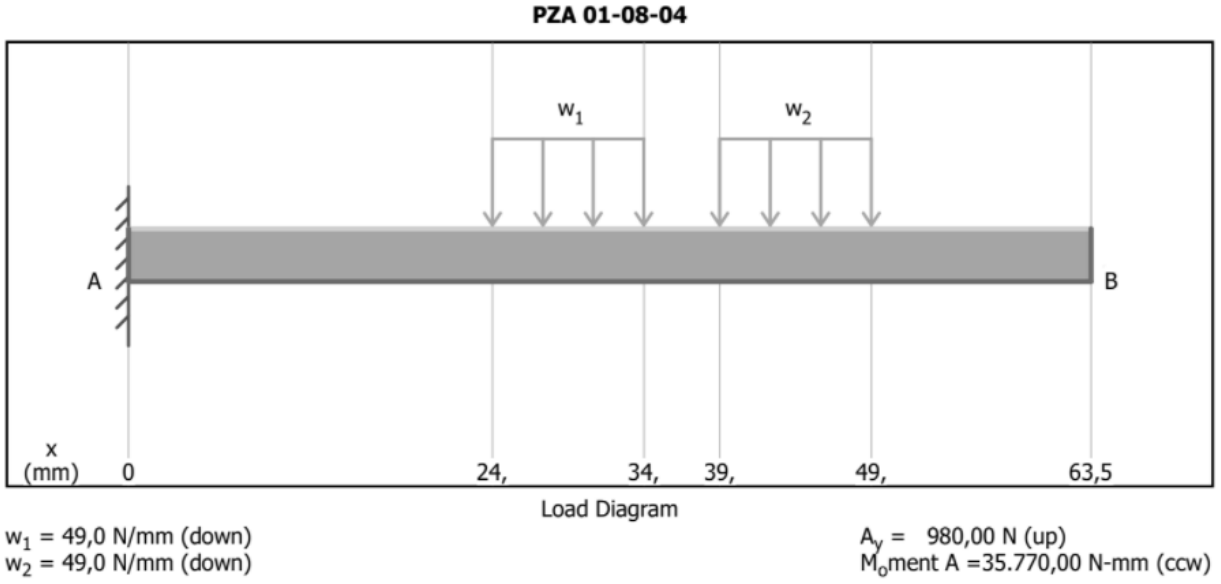
| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-08 | PZA 01-08-04 | FLEXIÓN - CORTE - CARGAS CÍCLICAS - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Eje de la cuchilla fertilizante. |

El eje de la cuchilla fertilizante deberá soportar la fuerza correspondiente a la resultante entre la disposición horizontal y vertical planteada. A su vez, se tomará la mitad de esta fuerza actuando en cada uno de los dos rodamientos con la intención de repartirla por igual en ambos.

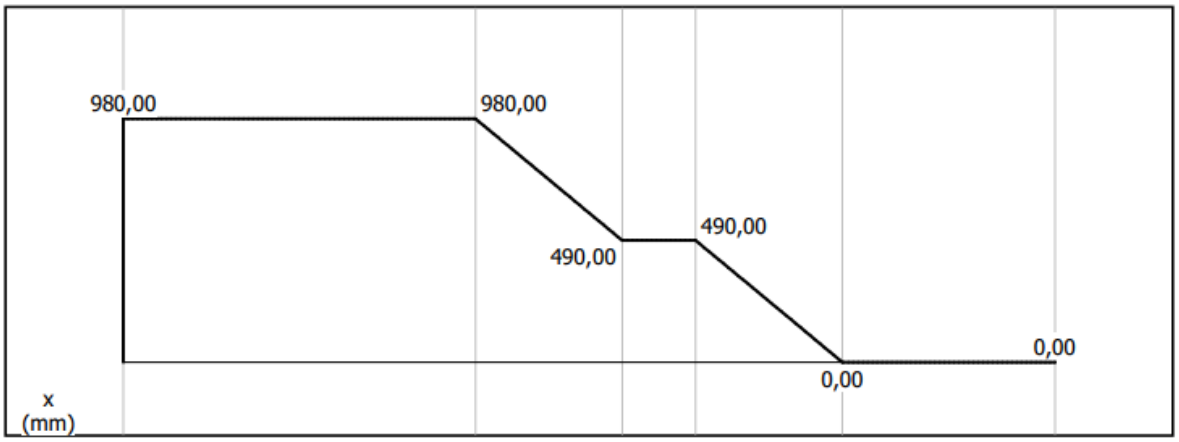
$Ffert = \sqrt{(Ffert\ v)^2 + (Ffert\ h)^2} = \sqrt{(955\ N)^2 + (222,5\ N)^2} = 980\ N$

$Fcorte/2 = 490\ N$

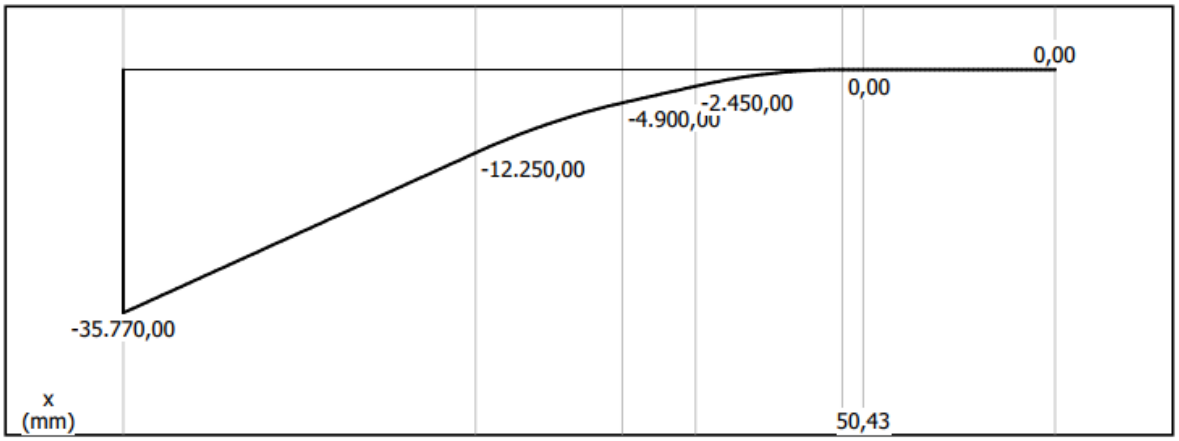
## Diagrama de cuerpo libre



## Diagramas de solicitaciones



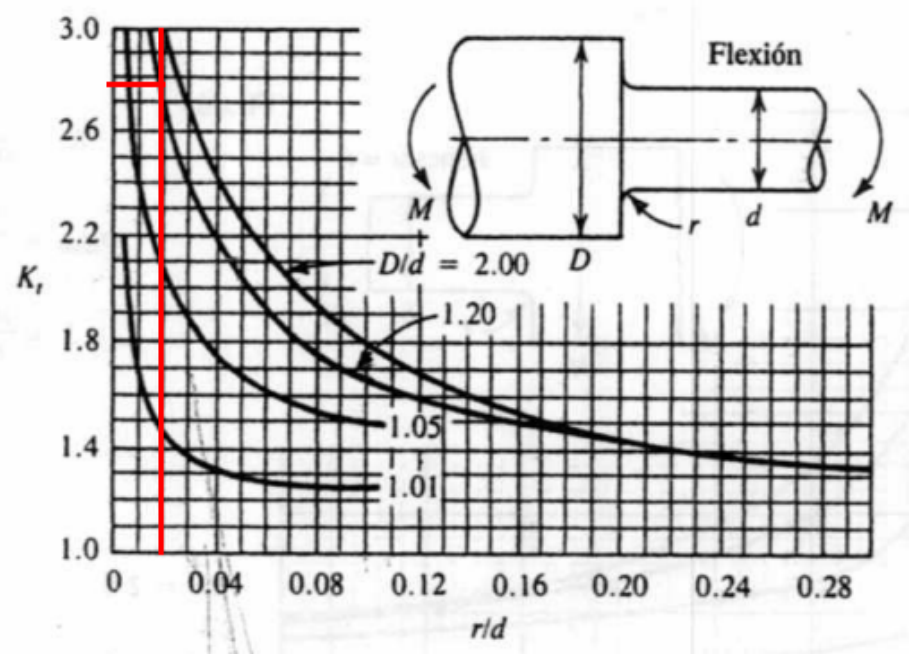

Shear Diagram (N)




Moment Diagram (N-mm)

## Cálculos

| DATOS | | |
|---|---|---|
| Material | **SAE 1050** | - |
| Resistencia a la tracción | 690 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 580 | [MPa] |



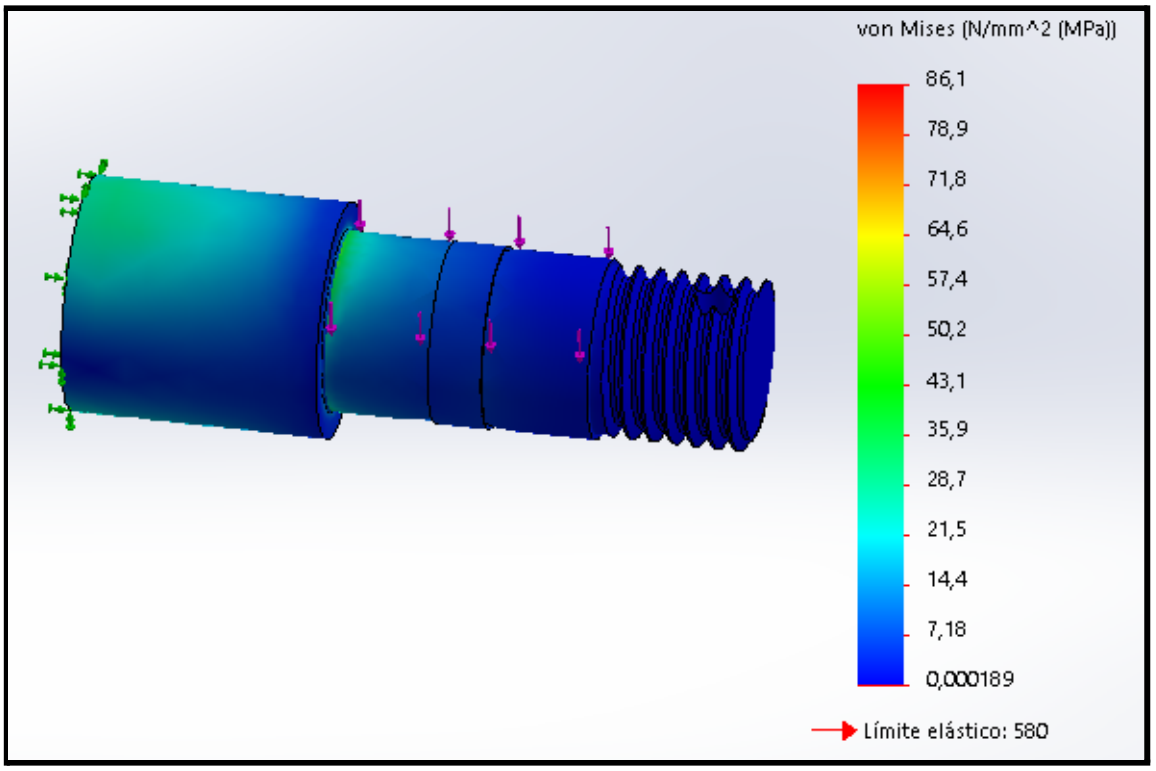

| DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| Factor de diseño | N | 2 | - |
| Factor concentración esfuerzos por flexión | Kt | 2,8 | - |
| Resistencia a la fluencia | Sy | 580 | Mpa - [N/mm2] |
| Momento flector | M | 35770 | [Nmm] |
| Momento torsor | T | 0 | [Nmm] |
| Diámetro teórico | d | 15,21 | [mm] |

| VERIFICACIÓN AL CORTE | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza aplicada | P | 980 | [N] |
| Resistencia del material admisible | Tau | 580 | Mpa - [N/mm2] |
| Diámetro teórico | d | 1,47 | [mm] |
| | | | |
| | | | |
| **Diámetro adoptado** | **D** | **17** | **[mm]** |

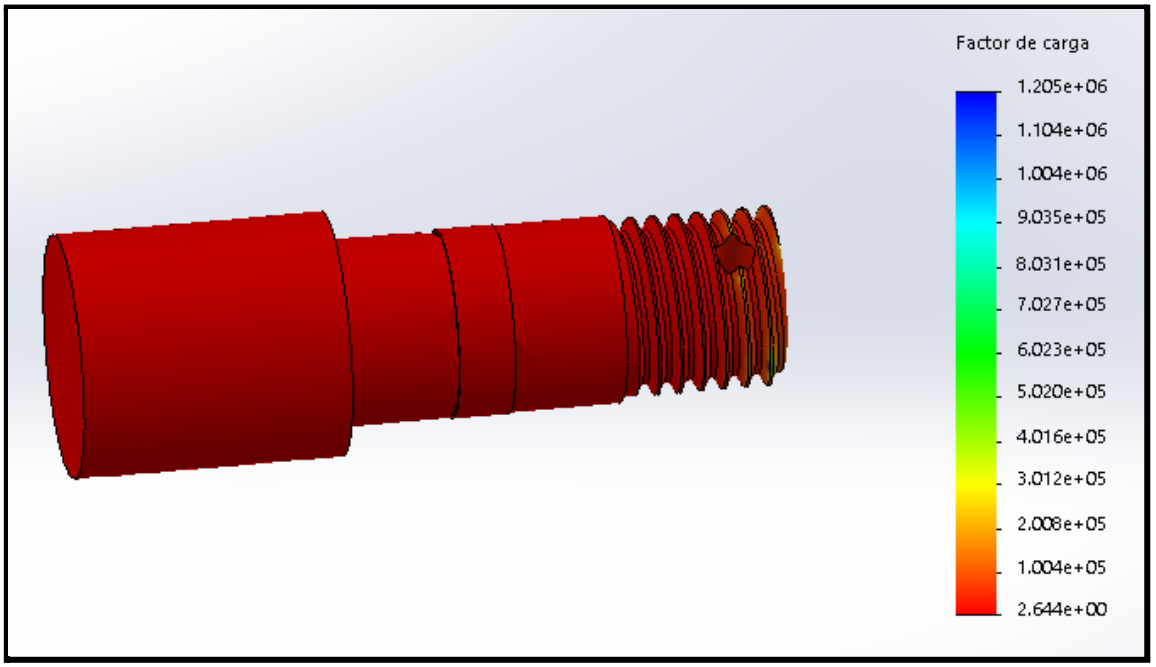
| DIMENSIONAMIENTO POR FATIGA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Pasos** | **Factores** | **Nomenclatura** | **Valor** | **Unidad** |
| 1 | Resistencia a la tracción | Su | 690 | Mpa |
| 2 | Proceso de manufactura | - | Maquinado | - |
| 3 | Resistencia fatiga inicial | Sn | 345 | Mpa |
| 4 | Factor de material | Cm | 0,8 | - |
| 5 | Factor tipo de esfuerzo | Cst | 1 | - |
| 6 | Factor de confiabilidad | Cr | 0,9 | - |
| 7 | Factor por tamaño | Cs | 0,92 | - |
| 8 | Resistencia a la fatiga real | Sn' | **227,4** | **MPa** |

| CÁLCULO DE TENSIONES | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | Mf | 35770 | [Nmm] |
| Momento torsor | Mt | 0 | [Nmm] |
| Tensión según flexión | σ flexión | 74 | [Mpa] |
| Tensión según torque | σ torque | 0 | [Mpa] |
| Tensión máxima | σ máx | 96 | [Mpa] |
| Tensión mínima | σ mín | 52 | [Mpa] |
| Amplitud de la tensión | σa | 22 | [Mpa] |
| Tensión media | σm | 74 | [Mpa] |
| **CRITERIO DE GOODMAN** | | | |
| Factor concentración de esfuerzos | Kt | 2,8 | - |
| Factor de carga para fatiga | Nd | 2,62 | - |

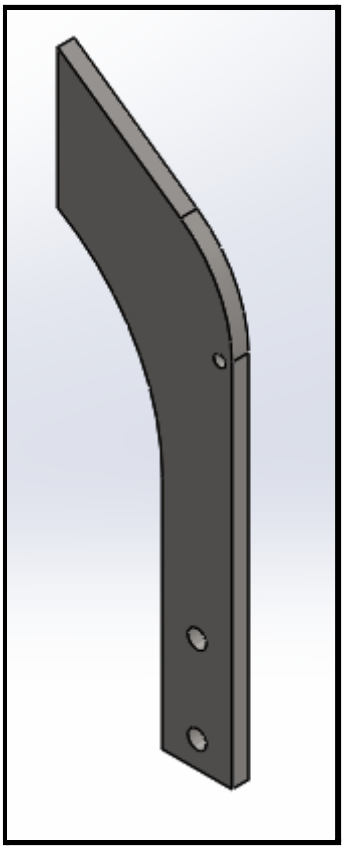
## Estudio estático




## Estudio dinámico



PZA 01-10-02



| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-10 | PZA 01-10-02 | FLEXIÓN - CARGAS CÍCLICAS | Timón para púa. |

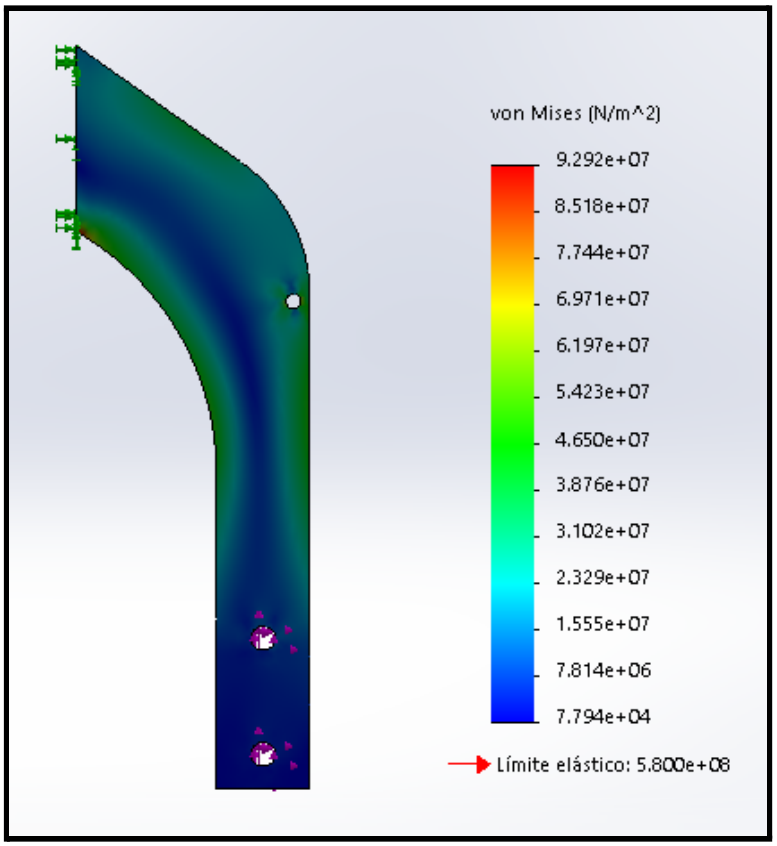
La fuerza aplicada sobre este órgano es la que recibe la púa dividida por 2, ya que son dos piezas iguales las que sujetan el órgano activo en cuestión.

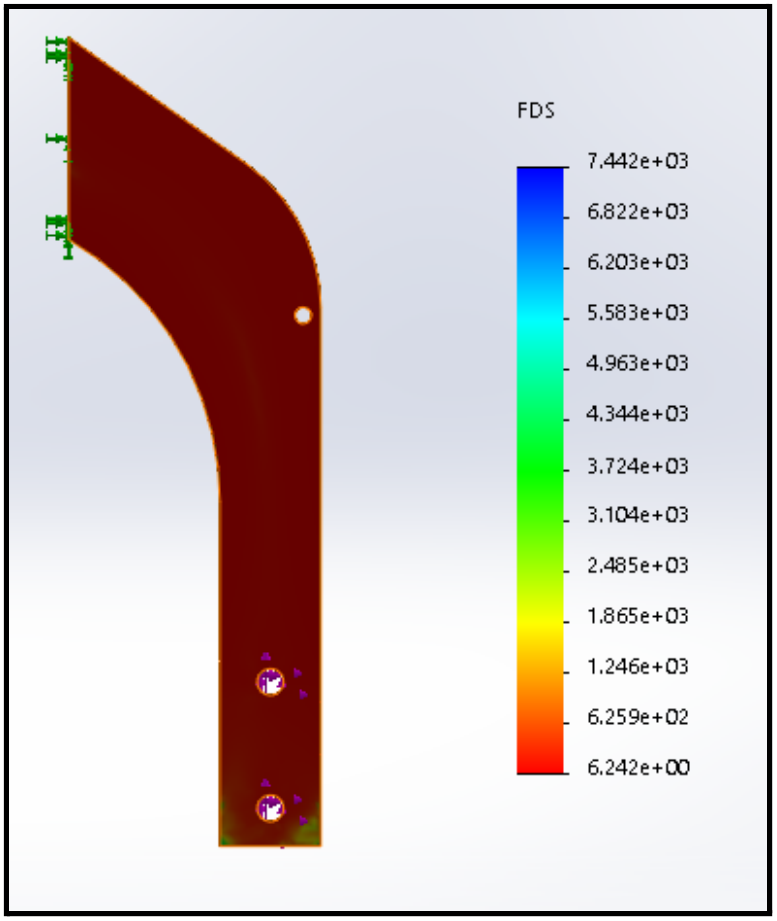
$Fpúa\ h\ = 1950\ N$
$Fpúa\ h/\ 2\ = 975\ N$

$Fpúa\ v\ = 2250\ N$
$Fpúa\ v\ /\ 2\ = 1125\ N$

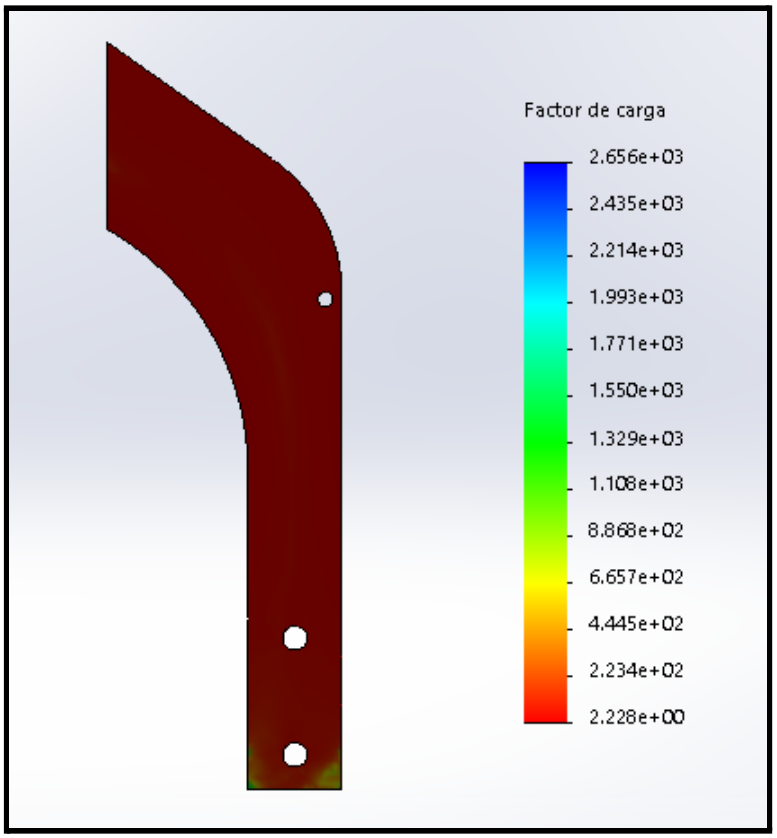
| DATOS | | |
|---|---|---|
| Material | **SAE 1050** | - |
| Resistencia a la tracción | 690 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 580 | [MPa] |

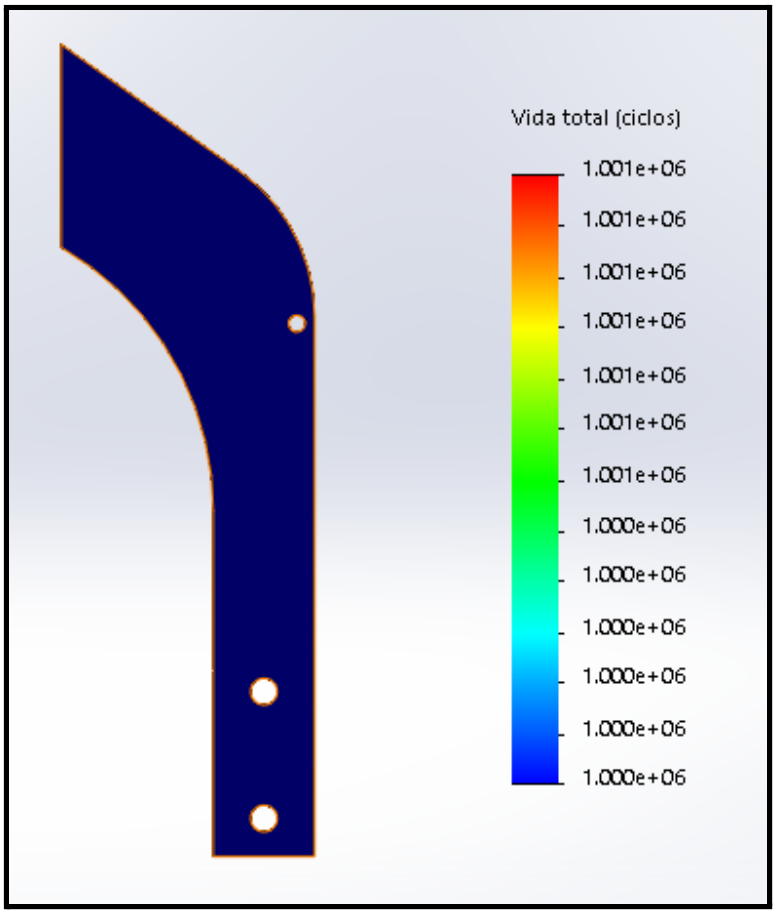
## Estudio estático



## Estudio dinámico



PZA 01-12-04

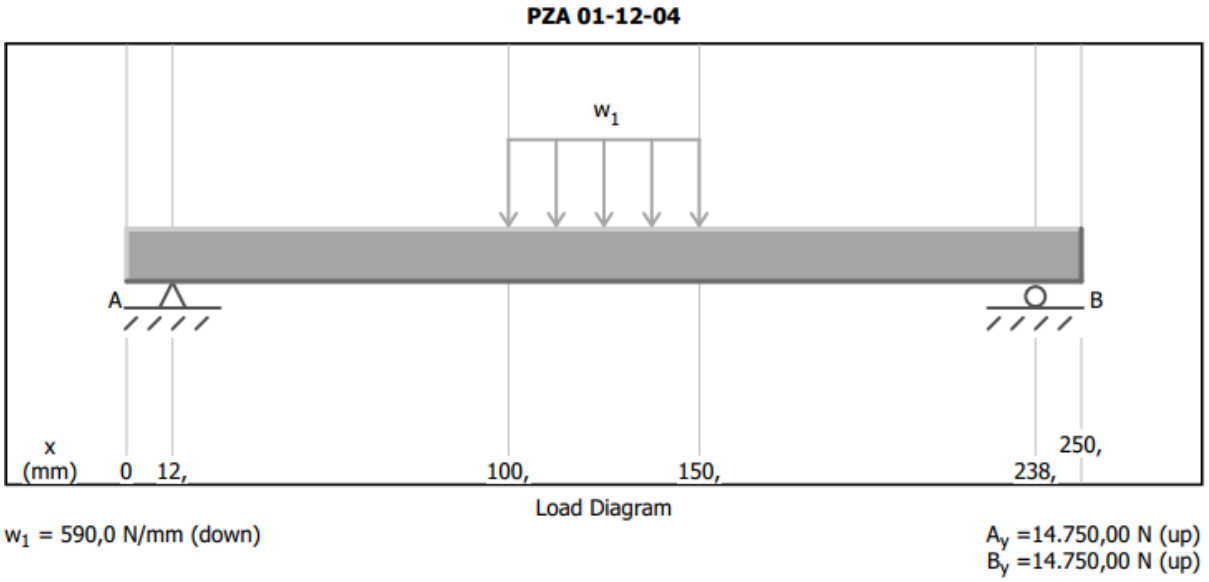


| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-12 | PZA 01-12-04 | FLEXIÓN - CONCENTRACIÓN DE TENSIONES | Perno que reemplaza la percha |

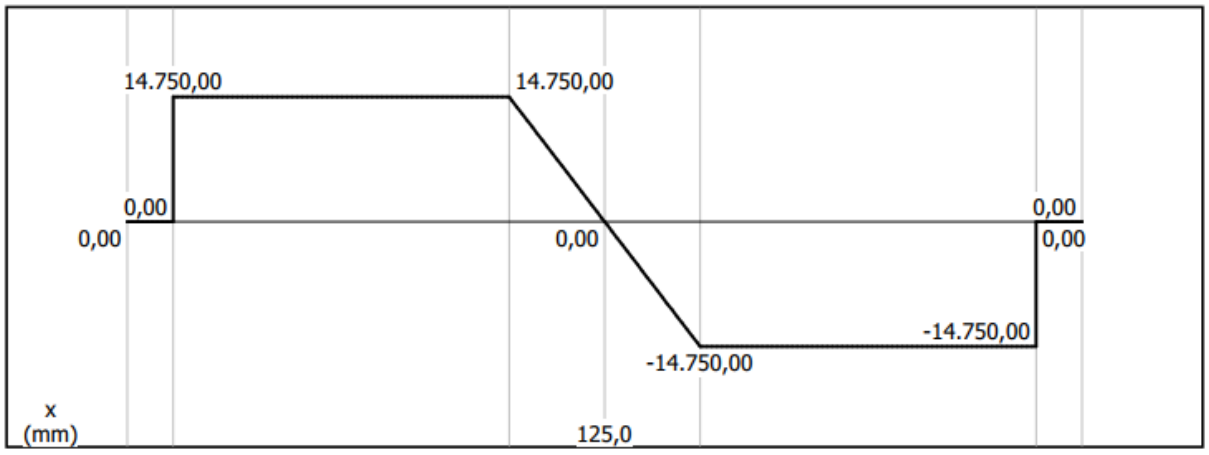
Para dimensionar este eje se considera la fuerza máxima que podrá ejercer el cilindro para el control de profundidad, donde la misma se reparte en la porción que ocupará la puntera del cilindro.

$F\,prof.\ v\ =\ 29500\ N$

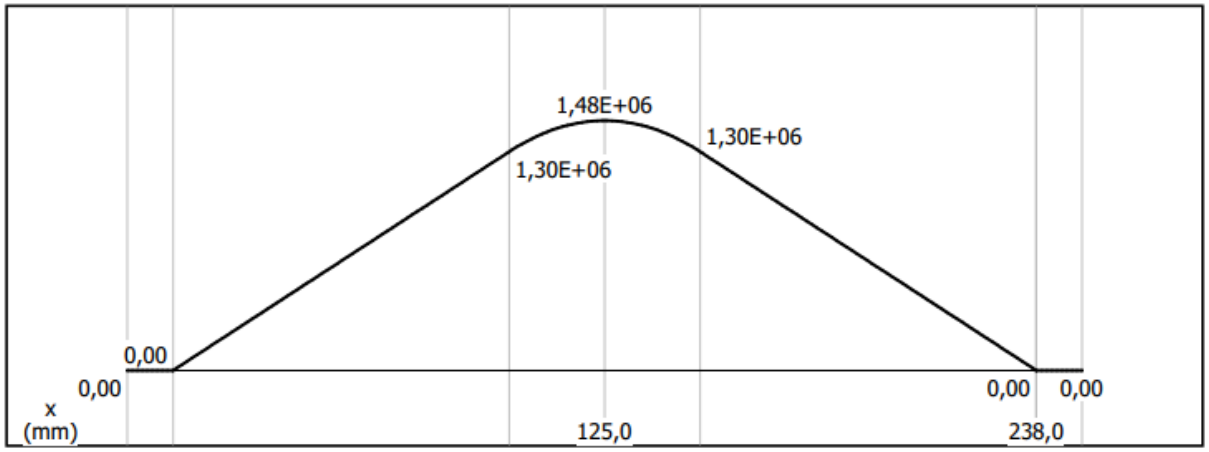
## Diagrama de cuerpo libre



## Diagramas de solicitaciones




Shear Diagram (N)




Moment Diagram (N-mm)

## Cálculos

| DATOS | | |
|---|---|---|
| Material | SAE 4140 OQT 700 | |
| Resistencia a la tracción | 1590 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 1460 | [MPa] |

| DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| Factor de diseño | N | 2 | - |
| Factor concentración esfuerzos por flexión | Kt | 1 | - |
| Resistencia a la fluencia | Sy | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Momento flector | M | 1480000 | [Nmm] |
| Momento torsor | T | 0 | [Nmm] |
| Diámetro teórico | d | 27,44 | [mm] |

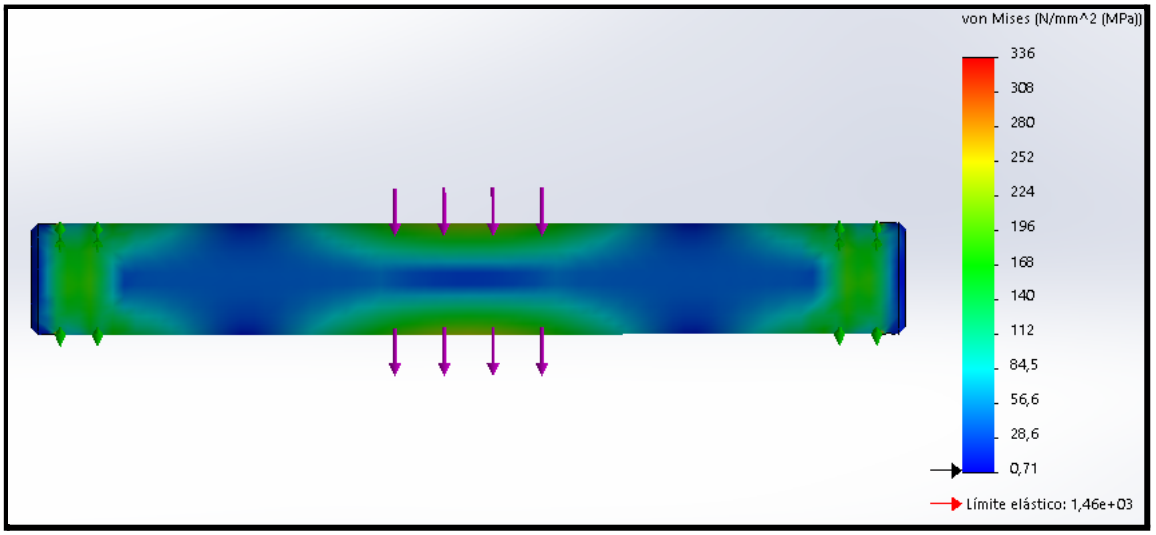
| VERIFICACIÓN AL CORTE | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza aplicada | P | 14750 | [N] |
| Resistencia del material admisible | Tau | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Diámetro teórico | d | 3,59 | [mm] |
| | | | |
| | | | |
| **Diámetro adoptado** | **D** | **32** | **[mm]** |

| DIMENSIONAMIENTO POR FATIGA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Pasos** | **Factores** | **Nomenclatura** | **Valor** | **Unidad** |
| 1 | Resistencia a la tracción | Su | 1590 | Mpa |
| 2 | Proceso de manufactura | - | Maquinado | - |
| 3 | Resistencia fatiga inicial | Sn | 795 | Mpa |
| 4 | Factor de material | Cm | 0,8 | - |
| 5 | Factor tipo de esfuerzo | Cst | 1 | - |
| 6 | Factor de confiabilidad | Cr | 0,9 | - |
| 7 | Factor por tamaño | Cs | 0,85 | - |
| 8 | Resistencia a la fatiga real | Sn' | **488,8** | **MPa** |

| CÁLCULO DE TENSIONES | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | Mf | 1480000 | [Nmm] |
| Momento torsor | Mt | 0 | [Nmm] |
| Tensión según flexión | σ flexión | 460 | [Mpa] |
| Tensión según torque | σ torque | 0 | [Mpa] |
| Tensión máxima | σ máx | 598 | [Mpa] |
| Tensión mínima | σ mín | 322 | [Mpa] |
| Amplitud de la tensión | σa | 138 | [Mpa] |
| Tensión media | σm | 460 | [Mpa] |
| **CRITERIO DE GOODMAN** | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Factor concentración de esfuerzos | Kt | 1 | - |
| Factor de carga para fatiga | Nd | 1,75 | - |

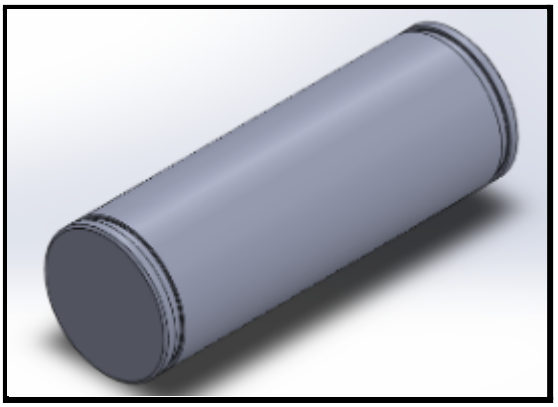
## Estudio estático




## Estudio dinámico



PZA 01-13-03

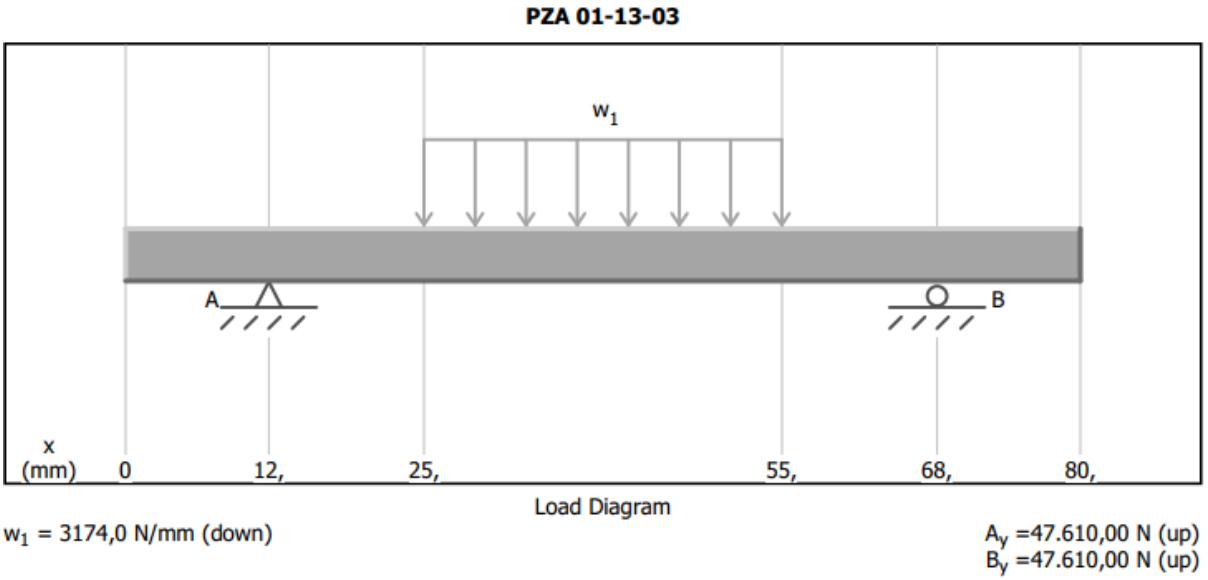


| *SUBCONJUNTO* | *NOMBRE DEL ELEMENTO* | *ESTADOS DE SOLICITACIÓN* | *OBSERVACIONES* |
|---|---|---|---|
| STO 01-13 | PZA 01-13-03 | FLEXIÓN - CORTE | Perno de la puntera inferior del cilindro de carga |

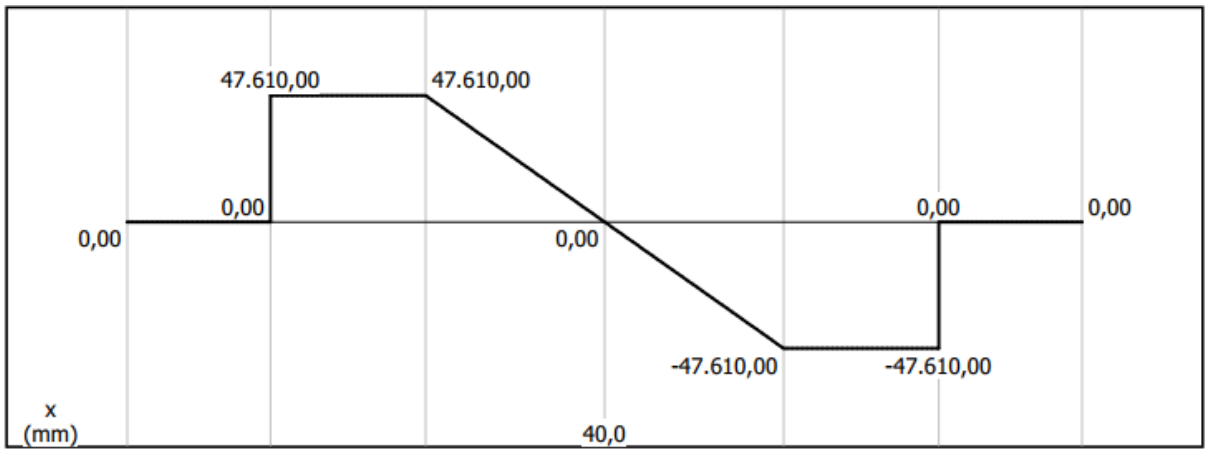
Por último, para esta pieza se consideró la fuerza máxima que podrá ejercer el cilindro para el control de carga (teniendo en cuenta el agregado del 30%) y aplicada en la superficie de apoyo central del eje.

$F\ cilind\ = 95220\ N$

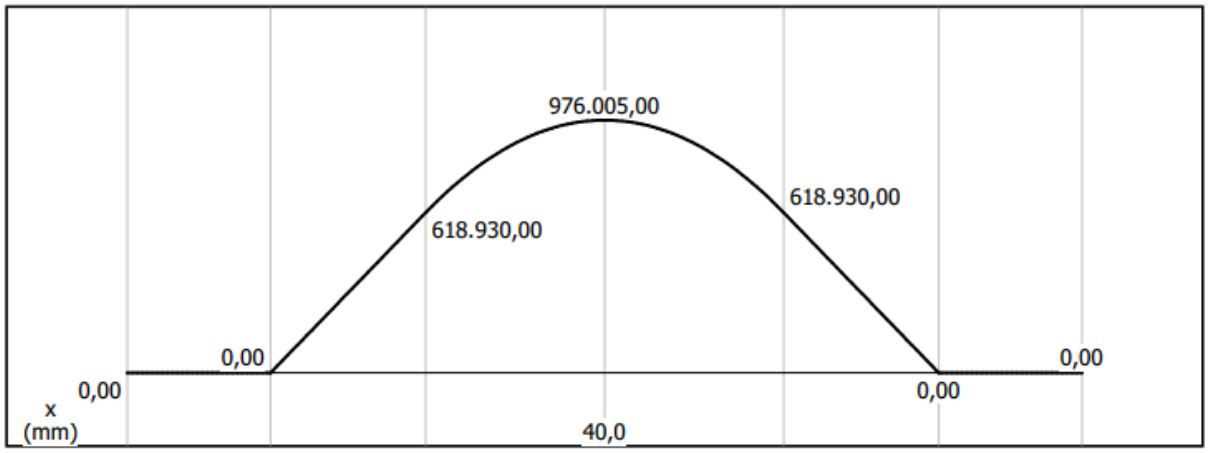
## Diagrama de cuerpo libre



## Diagramas de solicitaciones




Shear Diagram (N)




Moment Diagram (N-mm)

## Cálculos

| DATOS | | |
|---|---|---|
| Material | SAE 4140 OQT 700 | |
| Resistencia a la tracción | 1590 | [MPa] |
| Resistencia a la fluencia | 1460 | [MPa] |

| DIMENSIONAMIENTO A LA FLEXIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| Factor de diseño | N | 2 | - |
| Factor concentración esfuerzos por flexión | Kt | 1 | - |
| Resistencia a la fluencia | Sy | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Momento flector | M | 976005 | [Nmm] |
| Momento torsor | T | 0 | [Nmm] |
| Diámetro teórico | d | 23,88 | [mm] |

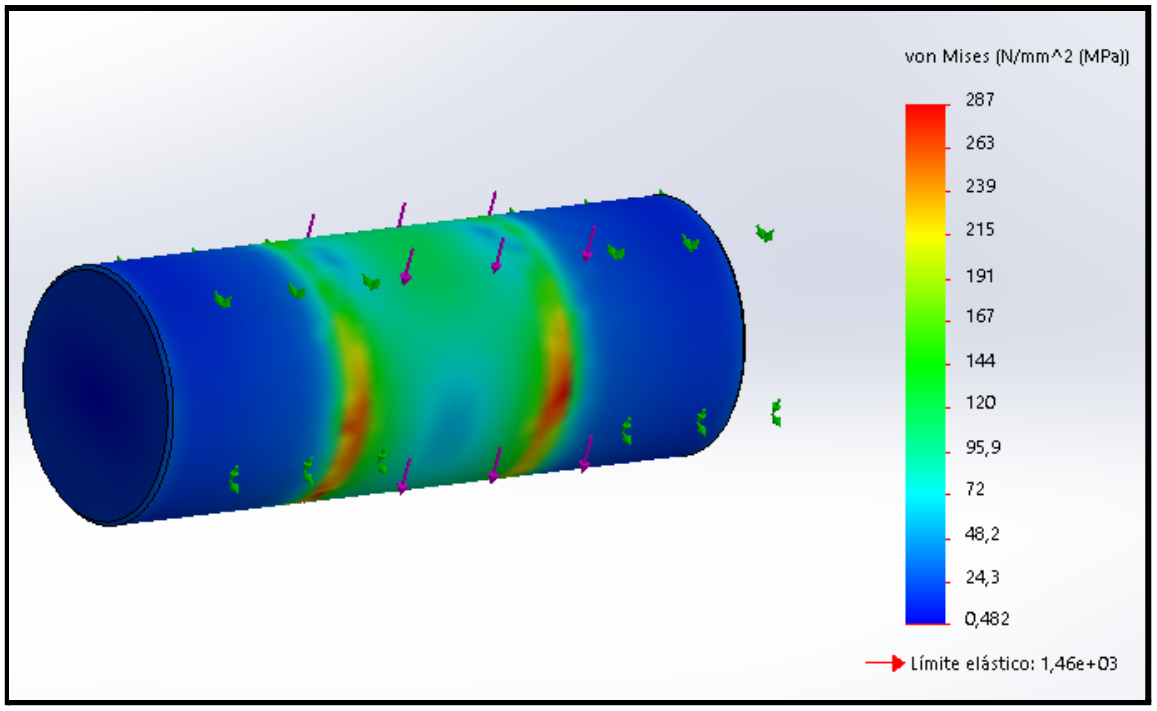
| VERIFICACIÓN AL CORTE | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza aplicada | P | 47610 | [N] |
| Resistencia del material admisible | Tau | 1460 | Mpa - [N/mm2] |
| Diámetro teórico | d | 6,44 | [mm] |
| | | | |
| | | | |
| **Diámetro adoptado** | **D** | **30** | **[mm]** |

| DIMENSIONAMIENTO POR FATIGA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Pasos** | **Factores** | **Nomenclatura** | **Valor** | **Unidad** |
| 1 | Resistencia a la tracción | Su | 1590 | Mpa |
| 2 | Proceso de manufactura | - | Maquinado | - |
| 3 | Resistencia fatiga inicial | Sn | 795 | Mpa |
| 4 | Factor de material | Cm | 0,8 | - |
| 5 | Factor tipo de esfuerzo | Cst | 1 | - |
| 6 | Factor de confiabilidad | Cr | 0,9 | - |
| 7 | Factor por tamaño | Cs | 0,86 | - |
| 8 | Resistencia a la fatiga real | Sn' | **492,3** | **MPa** |

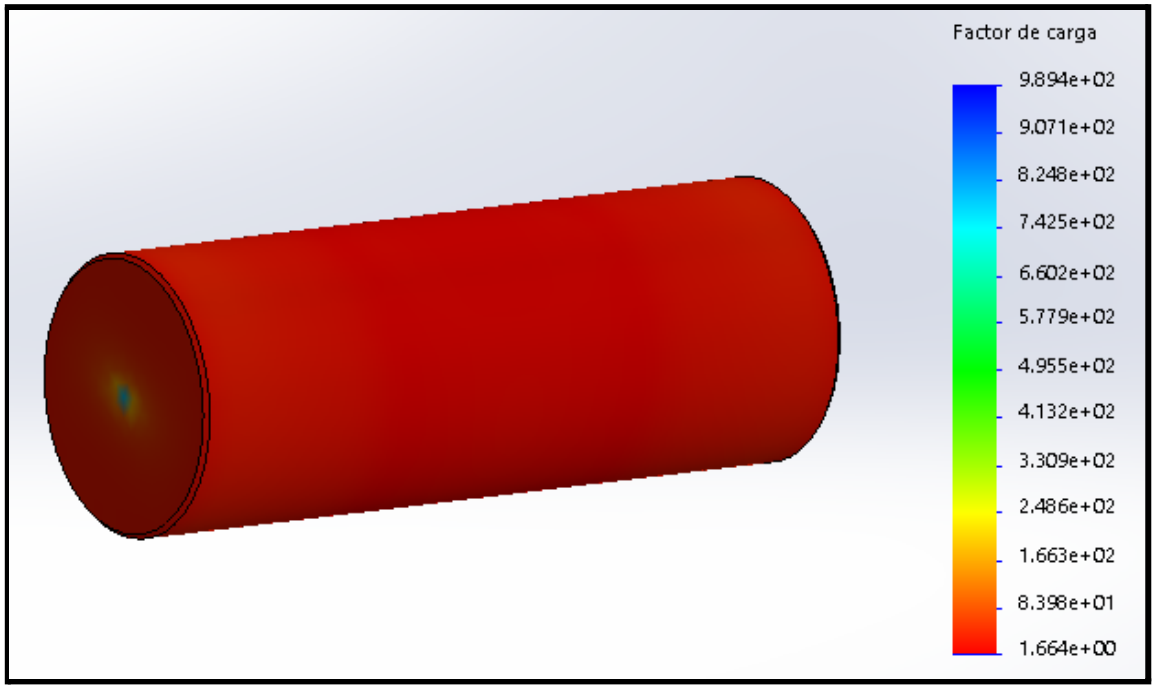
| CÁLCULO DE TENSIONES | | | |
|---|---|---|---|
| Momento flector | Mf | 976005 | [Nmm] |
| Momento torsor | Mt | 0 | [Nmm] |
| Tensión según flexión | σ flexión | 368 | [Mpa] |
| Tensión según torque | σ torque | 0 | [Mpa] |
| Tensión máxima | σ máx | 479 | [Mpa] |
| Tensión mínima | σ mín | 258 | [Mpa] |
| Amplitud de la tensión | σa | 110 | [Mpa] |
| Tensión media | σm | 368 | [Mpa] |
| **CRITERIO DE GOODMAN** | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Factor concentración de esfuerzos | Kt | 1 | - |
| Factor de carga para fatiga | Nd | 2,19 | - |

## Estudio estático




## Estudio dinámico



# Anexo C

# Elementos comerciales

Rueda niveladora:



## 55340

90x350 mm

SEMINEUMÁTICA – BANDA REDONDA

3 9/16" x 14"

90×350 mm



Categorías: Agrícola, Cubiertas y Ruedas

Cuchillas de corte tipo “turbo”:



**Cuchilla Directa 20 ondas**

Ancho de la banda labrada: 9 a 11 mm

Esta cuchilla tiene la capacidad de reunir todas las características principales de las cuchillas onduladas.

Tiene una excelente capacidad de corte de rastrojo en todas las condiciones de suelo, una mínima fuerza vertical de penetración debido a la combinación de onda tangencial y principalmente por la onda lineal asimétrica.

**Cuchilla Directa 30 ondas**

Ancho de la banda labrada: 7-9 mm

De características similares a la Directa de 20 ondas, solo que de menos ancho para hacer menor remoción aün.

Fertilización (20 ondas)

| DIAM " | ESP MM | CÓDIGO | MODELO Y/O APLICACION | AGUJERO CENTRAL | AGUJEROS LATERALES |
|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 3 | 5141 W5 | VHB - Migra- Sembrar | Red 48 mm | 3 Red 10 mm RA 41 mm |
| 14 | 3 | 5141 W20 | Baldan | Red 80 mm | 6 Red 9 mm RA 57,5 mm |
| 14 | 3 | 5141 W21 | Emanuelle | Red 53 mm | 4 Red 8,5 mm RA 47 mm |
| | | | | | 4 Red 8,5 mm RA 74 mm |
| 15 | 4 | 5151 W4 | Fercam - Crucianelli | Red 68 mm | 3 Red 10 mm RA 48 mm |
| 15 | 4 | 5151 FF4 | Giorgi | Red 60 mm | 4 Red 10,0 mm RA 45,25 mm |
| 15 | 4 | 5151 FF6 | Erca | Red 75 mm | 4 Cuad 14 mm RA 60 mm |
| 15 | 4 | 5151 WW4 | VHB | Red 101,6 mm | 4 Red 13,5 mm RA 66,7 mm |
| 15 | 4 | 5151 DC9 | Bertini | Red 60,3 mm | 6 Red 8,5 mm RA 48 mm |
| 15 | 4 | 5151 W17 | Erca | Red 70,2 mm | 5 Cuad 10 mm RA 50 mm |
| 16 | 4 | 5161 DC3 | Pierobón | Red 60,3 mm | 6 Red 10,5 mm RA 52 mm |
| 16 | 4 | 5161 DC9 | Bertini | Red 60,3 mm | 6 Red 8,5 mm RA 48 mm |
| 16 | 4 | 5161 FF2 | Bertini - Ascanelli | Red 56,0 mm | 4 Red 10 mm RA 45,25 mm |
| 16 | 4 | 5161 FF4 | Giorgi | Red 60 mm | 4 Red 10 mm RA 45,25 mm |
| 16 | 4 | 5161 FF5 | Tedeschi - Apache - | Red 75 mm | 4 Red 13,5 mm RA 60 mm |
| 16 | 4 | 5161 FF6 | GH-Pla-Tedeschi-Fabimag Erca-Metar-Stefoni-Achilli Di Battista-Du Maire-Gimetal | Red 75,0 mm | 4 Cuad 14 mm RA 60 mm |
| 16 | 4 | 5161 L3 | Pierobón - ADR-27 | Red 60,1 mm | 4 Red 10 mm RA 43,5 mm |
| 16 | 4 | 5161 L12 | Agco-M.Ferguson-Araus | Red 89 mm | 4 Red 14,3 mm RA 66,7 mm |
| 16 | 4 | 5161 W4 | Crucianelli-Gringa III Fercam | Red 68 mm | 3 Red 10 mm RA 48 mm |
| 16 | 4 | 5161 W6 | Fercam (anterior) Agroindustrial - Ascanelli | Red 66,5 mm | 4 Red 10,25 mm RA 47 mm |

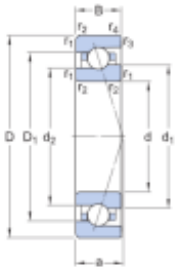
Siembra (33 ondas)

| DIAM " | ESP MM | CÓDIGO | MODELO Y/O APLICACION | AGUJERO CENTRAL | AGUJEROS LATERALES |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 4 | 5161 WW2 | Fabimag | Red 65,5 mm | 4 Red 13,5 mm RA 51 mm |
| 16 | 4 | 5161 WW4 | VHB | Red 101,6 mm | 4 Red 13,5 mm RA 66,7 mm |
| 16 | 4 | 5161 WW6 | Agrom-Great Plain-Kinze | Red 101,6 mm | 4 Cuad 14 mm RA 66,7 mm |
| 16 | 4 | 5161 CC27 | Super Walter | Red 71 mm | 5 Red 10,5 mm RA 55 mm |
| 16 | 4 | 5161 WW8 | J. Deere | Red 51 mm | 6 Red 11 mm RA 45 mm |
| 16 | 4 | 5161 WW14 | Apache | Red 101,6 mm | 6 Red 13,5 mm RA 74 mm |
| 16 | 4 | 5161 WW15 | Apache | Red 68 mm | 6 Red 12,5 mm RA 74 mm |
| 17 | 4 | 5171 FF4 | Giorgi | Red 60 mm | 4 Red 10 mm RA 45,25 mm |
| 17 | 4 | 5171 FF6 | Cele-Sembrar-Budassi-SR-Tedeschi Erca-Pla-Agrometal (anterior) | Red 75 mm | 4 Cuad 14 mm RA 60 mm |
| 17 | 4 | 5171 W4 | Crucianelli - Fercam | Red 68 mm | 3 Red 10 mm RA 48 mm |
| 17 | 4 | 5171 WW4 | Agrom Mega - Tx3 Tanzi - Great Plain | Red 101,6 mm | 4 Red 13,5 mm RA 66,7 mm |
| 18 | 4 | 5181 WW4 | Agrometal | Red 101,6 mm | 4 Cuad 14 mm RA 66,7 mm |
| 18 | 4 | 5181 FF6 | Dolbi - Templar - SR - Erca | Red 75 mm | 4 Cuad 14 mm RA 60 mm |
| 18 | 4 | 5181 W4 | Crucianelli - Fercam | Red 68 mm | 3 Red 10 mm RA 48 mm |
| 18 | 4 | 5181 W53 | Schiarre | Red 86 mm | 4 Cuad 14 mm RA 59 mm |

Rodamientos:

7003 ACE/HCP4A (Contacto angular)

## Technical specification

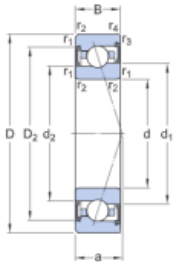


### DIMENSIONS

| | | |
|---|---|---|
| d | 17 mm | Bore diameter |
| D | 35 mm | Outside diameter |
| B | 10 mm | Width |
| d1 | 22.7 mm | Shoulder diameter of inner ring (large side face) |
| d2 | 21.1 mm | Shoulder diameter of inner ring (small side face) |
| D1 | 29.3 mm | Shoulder diameter of outer ring (large side face) |
| r1,2 | min.0.3 mm | Chamfer dimension (large side face) |
| r3,4 | min.0.15 mm | Chamfer dimension (small side face) |
| a | 11.2 mm | Distance from side face to pressure point |

S7003 CE/HCP4A (Contacto angular)

## Technical specification

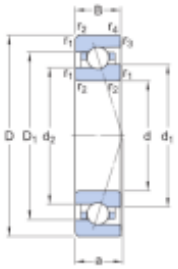


### DIMENSIONS

| | | |
|---|---|---|
| d | 17 mm | Bore diameter |
| D | 35 mm | Outside diameter |
| B | 10 mm | Width |
| d1 | 22.7 mm | Shoulder diameter of inner ring (large side face) |
| d2 | 21.1 mm | Shoulder diameter of inner ring (small side face) |
| D2 | 31.2 mm | Recess diameter of outer ring (large side face) |
| r1,2 | min.0.3 mm | Chamfer dimension (large side face) |
| r3,4 | min.0.15 mm | Chamfer dimension (small side face) |
| a | 8.6 mm | Distance from side face to pressure point |

7005 ACE/HCP4A (Contacto angular)

## Technical specification

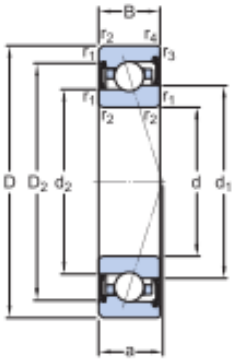


### DIMENSIONS

| | | |
|---|---|---|
| d | 25 mm | Bore diameter |
| D | 47 mm | Outside diameter |
| B | 12 mm | Width |
| d1 | 31.6 mm | Shoulder diameter of inner ring (large side face) |
| d2 | 29.8 mm | Shoulder diameter of inner ring (small side face) |
| D1 | 39.21 mm | Shoulder diameter of outer ring (large side face) |
| r1,2 | min.0.6 mm | Chamfer dimension (large side face) |
| r3,4 | min.0.3 mm | Chamfer dimension (small side face) |
| a | 14.4 mm | Distance from side face to pressure point |

S7008 CE/HCP4A (Contacto angular)

## Technical specification

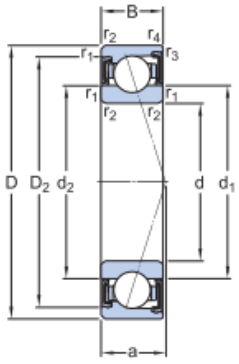


### DIMENSIONS

| | | |
|---|---|---|
| d | 40 mm | Bore diameter |
| D | 68 mm | Outside diameter |
| B | 15 mm | Width |
| $d_1$ | 49.7 mm | Shoulder diameter of inner ring (large side face) |
| $d_2$ | 47.6 mm | Shoulder diameter of inner ring (small side face) |
| $D_2$ | 60.85 mm | Recess diameter of outer ring (large side face) |
| $r_{1,2}$ | min. 1 mm | Chamfer dimension (large side face) |
| $r_{3,4}$ | min. 0.6 mm | Chamfer dimension (small side face) |
| a | 14.8 mm | Distance from side face to pressure point |

S7802 CD/HCP4A

## Technical specification

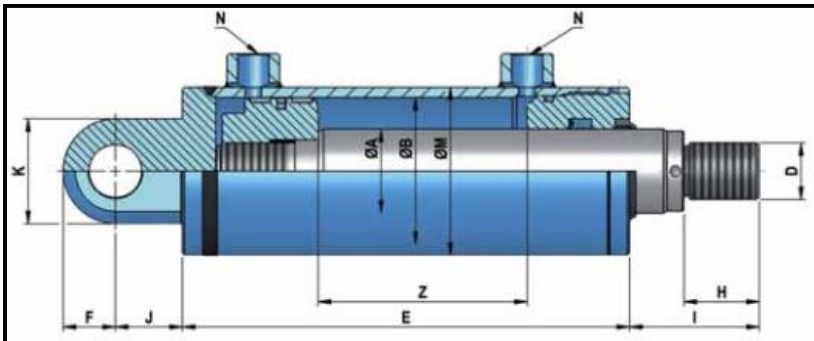



### DIMENSIONS

| | | |
|---|---|---|
| d | 40 mm | Bore diameter |
| D | 80 mm | Outside diameter |
| B | 18 mm | Width |
| $d_1$ | 53.3 mm | Shoulder diameter of inner ring (large side face) |
| $d_2$ | 53.3 mm | Shoulder diameter of inner ring (small side face) |
| $D_2$ | 69.7 mm | Recess diameter of outer ring (large side face) |
| $r_{1,2}$ | min. 1.1 mm | Chamfer dimension (large side face) |
| $r_{3,4}$ | min. 0.6 mm | Chamfer dimension (small side face) |
| a | 17.1 mm | Distance from side face to pressure point |

Cilindros hidráulicos:

Control de carga




| REF. | Ø A | Ø B | E | D | F | G | H | I | J | K | L | M | N BSP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8300/Z | 20 | 32 | 127 + Z | M14x1,5 | 13 | 16 | 18 | 35 | 20 | 26 | 12 | 42 | 1/4 |
| 8301/Z | 22 | | | | | | | | | | | | |
| 8302/Z | 25 | 40 | 122 + Z | M16x1,5 | 16 | 20 | 22 | 40 | 25 | 32 | 16 | 50 | 3/8 |
| 8303/Z | 28 | | | | | | | | | | | | |
| 8304/Z | 25 | | | | | | | | | | | | |
| 8305/Z | 28 | 50 | 132 + Z | M20x1,5 | 20 | 25 | 28 | 48 | 28 | 40 | 20 | 60 | 3/8 |
| 8306/Z | 30 | | | | | | | | | | | | |

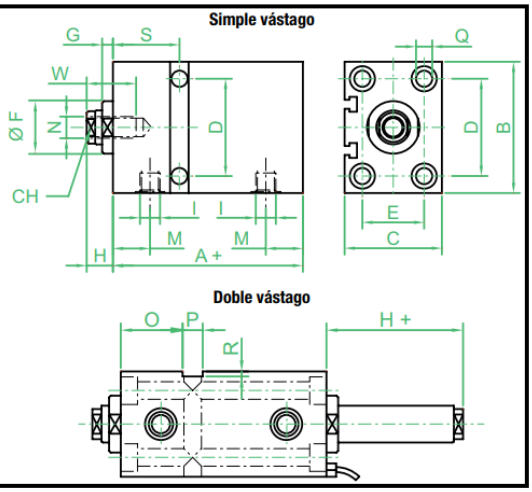
Z = carrera (a definir por el cliente).
Consultar amarres de vástago en la página 39.

*Z = stroke (to be defined by customer). Check rod attachments on page 39.*

*Z = course (à définir par le client). Vérifiez les fixations de tige sur page 39.*

Control de profundidad

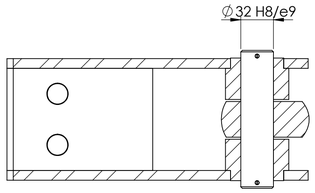
| STD - DIMENSIONES CILINDROS ESTÁNDAR (mm) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pistón | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| Vástago | 18 | 22 | 22 | 28 | 28 | 36 | 45 |
| **A** | 57+ | 60+ | 73+ | 75+ | 85+ | 100+ | 110+ |
| **B** | 65 | 75 | 85 | 100 | 115 | 140 | 170 |
| **C** | 45 | 55 | 63 | 75 | 90 | 110 | 140 |
| **CH** | 15 | 19 | 19 | 22 | 22 | 30 | 36 |
| **D** | 50 | 55 | 63 | 76 | 90 | 110 | 135 |
| **E** | 30 | 35 | 40 | 45 | 55 | 75 | 95 |
| **F** f8 | 32 | 34 | 34 | 42 | 50 | 60 | 72 |
| **G** | 6,5 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| **H** | 14 | 15 | 17 | 20 | 20 | 20 | 25 |
| **I*** | 1/4"x19 | 1/4"x19 | 1/4"x19 | 1/4"x19 | 3/8"x19 | 1/2"x14 | 1/2"x14 |
| **M** | 17 | 18 | 23,5 | 23,5 | 26 | 30 | 35 |
| **N** | M10x1.25 | M12x1.25 | M14x1.5 | M20x1.5 | M20x1.5 | M27x2 | M33x2 |
| **O** | 32 | 34 | 37 | 37,5 | 47,5 | 50 | 60 |
| **P** | 10 | 12 | 12 | 15 | 15 | 20 | 20 |
| **Q** | 8,5 | 10,5 | 10,5 | 13 | 13 | 17 | 17 |
| **R** | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **S** | 37 | 40 | 43 | 45 | 55 | 60 | 70 |
| **W** | 23 | 23 | 30 | 30 | 30 | 40 | 50 |



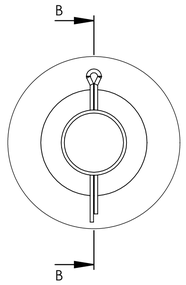

**<u>NOTA:</u> Todos los elementos normalizados (tornillería, arandelas, pasadores de aletas, pasadores de anillas, niples de engrase, retenes, anillos Seeger, entre otros) fueron seleccionado bajo Norma DIN.**

# Anexo D

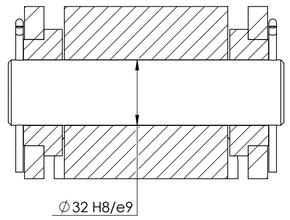
# Planos



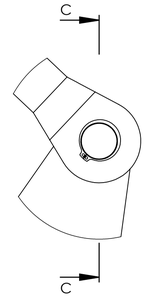

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



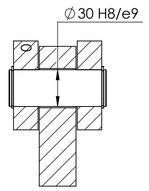

DETALLE B
ESCALA 2 : 3



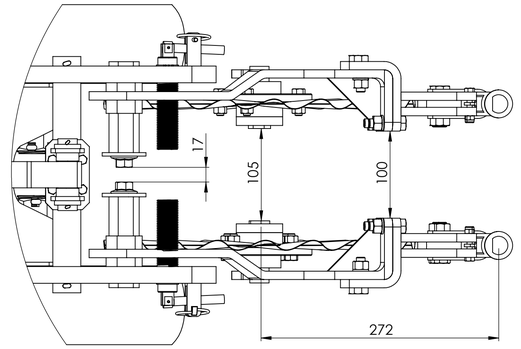

SECCIÓN B-B
ESCALA 2 : 3



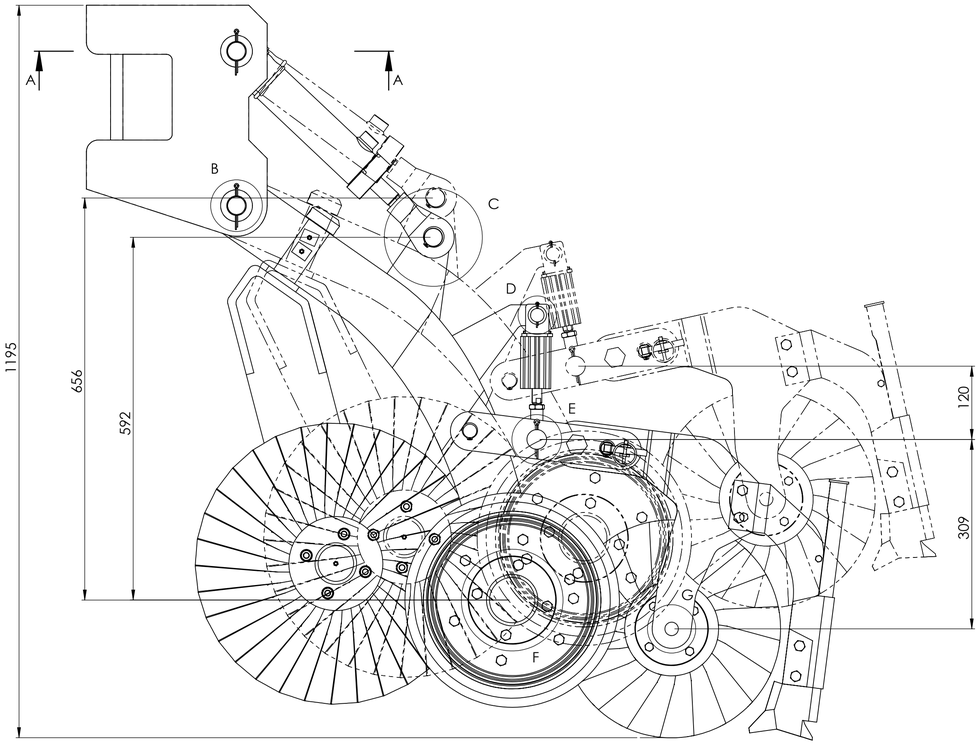

DETALLE C
ESCALA 2 : 5

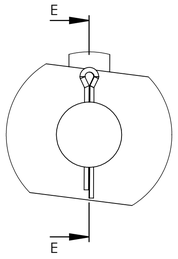



SECCIÓN C-C
ESCALA 2 : 5

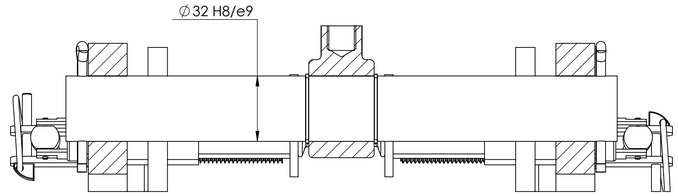



DETALLE A
ESCALA 1 : 3.5

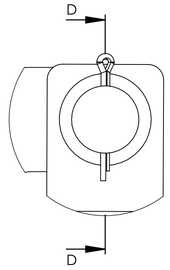


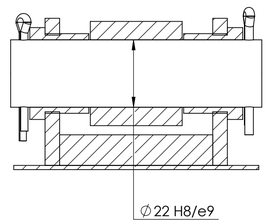

DETALLE E
ESCALA 2 : 3



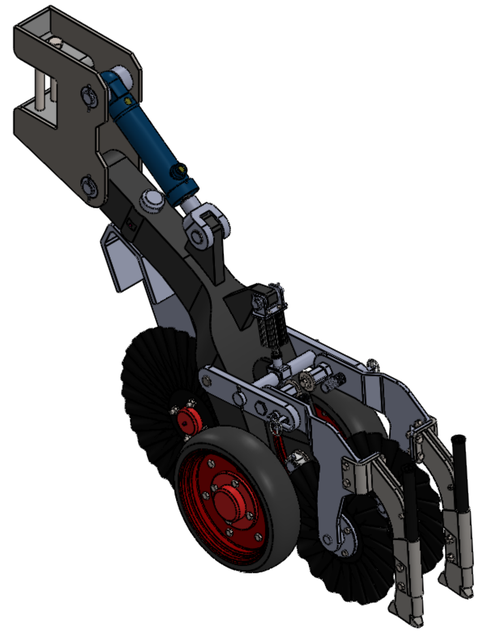

SECCIÓN E-E
ESCALA 2 : 3

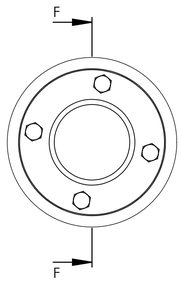



DETALLE D
ESCALA 1 : 1

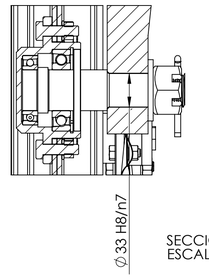


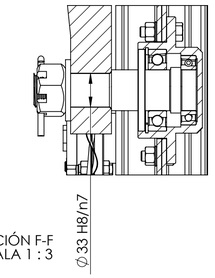

SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 1



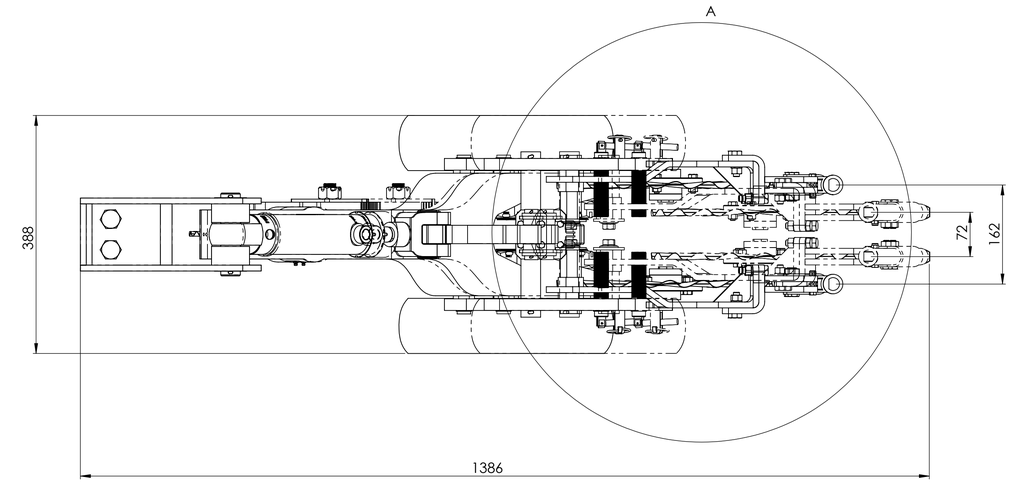


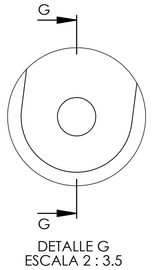

DETALLE F
ESCALA 1 : 3



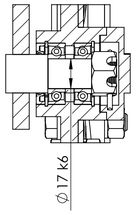



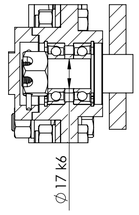

SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 3




DETALLE G
ESCALA 2 : 3.5




SECCIÓN G-G
ESCALA 2 : 3.5

Peso aproximado: 160,3 kg

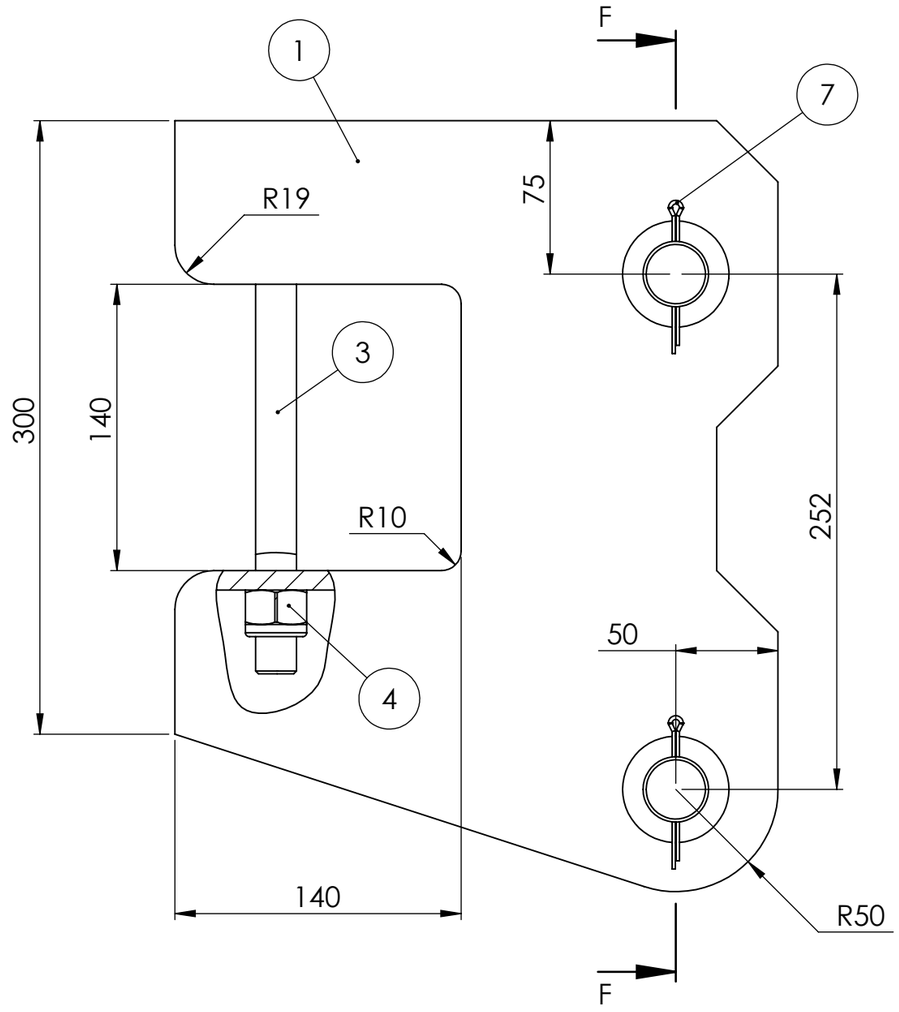
| POS. | DENOMINACIÓN | OBSERVACIONES | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Bastidor organos act. izq. | STO 01-08 | 1 | 3,5 kg |
| 7 | Cuchilla de corte para fertilización | STO 01-07 | 2 | 2,2 kg |
| 6 | Brazo cuchilla de corte para siembra | STO 01-06 | 1 | 12,1 kg |
| 5 | Rueda niveladora | STO 01-05 | 2 | 10,2 kg |
| 4 | Soporte fertilizador | STO 01-04 | 2 | 2,2 kg |
| 3 | Cuchilla de corte para siembra | STO 01-03 | 1 | 4,5 kg |
| 2 | Brazo principal | STO 01-02 | 1 | 67,3 kg |
| 1 | Pecho | STO 01-01 | 1 | 18,5 kg |

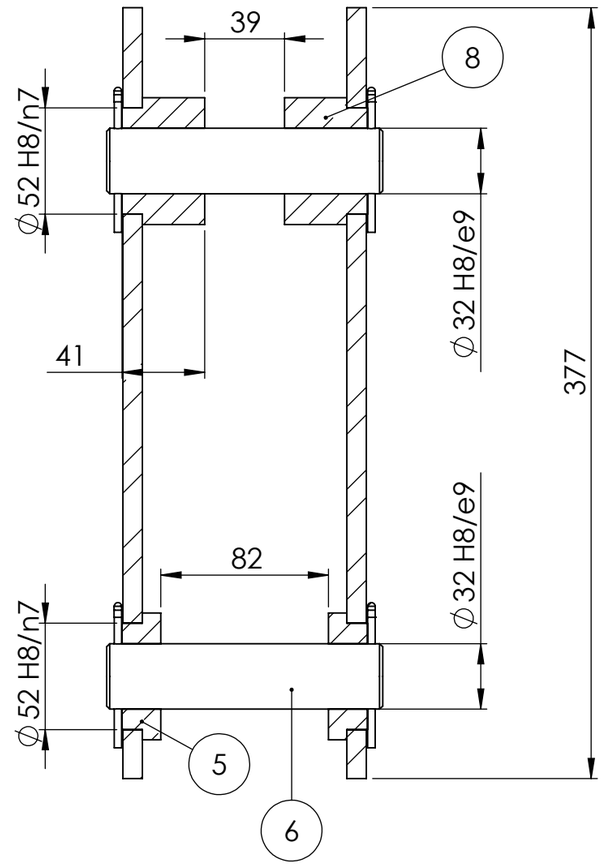
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | Control de carga | STO 01-13 | 1 | 10,6 kg |
| 12 | Control de profundidad | STO 01-12 | 1 | 3,1 kg |
| 11 | Púa fertilizante der. | STO 01-11 | 1 | 4 kg |
| 10 | Púa fertilizante izq. | STO 01-10 | 1 | 4 kg |
| 9 | Bastidor organos act. der. | STO 01-09 | 1 | 3,5 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

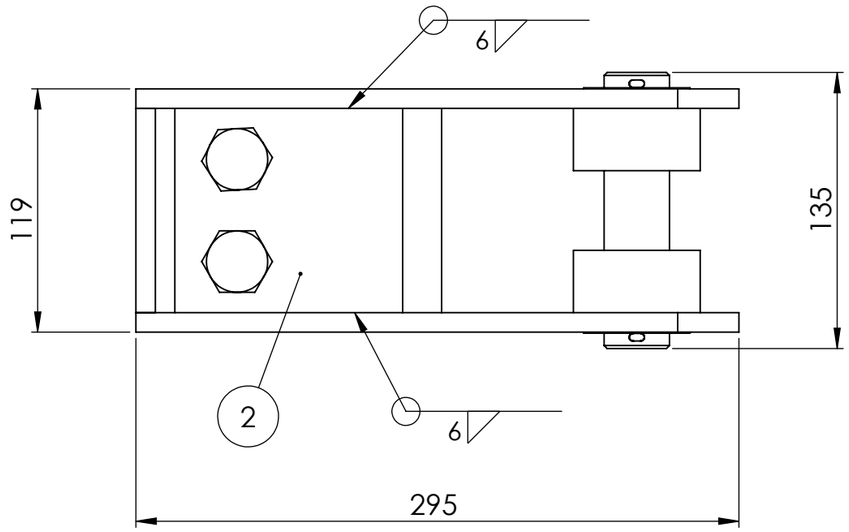
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 04/04/22 | 1:5 |

CTO - 01




SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 3



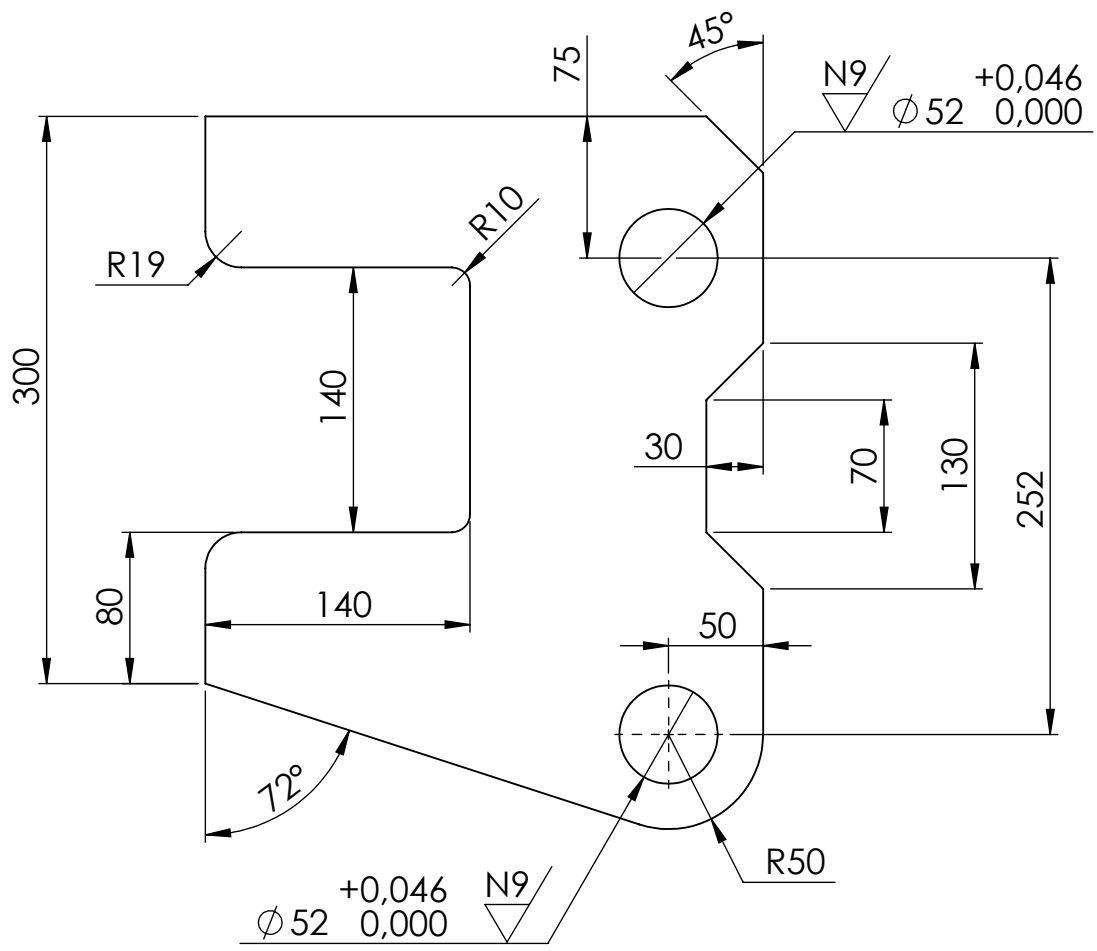

Peso aproximado: 18,5 kg

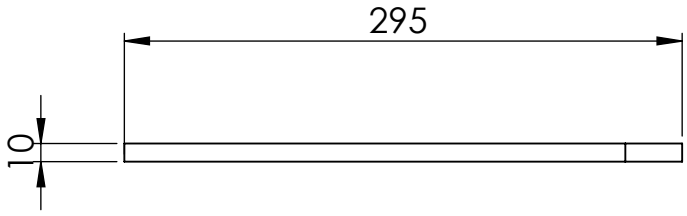
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Buje cilindro hidráulico | SAE 1020 | 2 | 0,65 kg |
| 7 | Pasador de aletas 4 x 63 DIN 94 | COMERCIAL | 4 | |
| 6 | Perno | SAE 4140 | 2 | 0,8 kg |
| 5 | Buje brazo fundido | SAE 1020 | 2 | 0,3 kg |
| 4 | Tuerca hex. M20 DIN 982 | COMERCIAL | 2 | |
| 3 | Tornillo hex. M20 x 200 x 52 DIN 24016 | COMERCIAL | 2 | |
| 2 | Plegado central | SAE 1010 | 1 | 4 kg |
| 1 | Oreja | SAE 1010 | 2 | 5,5 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:3 |

STO 01-01



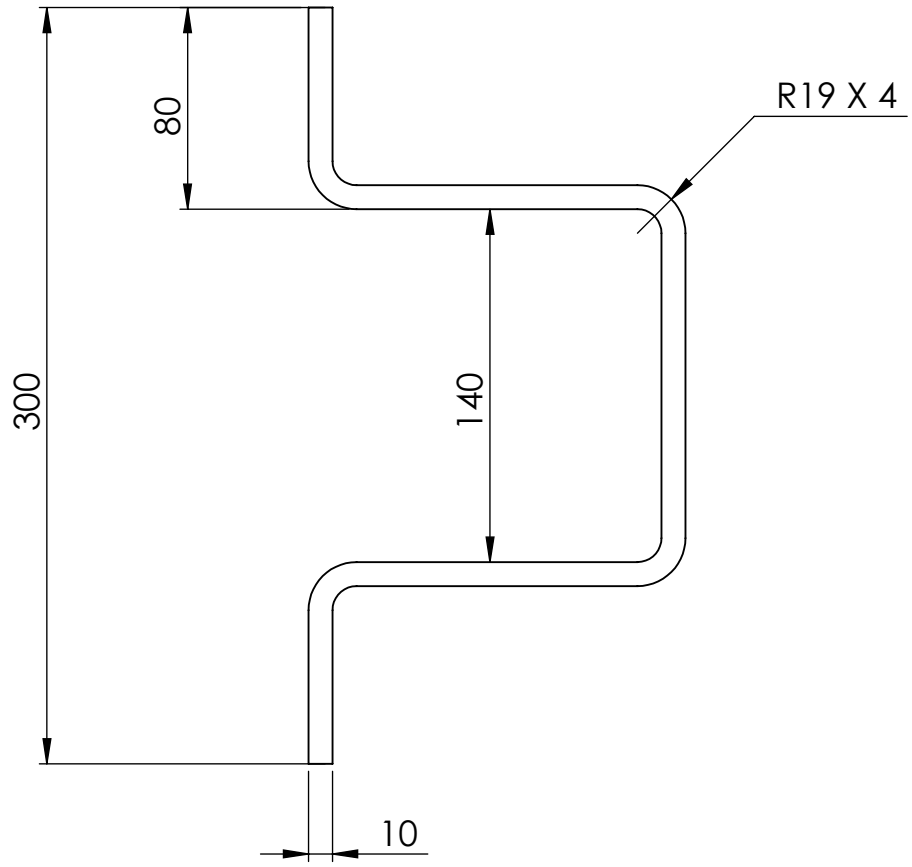

| 1 | Oreja | SAE 1010 | 2 | 5,5 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

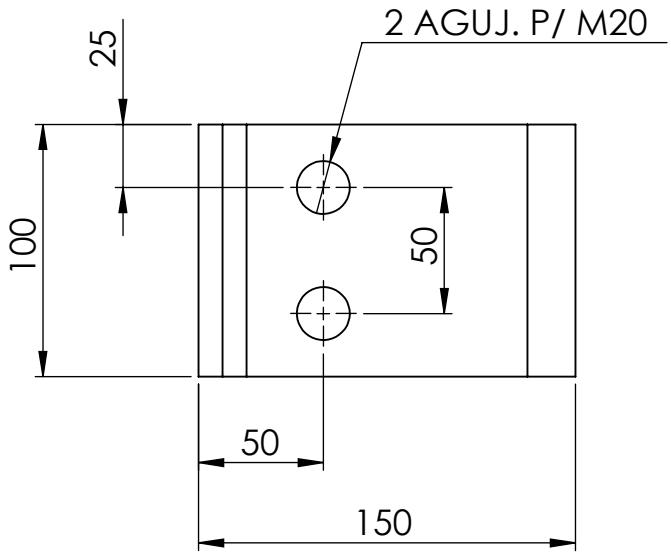
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1: 3 |

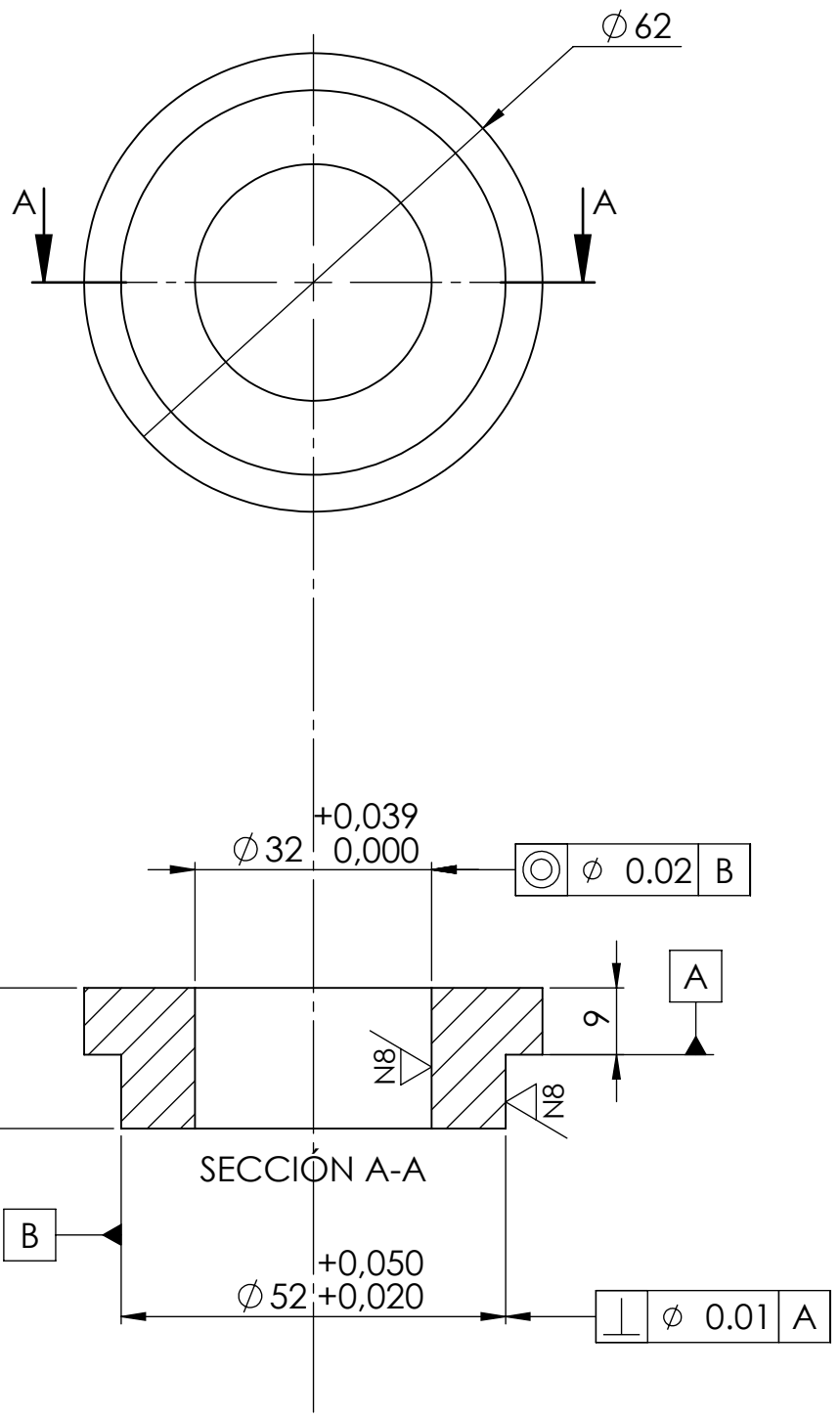
PZA 01-01-01




| 2 | Plegado central | SAE 1010 | 1 | 4 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA<br>ROSARIO | | | | Tolerancias generales<br>según DIN 2768 media | |
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS | | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1: 3 | | PZA 01-01-02 |




MATAR CANTOS VIVOS

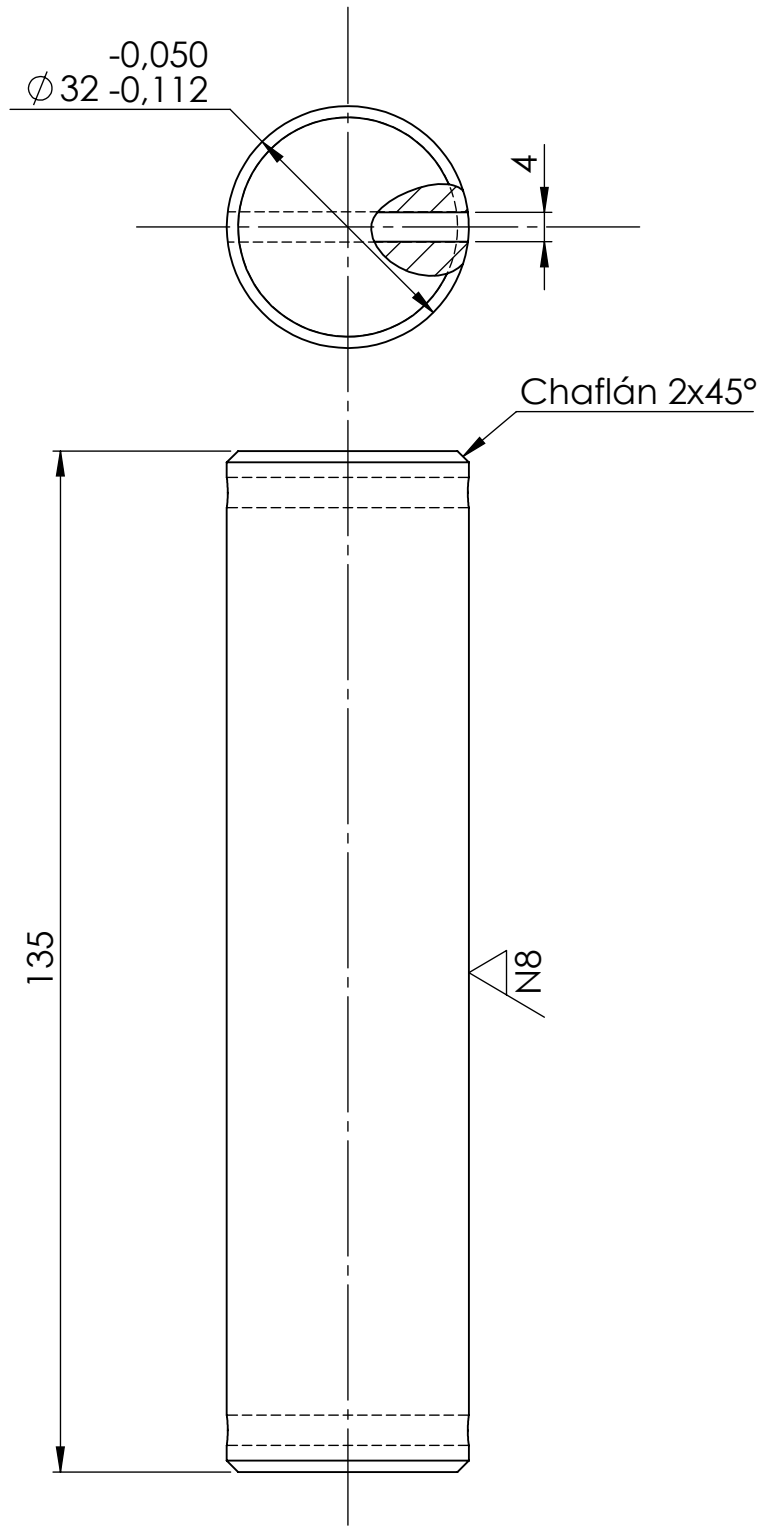
| 5 | Buje brazo fundido | SAE 1020 | 2 | 0,3 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 1: 1 |

PZA 01-01-05




Nota: templar y revenir en aceite.

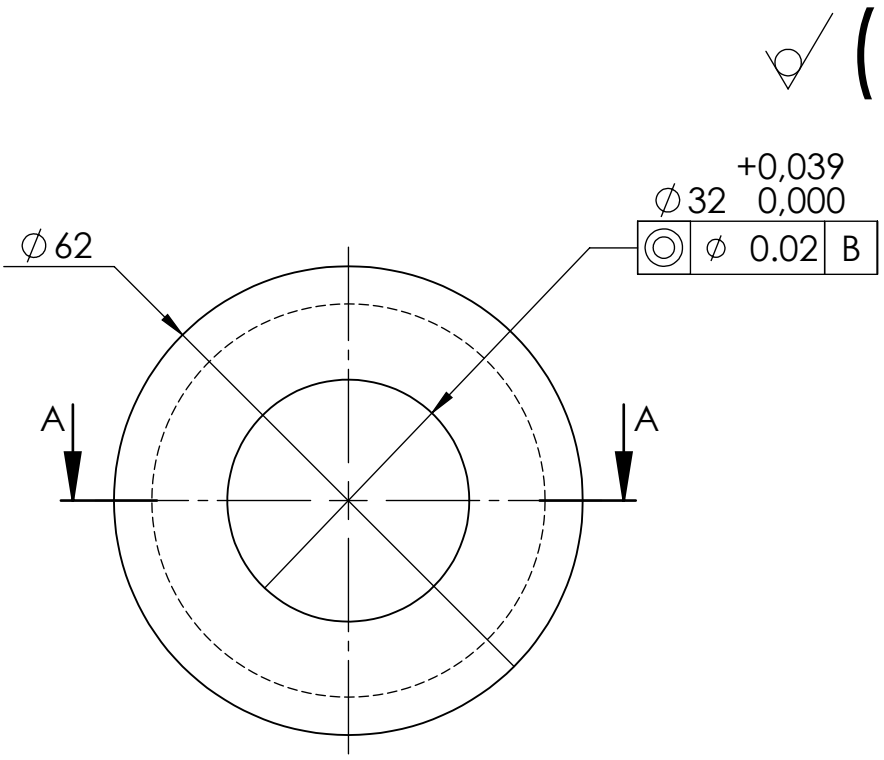
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 6 | Perno | SAE 4140 | 2 | 0,8 kg |

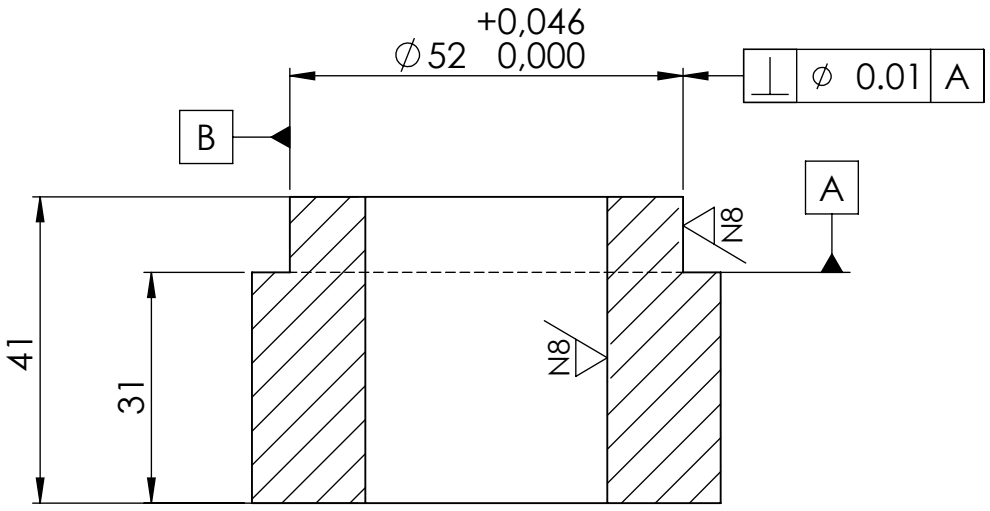
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1: 1 |

PZA 01-01-06




SECCIÓN A-A

MATAR CANTOS VIVOS

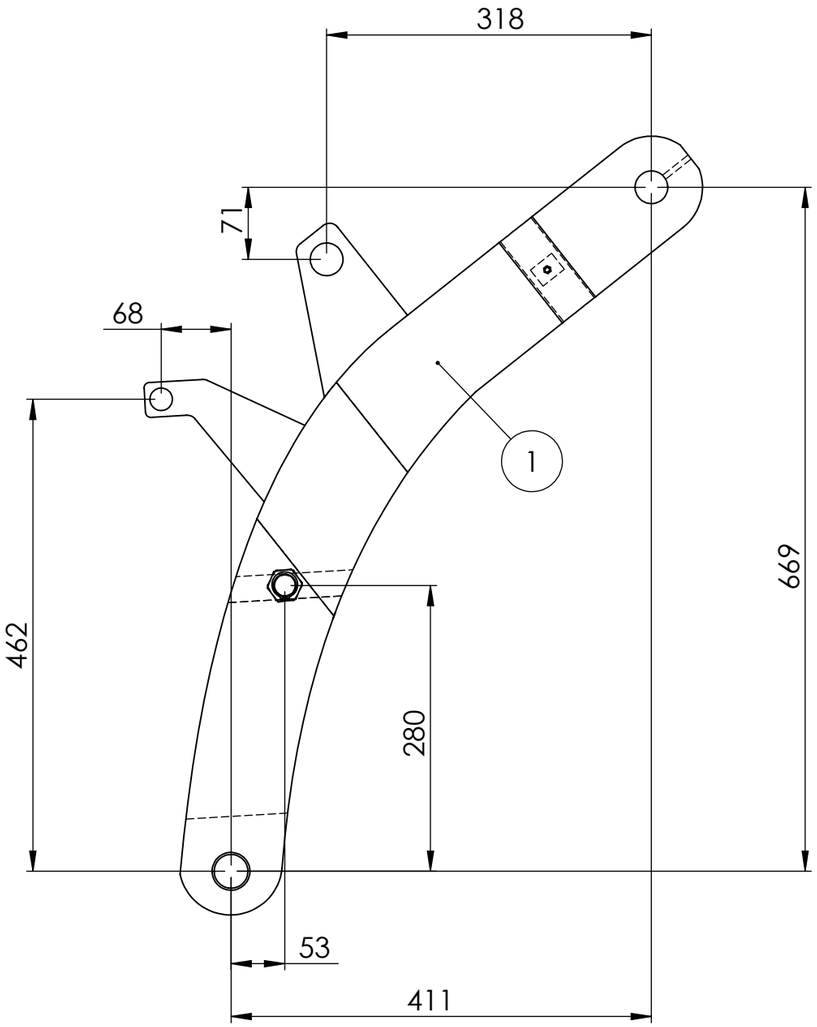
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Buje cilindro hidráulico | SAE 1020 | 2 | 0,65 kg |

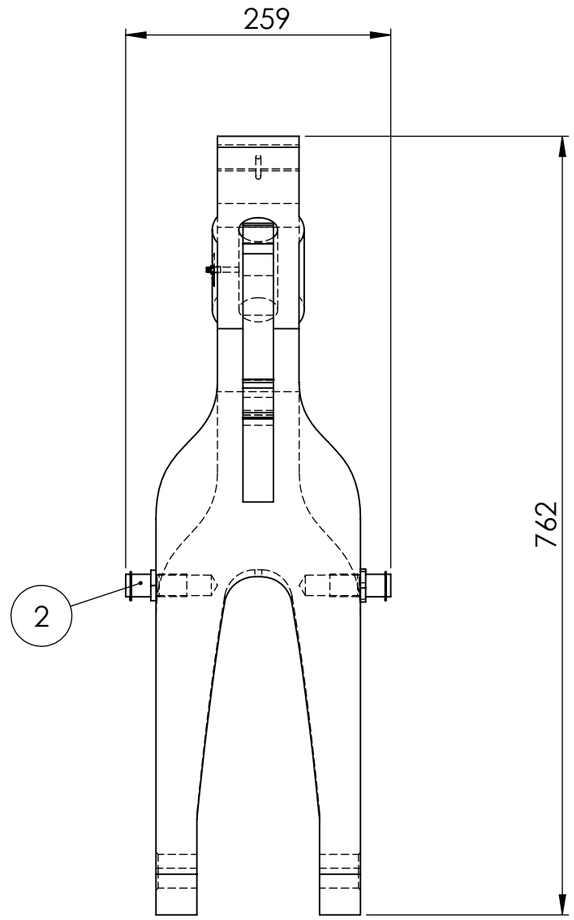
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

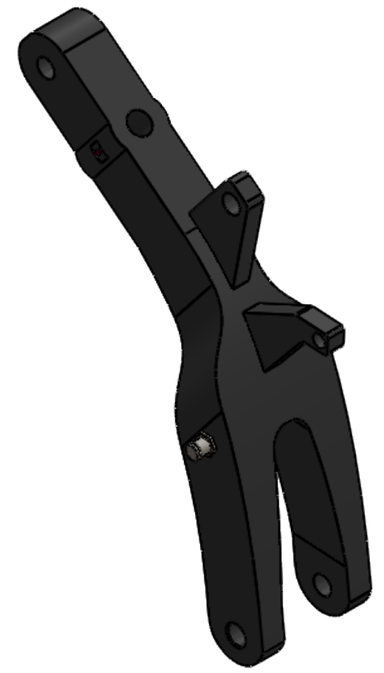
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

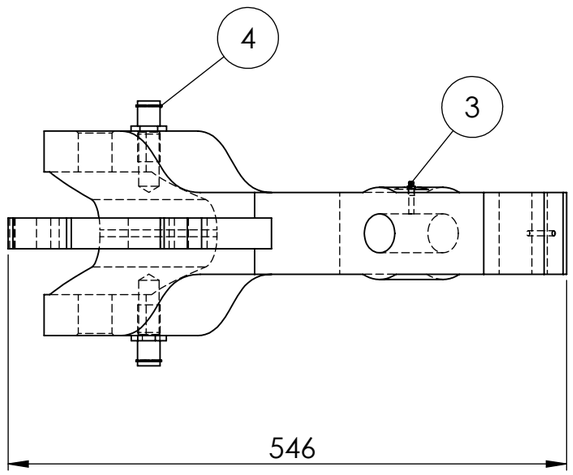
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 1: 1 |

PZA 01-01-08






Peso aproximado: 67,3 kg

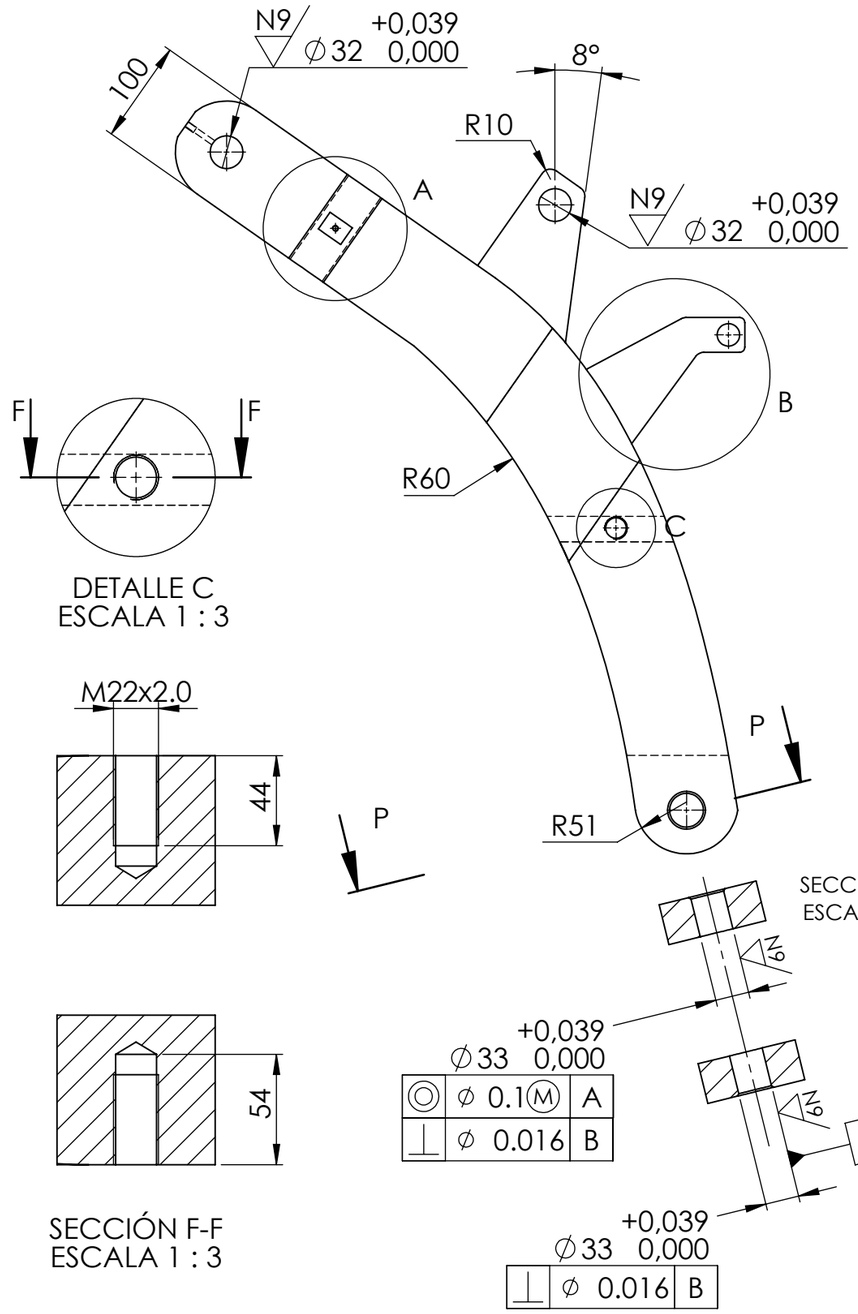
VISTA ISOMÉTRICA
1 : 10

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Anillo seeger 22 x 1,2 DIN 471 | COMERCIAL | 2 | |
| 3 | Niple de engrase recto M6 DIN 71412 | COMERCIAL | 2 | |
| 2 | Inserto roscado M22 | SAE 1010 | 2 | 0,3 kg |
| 1 | Bastidor fundido | FUNDICIÓN GRIS | 1 | 67 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI | 02/04/22 | 1: 6 |
| | BRANCHESI | | |

STO 01-02







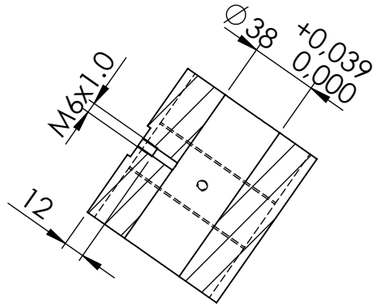
DETALLE C
ESCALA 1 : 3



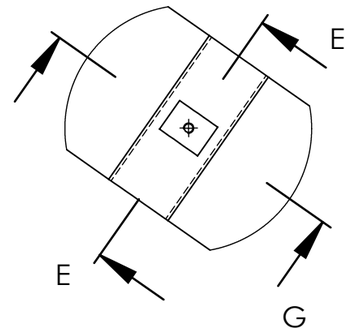




SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 3

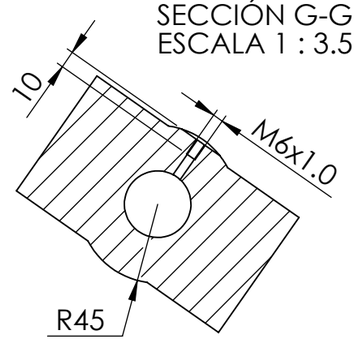


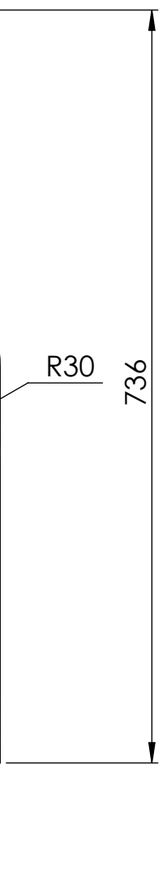

SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 3.5

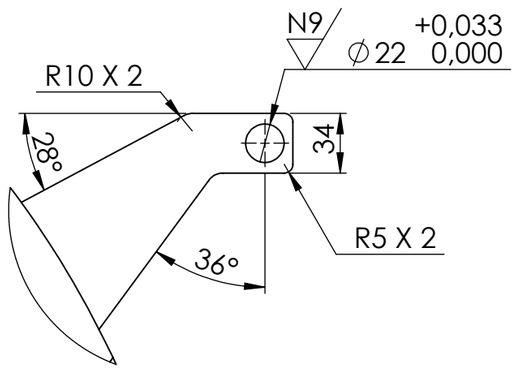



DETALLE A
ESCALA 1 : 3.5

SECCIÓN G-G
ESCALA 1 : 3.5



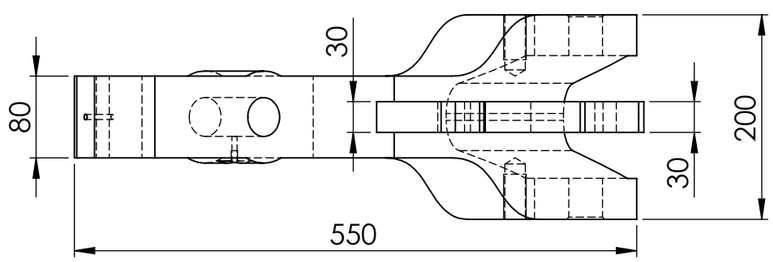




DETALLE B
ESCALA 1 : 3.5




SECCIÓN P-P
ESCALA 1 : 6



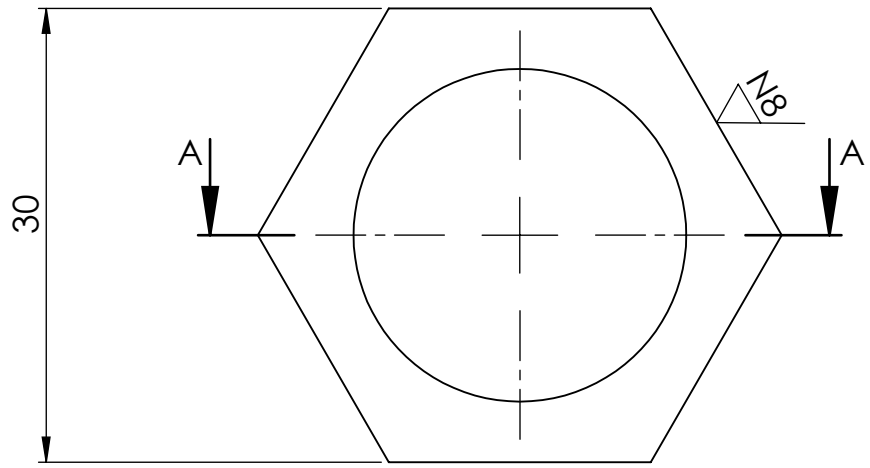

| 1 | Brazo fundido | FUNDICIÓN GRIS | 1 | 67 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

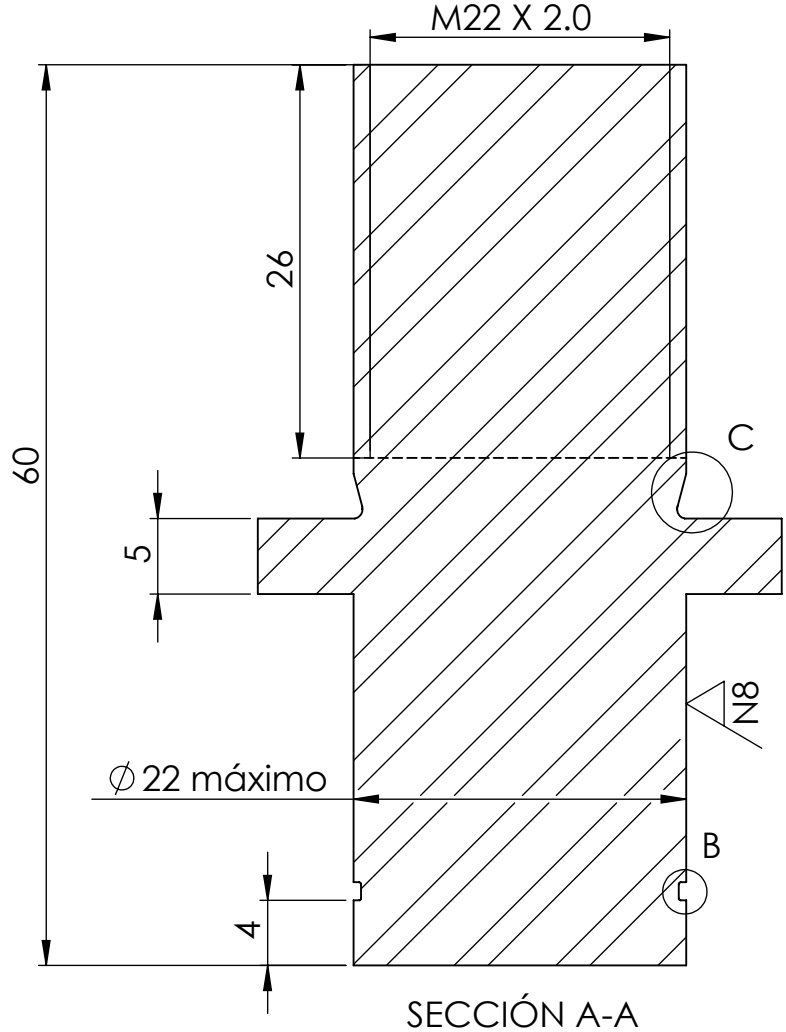
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

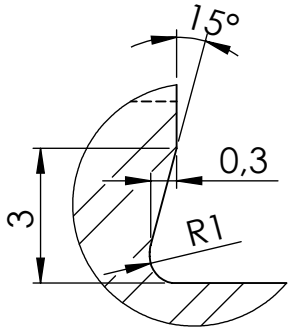
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 04/04/22 | 1:6 |

PZA 01-02-01

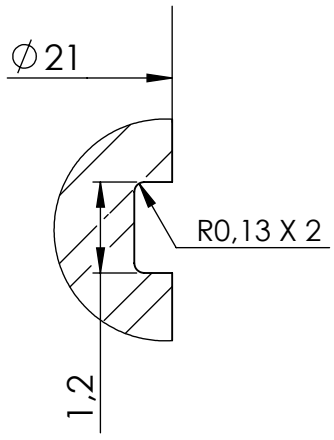



SECCIÓN A-A
ESCALA 2 : 1




DETALLE C
ESCALA 6 : 1




DETALLE B
ESCALA 10 : 1

MATAR CANTOS VIVOS

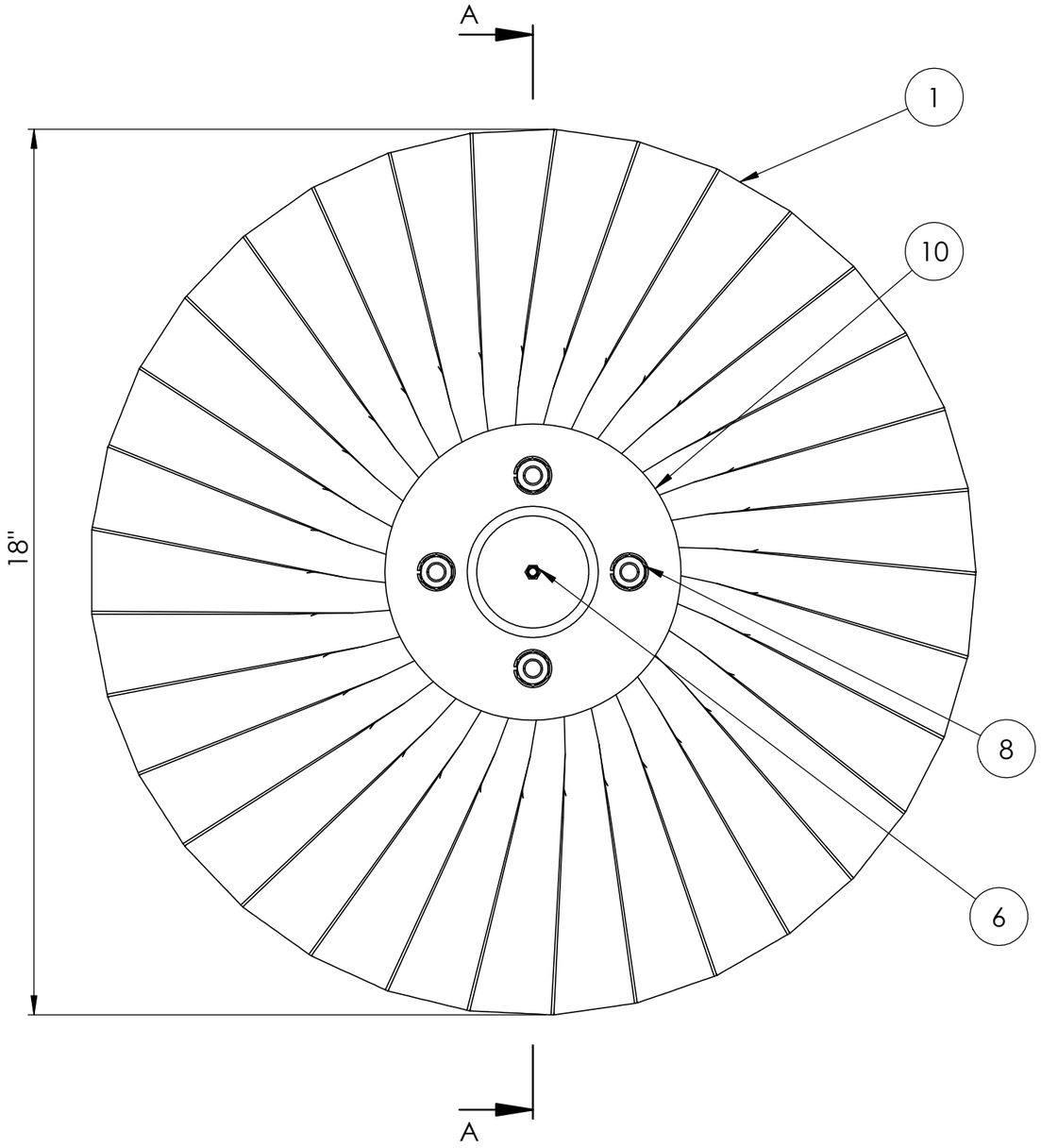
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Inserto roscado | SAE 1010 | 2 | 0,3 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

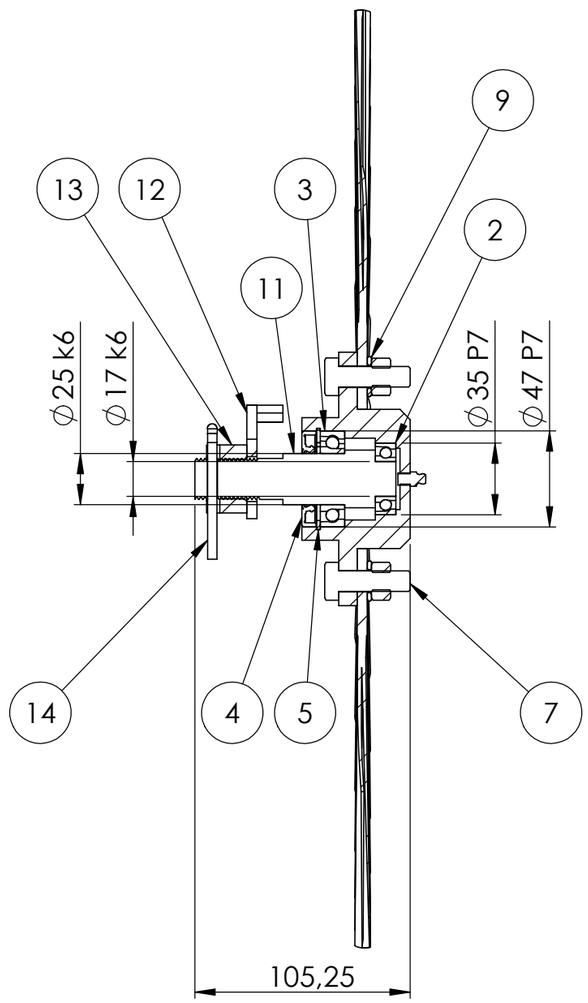
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

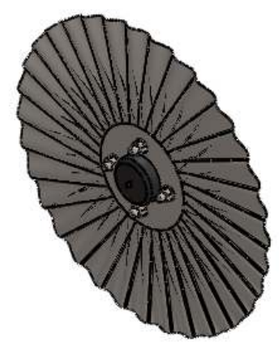
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 04/04/22 | 2:1 |

PZA 01-02-02




SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 7 | Tornillo M10 x 35 DIN 933 | COMERCIAL | 4 | |
| 6 | Alemite recto M6 DIN 71412 | COMERCIAL | 1 | |
| 5 | Anillo Segger DHO-47 DIN 472 | COMERCIAL | 1 | |
| 4 | Retén DBH 5427 DIN 3760 | COMERCIAL | 1 | |
| 3 | Rod. SKF 7005 ACE/HCP4A | COMERCIAL | 1 | |
| 2 | Rod. SKF 7003 CE/HCP4A | COMERCIAL | 1 | |
| 1 | Cuchilla turbo ON33 18'' | COMERCIAL | 1 | |

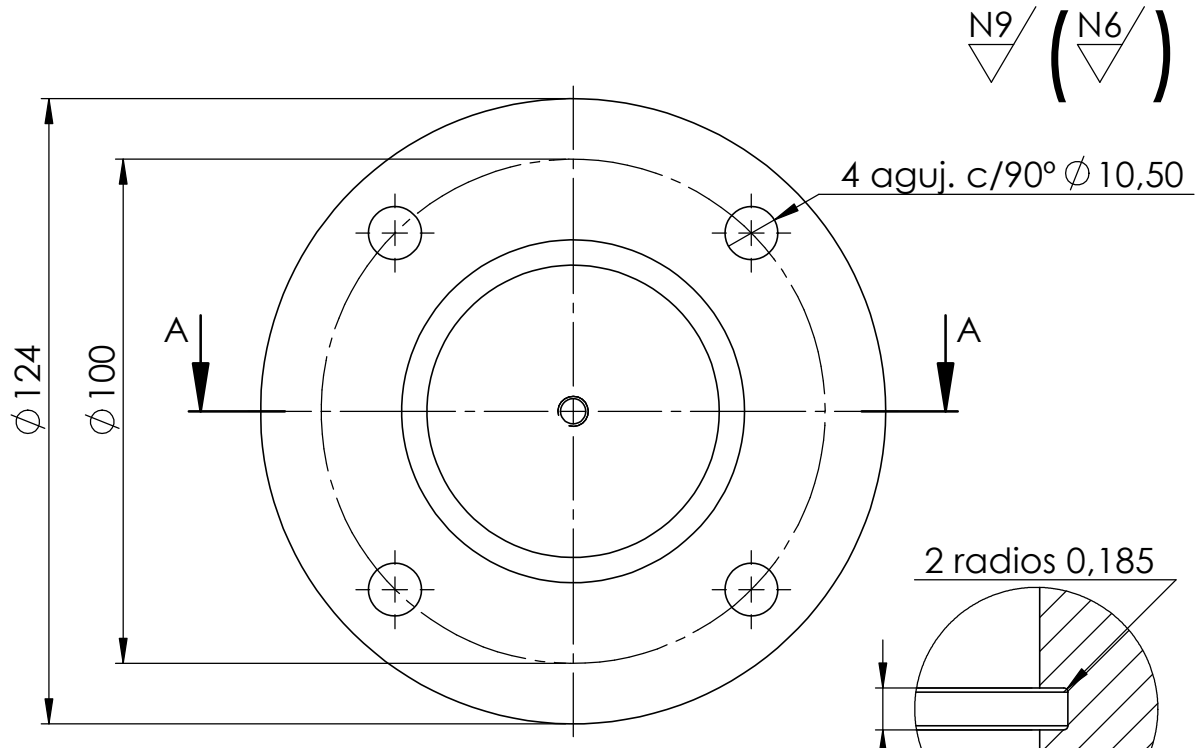
Peso aproximado: 4,5 kg

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 14 | Pasador de aletas 5 x 56 DIN 94 | COMERCIAL | 1 | |
| 13 | Tuerca almenada M20 DIN 534 | COMERCIAL | 1 | |
| 12 | Traba para regulación de cuchilla | SAE 1010 | 1 | 0,1 kg |
| 11 | Eje cuchilla ON33 18'' | SAE 1050 | 1 | 0,4 kg |
| 10 | Maza cuchilla ON33 18'' | FUNDICIÓN GRIS | 1 | 1,5 kg |
| 9 | Arandela elástica M10 DIN 127 | COMERCIAL | 4 | |
| 8 | Tuerca M10 DIN 934 | COMERCIAL | 4 | |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:3 |

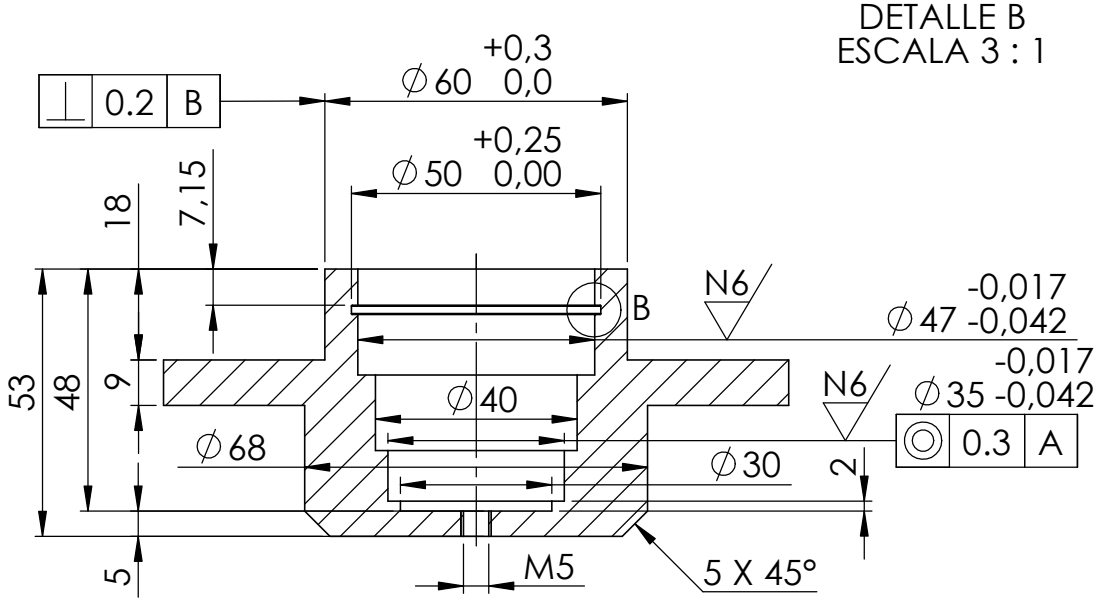
STO 01-03







DETALLE B
ESCALA 3 : 1

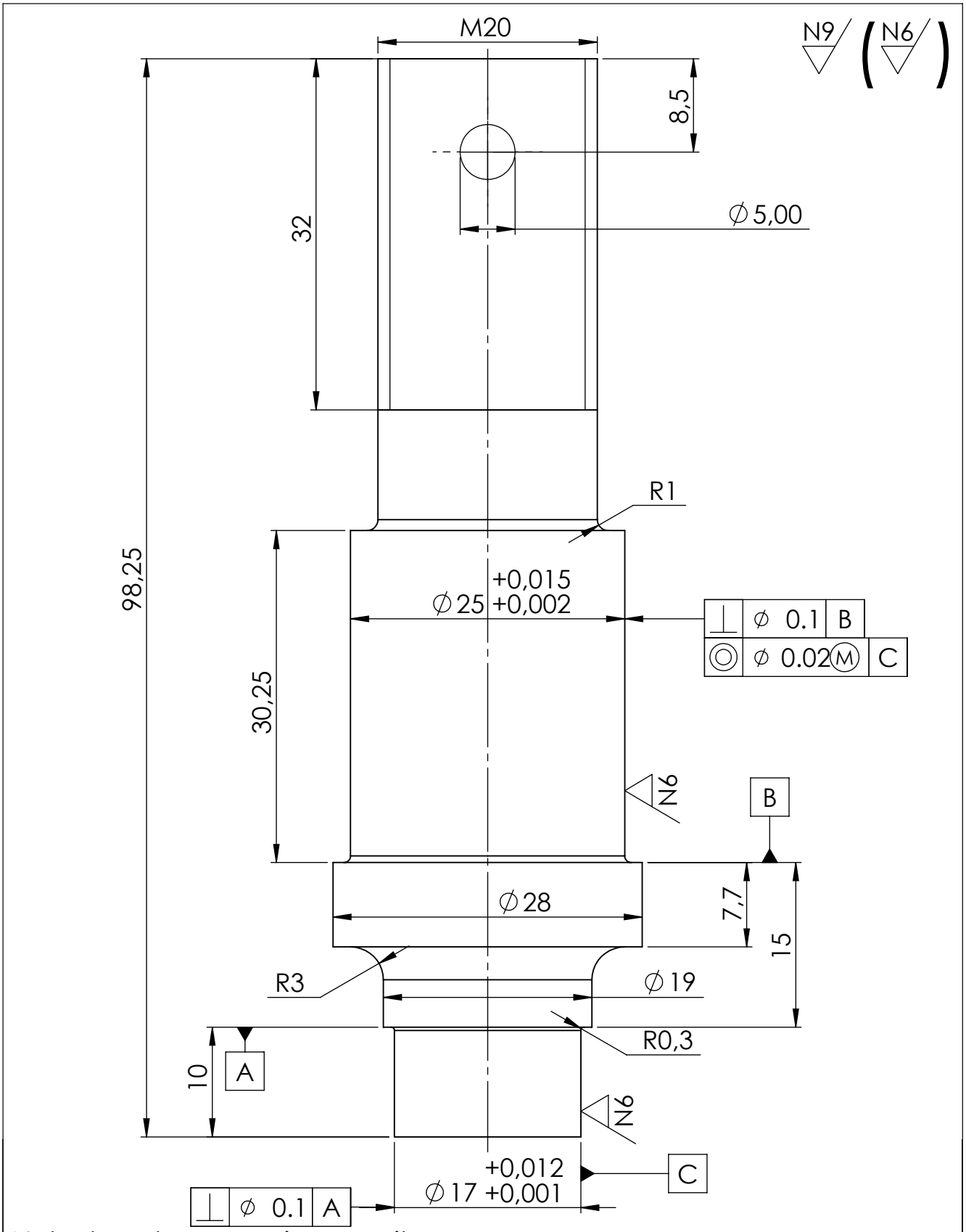



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1.5

NOTA: Matar cantos vivos

| 10 | Maza cuchilla ON33 18" | Fundición gris | 1 | 1,5 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA<br>ROSARIO | | | Tolerancias generales<br>según DIN 2768 media | |
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:1,5 | PZA 01-03-10 |




Nota: templar y revenir en aceite.

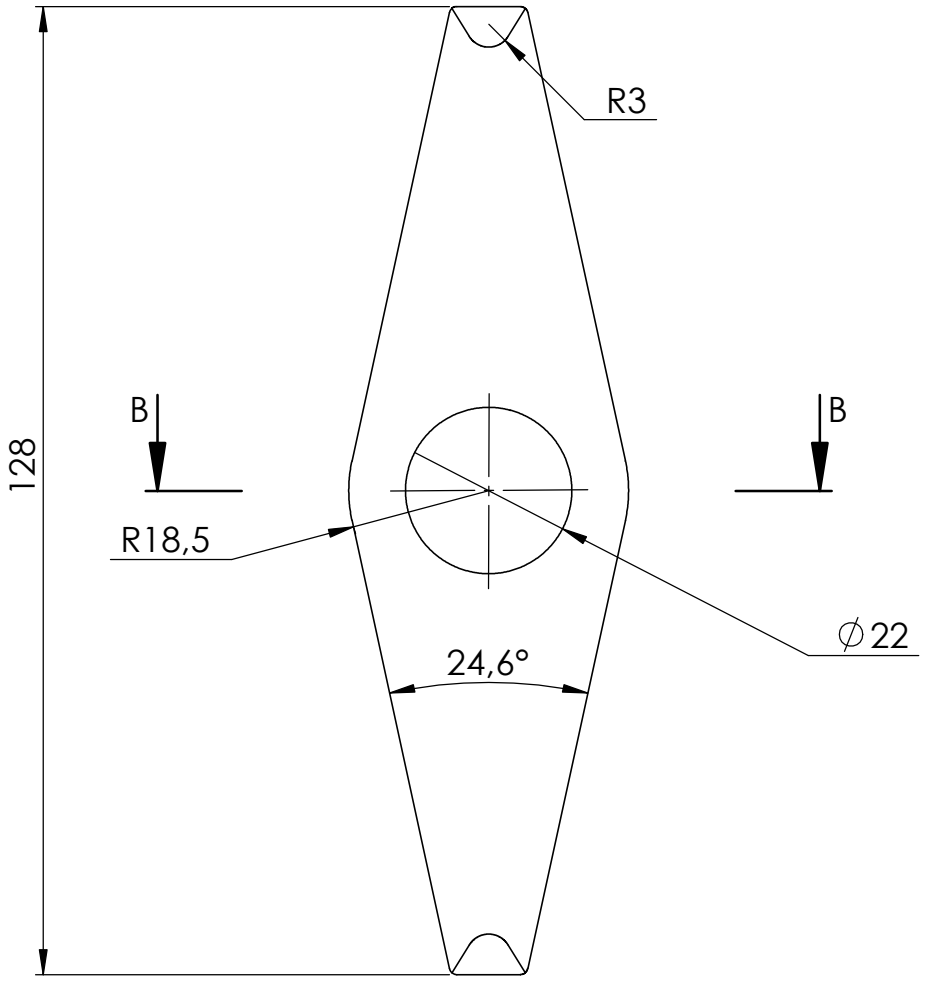
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Eje cuchilla ON33 18" | SAE 1050 | 1 | 0,5 kg |

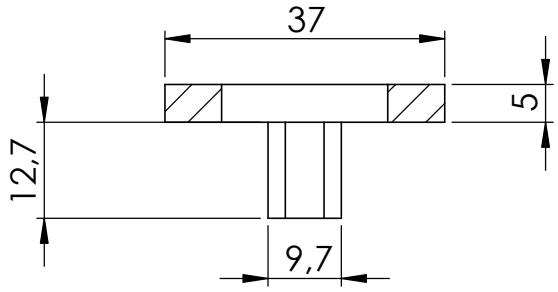
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 2:1 |

PZA 01-03-11




SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1

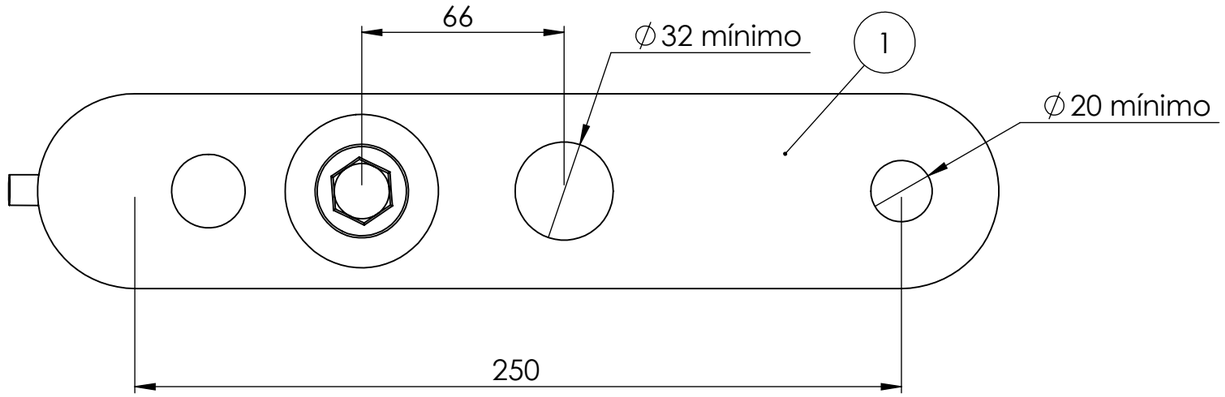
| 12 | Traba para regulación de cuchilla | SAE 1010 | 1 | 0,1 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

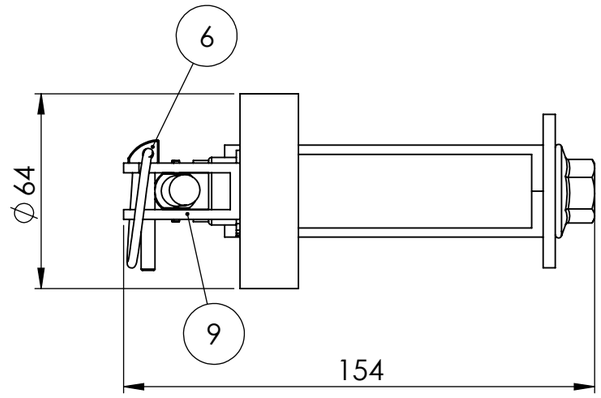
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

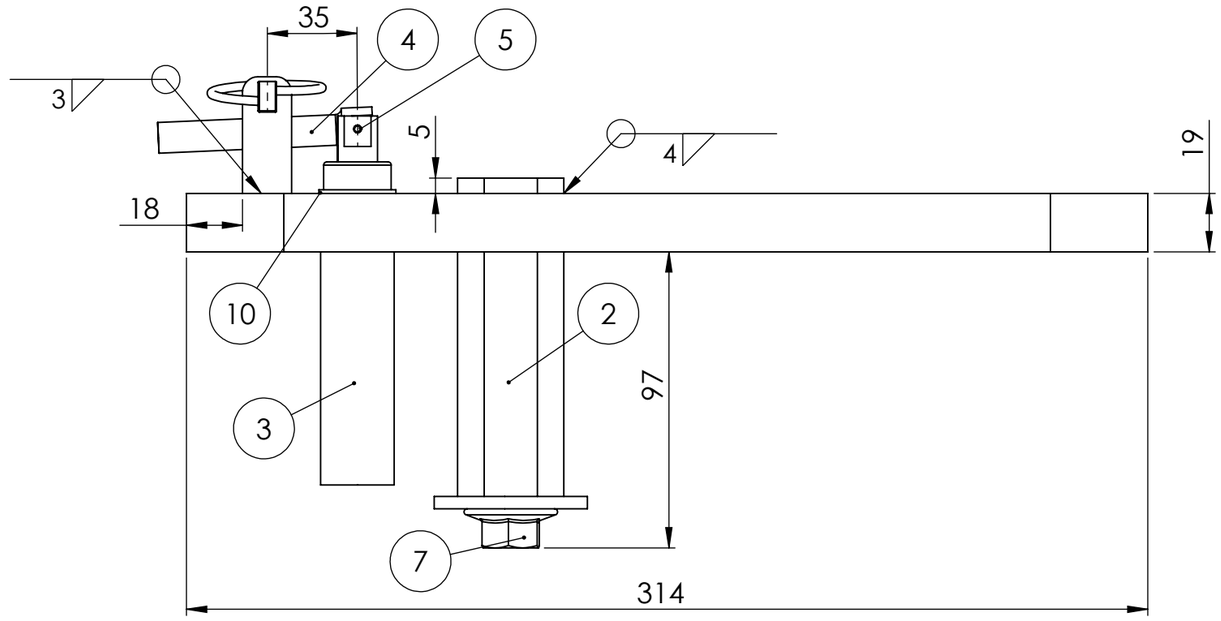
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

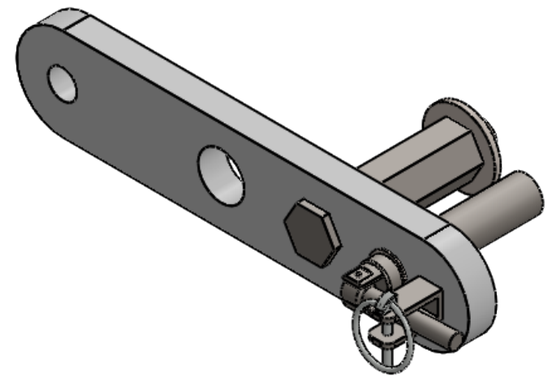
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:1 |

PZA 01-03-12



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1 : 3

Peso aproximado: 2,2 kg

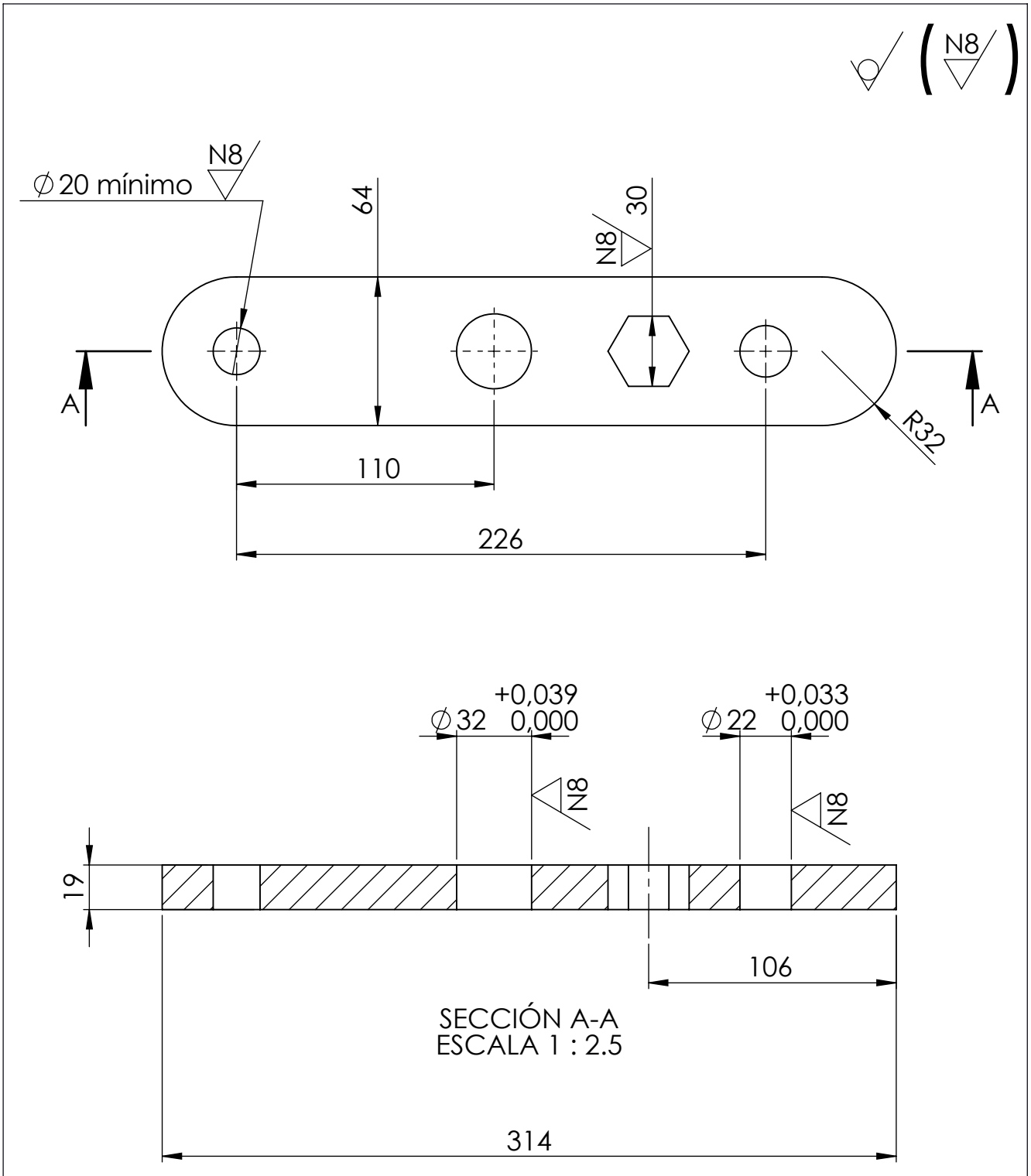
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Arandela plana M14 DIN 440 | COMERCIAL | 2 | |
| 7 | Tornillo plano M10 x 1,25 x 30 x 30 DIN 6921 | COMERCIAL | 4 | |
| 6 | Chaveta DIN 11023 | COMERCIAL | 2 | |
| 5 | Espiga elástica 2,5 x 20 DIN 13337 | COMERCIAL | 2 | |
| 4 | Manija de regulación horizontal | SAE 1010 | 2 | 0,2 kg |
| 3 | Eje roscado | SAE 1045 | 2 | 0,24 kg |
| 2 | Eje hexagonal guía | SAE 4140 | 2 | 0,3 |
| 1 | Planchuela 3/4" soporte | SAE 5160 | 2 | 1,2 kg |
| 10 | Anillo seeger 22 x 1,2 DIN 471 | COMERCIAL | 2 | |
| 9 | Tope para manija de regulación | SAE 1010 | 2 | 0,26kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 1:2 |

STO 01-04




MATAR CANTOS VIVOS

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Planchuela 3/4" soporte | SAE 5160 | 2 | 1,2 kg |

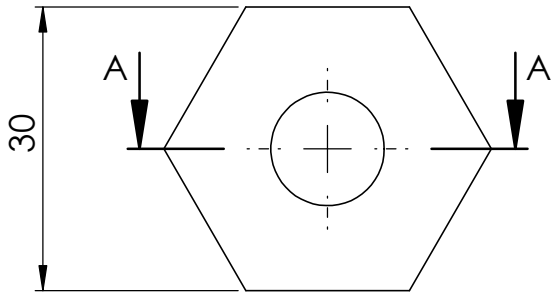
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

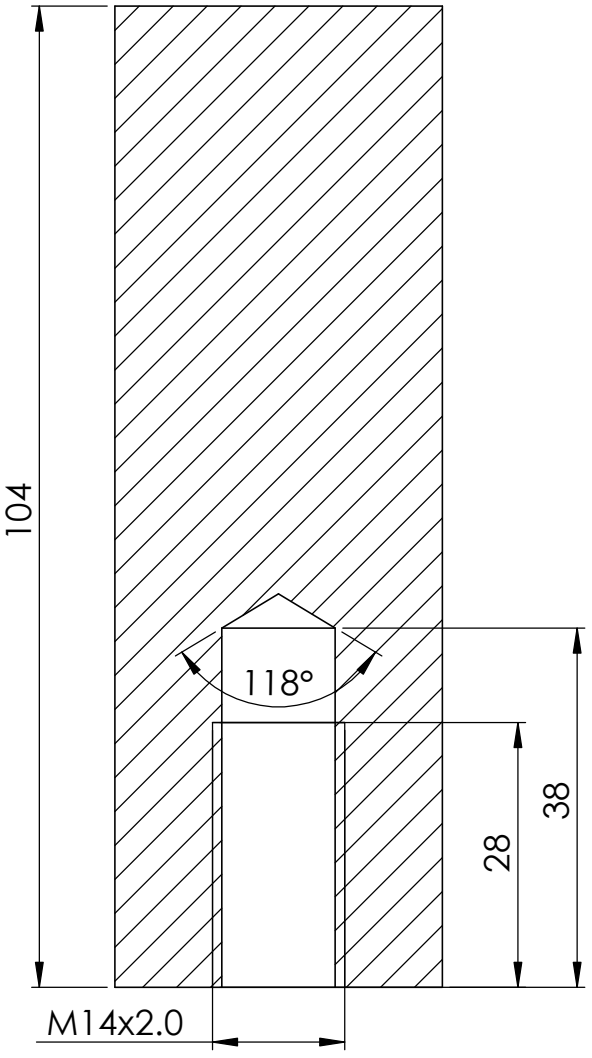
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 1:2,5 |

PZA 01-04-01

N7




SECCIÓN A-A
ESCALA 5 : 4

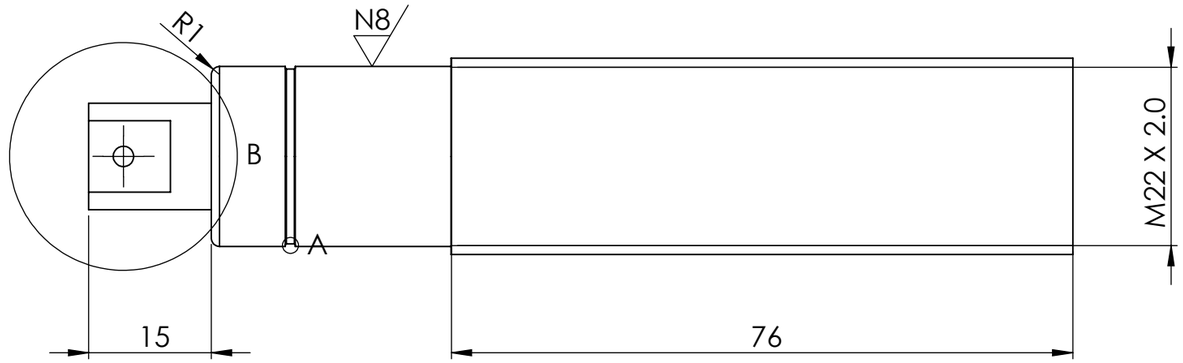
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Eje hexagonal guía | SAE 4140 | 2 | 0,3 kg |

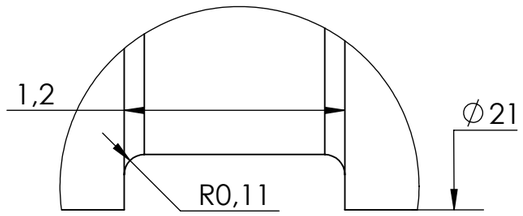
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

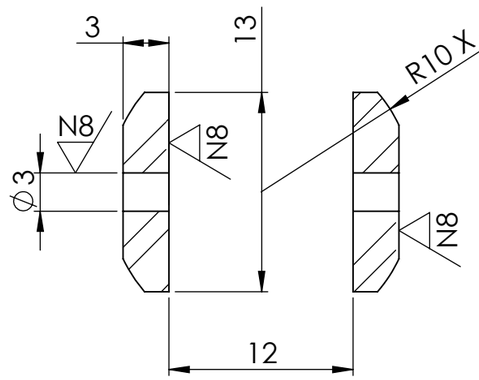
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 5:4 |

PZA 01-04-02

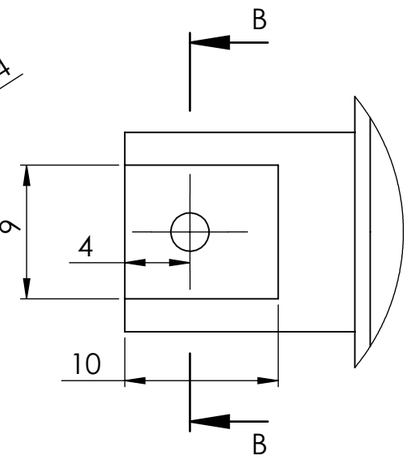


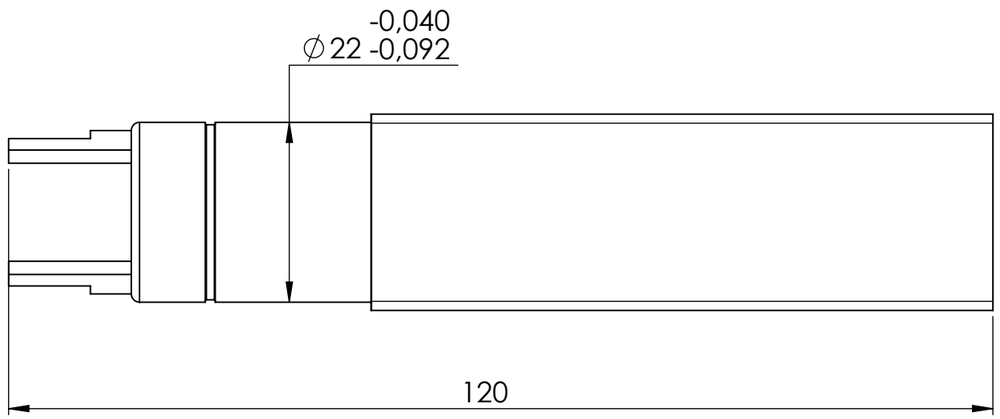

DETALLE A
ESCALA 30 : 1

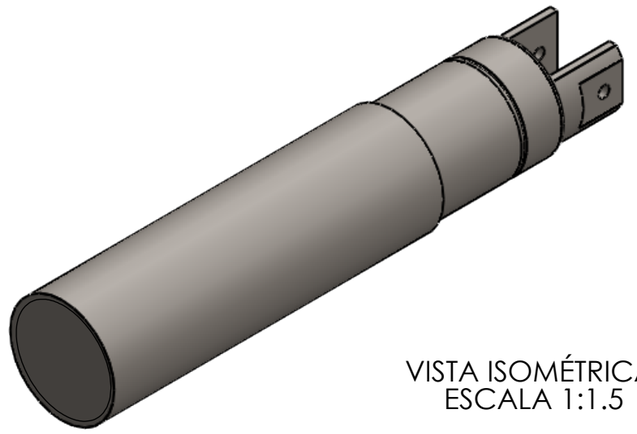



SECCIÓN B-B
ESCALA 2.5 : 1




DETALLE B
ESCALA 2.5 : 1



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:1.5

MATAR CANTOS VIVOS

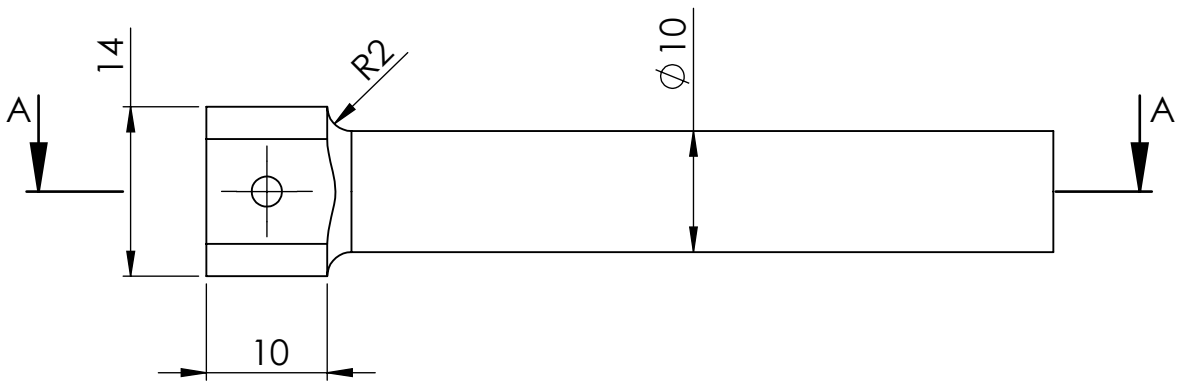
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Eje roscado | SAE 1045 | 2 | 0,24 kg |
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

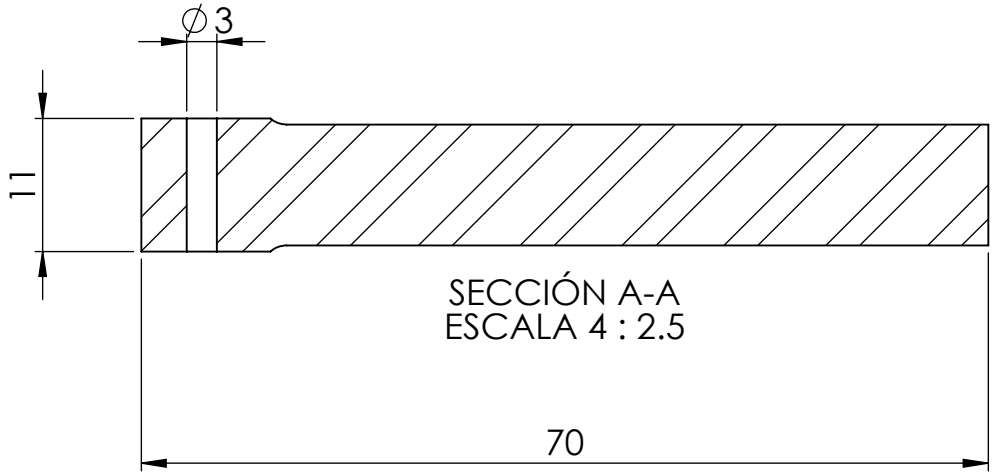
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 2:1.5 |

PZA 01-04-03




SECCIÓN A-A
ESCALA 4 : 2.5

MATAR CANTOS VIVOS

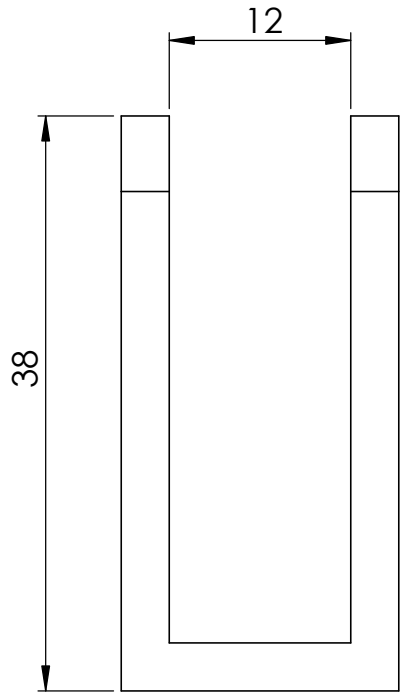
| 4 | Manija de regulacón horizontal | SAE 1010 | 2 | 0,2 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

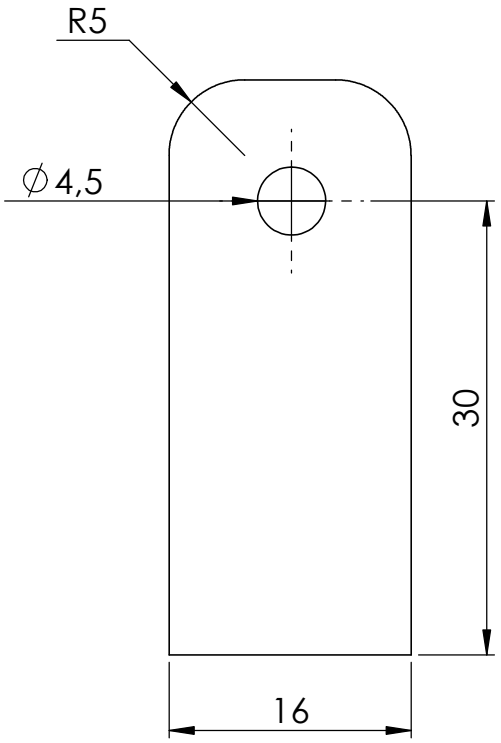
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

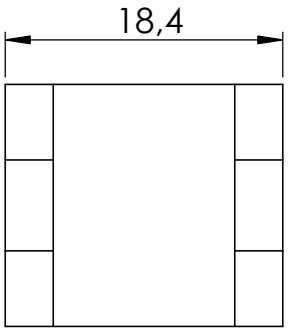
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 4:2.5 |

PZA 01-04-04




ESPESOR: 1/8"

Radio de pliegue igual al espesor

| 9 | Tope para manija de regulación | SAE 1010 | 2 | 0,26 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

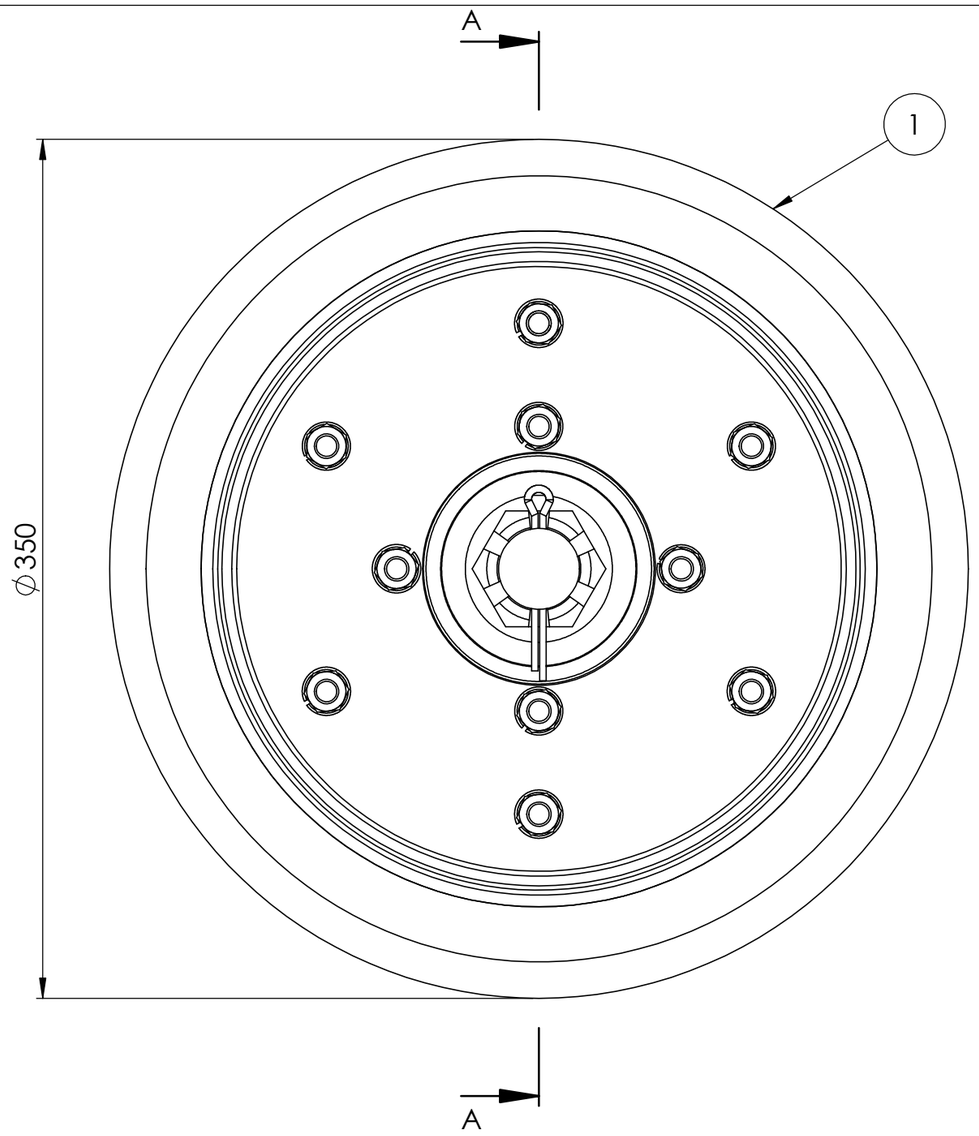
PROYECTO FINAL

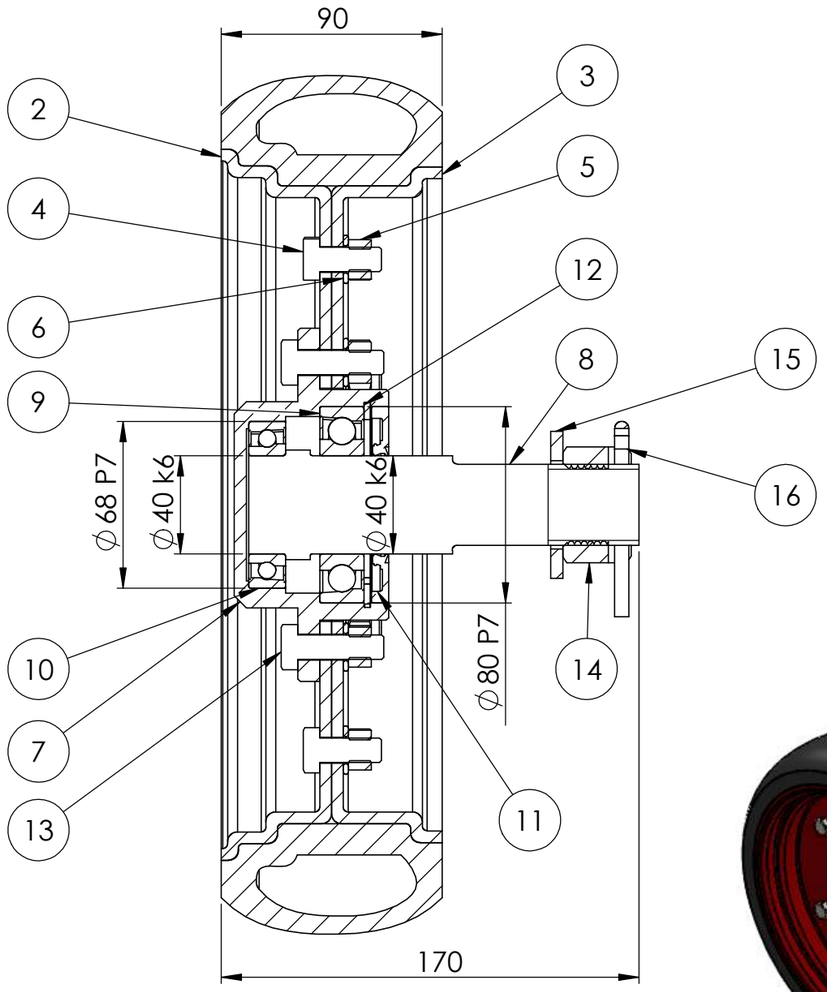
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA ROSARIO

Tolerancias generales según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 2:1 |

PZA 01-04-09




SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2.5



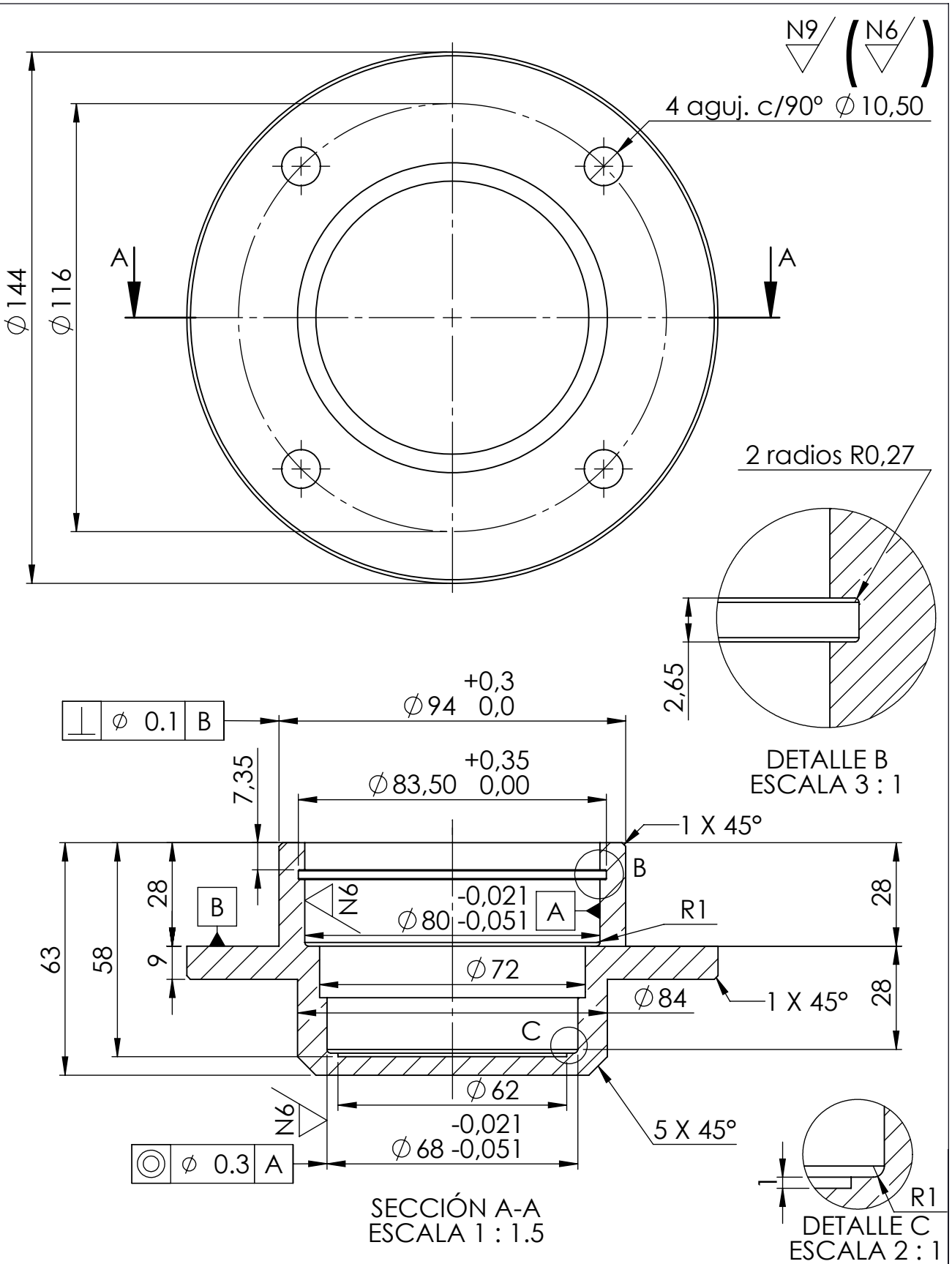
Peso aproximado: 10,2 kg

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 16 | Pasador de aletas 6,3 x 63 DIN 94 | COMERCIAL | 2 | |
| 15 | Arandela plana M33 DIN 126 | COMERCIAL | 2 | |
| 14 | Tuerca almenada M33 DIN 534 | COMERCIAL | 2 | |
| 13 | Tornillo M10 x 35 DIN 933 | COMERCIAL | 8 | |
| 12 | Anillo Segger DHO-80 DIN 472 | COMERCIAL | 2 | |
| 11 | Retén DBH 6635 DIN 3760 | COMERCIAL | 2 | |
| 10 | Rodamiento SKF S7208 CD_HCP4A | COMERCIAL | 2 | |
| 9 | Rodamiento SKF S7008 CE_HCP4A | COMERCIAL | 2 | |
| 8 | Eje rueda niveladora | SAE 4140 | 2 | 0,5 kg |
| 7 | Maza rueda niveladora | FUNDICIÓN GRIS | 2 | 1,6 kg |
| 6 | Arandela elástica M10 DIN 127 | COMERCIAL | 20 | |
| 5 | Tuerca M10 DIN 934 | COMERCIAL | 20 | |
| 4 | Tornillo M10 x 25 DIN 933 | COMERCIAL | 12 | |
| 3 | Llanta metálica interna | COMERCIAL | 2 | |
| 2 | Llanta metálica externa | COMERCIAL | 2 | |
| 1 | Banda redonda | COMERCIAL | 1 | |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:2,5 |

STO 01-05



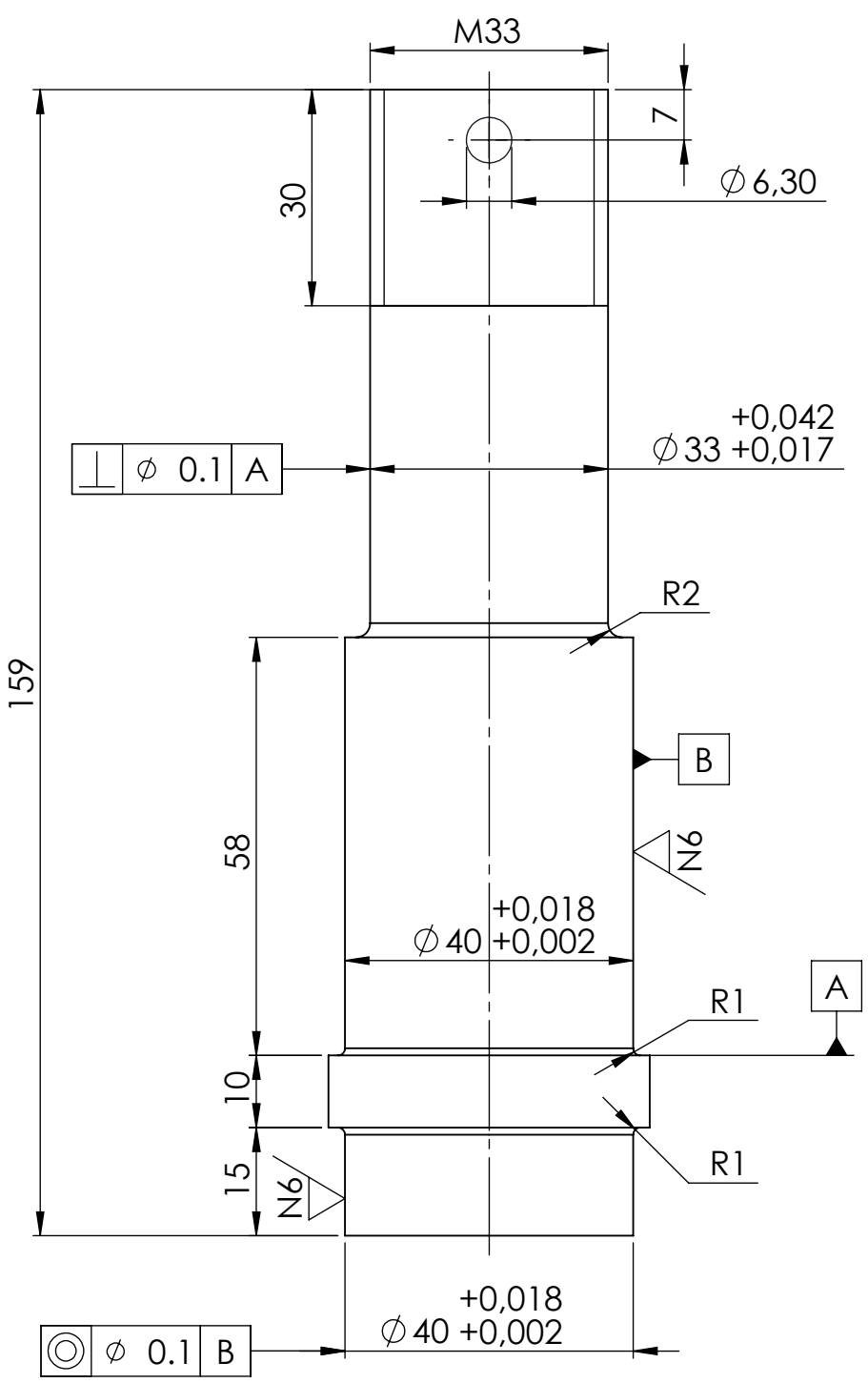

| 7 | Maza rueda niveladora | Fundición gris | 2 | 1,6 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI | 01/04/22 | 1:1,5 |
| | BRANCHESI | | |

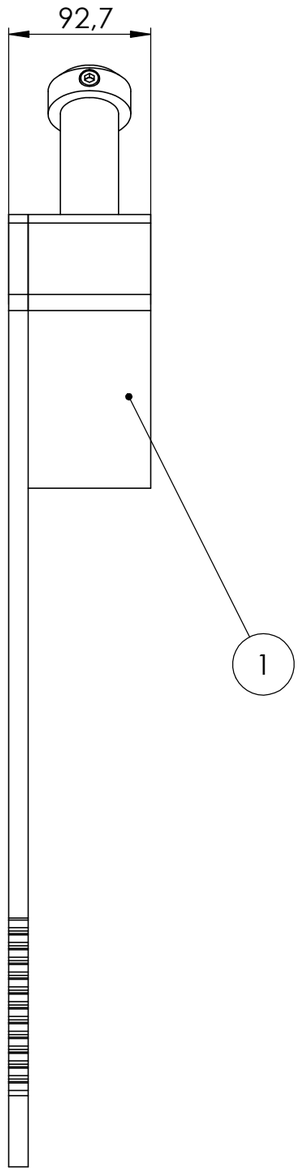
PZA 01-05-07

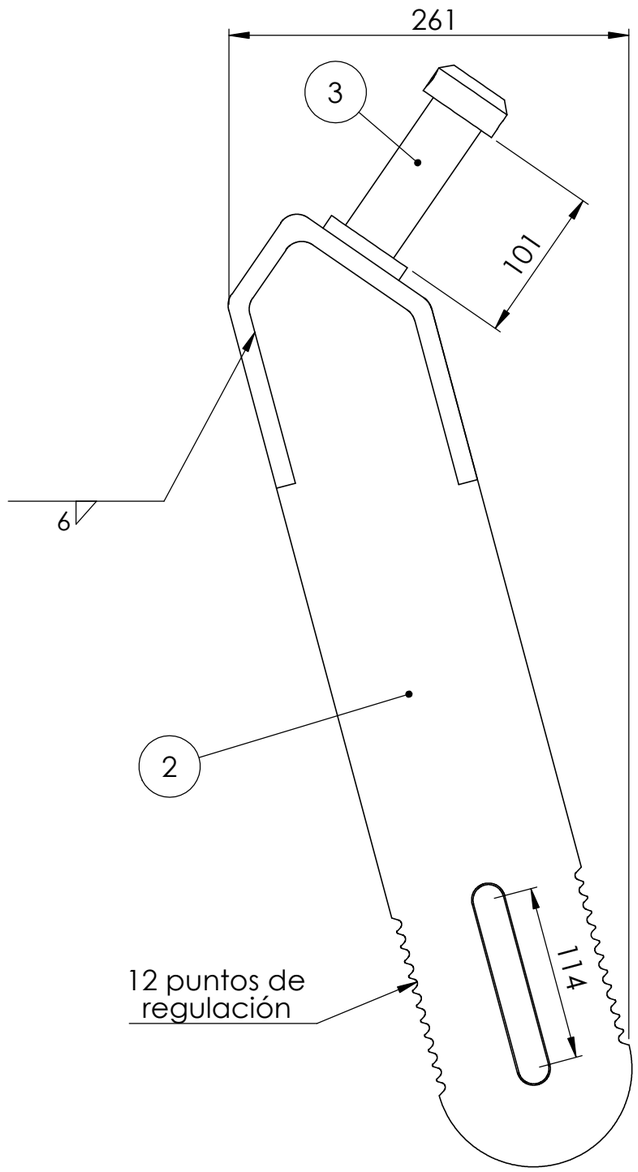


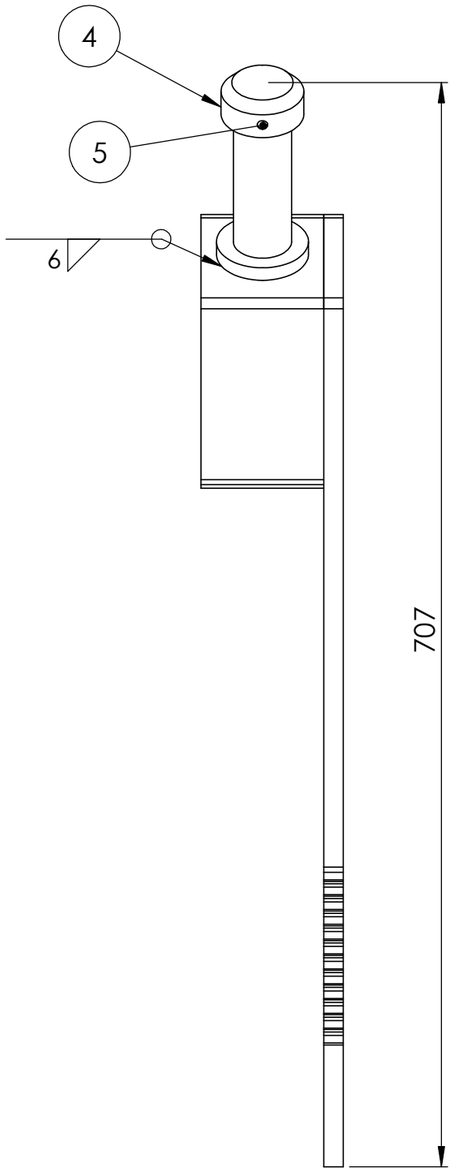

Nota: templar y revenir en aceite.

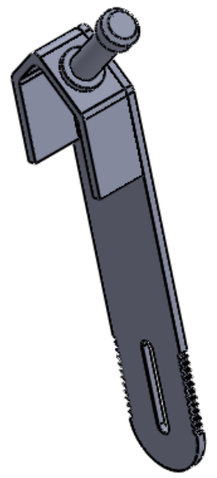
| 8 | Eje rueda niveladora | SAE 4140 | 2 | 0,5 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA<br>ROSARIO | | Tolerancias generales<br>según DIN 2768 media | |
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:1 | PZA 01-05-08 |



Peso aproximado: 12,1 kg

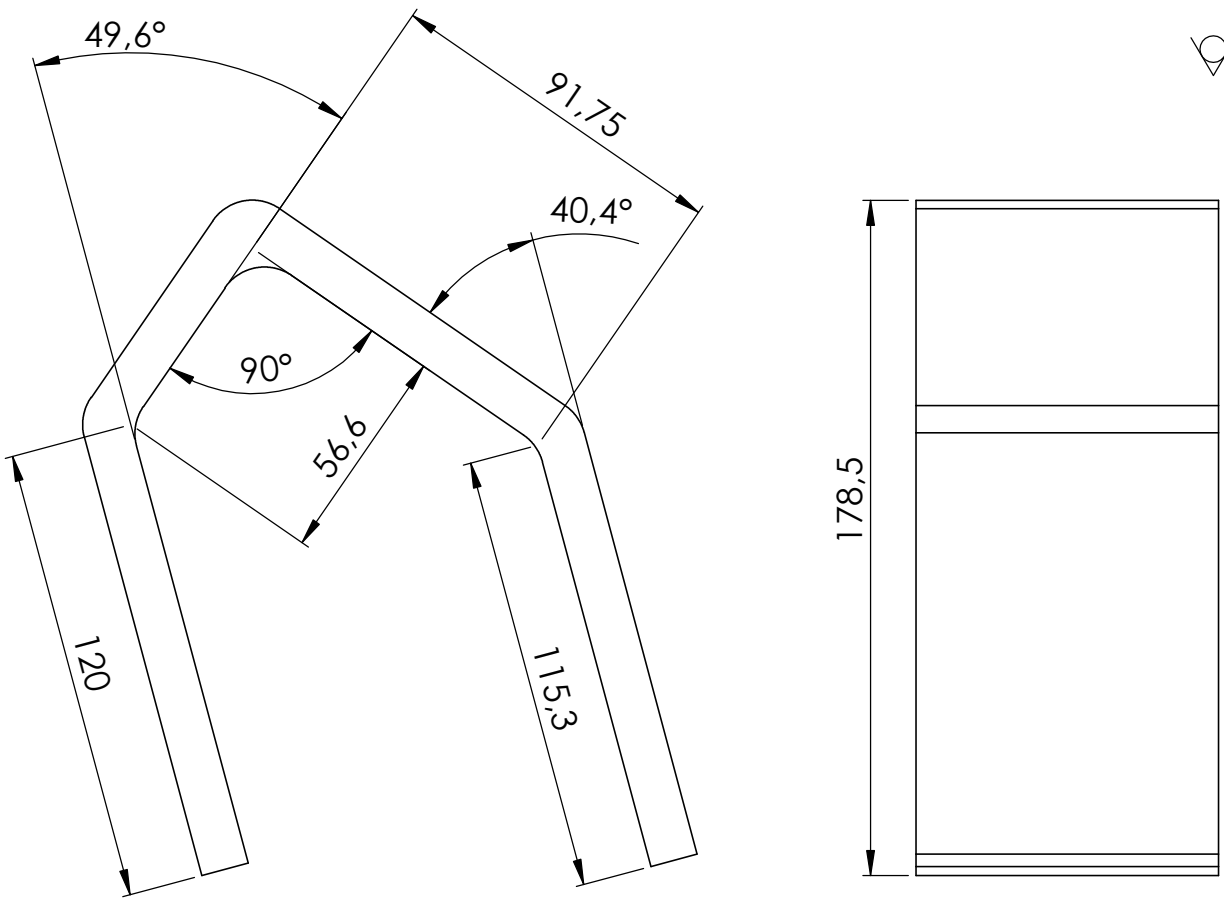
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Tornillo allen M8 x 45 x 28 DIN 912 | COMERCIAL | 1 | |
| 4 | Tapa eje pivot | SAE 1010 | 1 | 0,2 kg |
| 3 | Eje pivot | SAE 1020 | 1 | 1,3 kg |
| 2 | Timón | SAE 1010 | 1 | 7,4 kg |
| 1 | Plegado para timón | SAE 1010 | 1 | 3,2 kg |

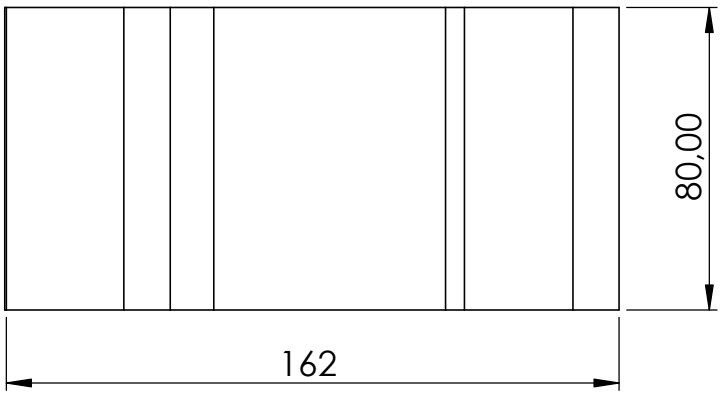
PROYECTO FINAL

ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:4 |

STO 01-06




ESPESOR: 1/2"
Radios de pliego igual al espesor

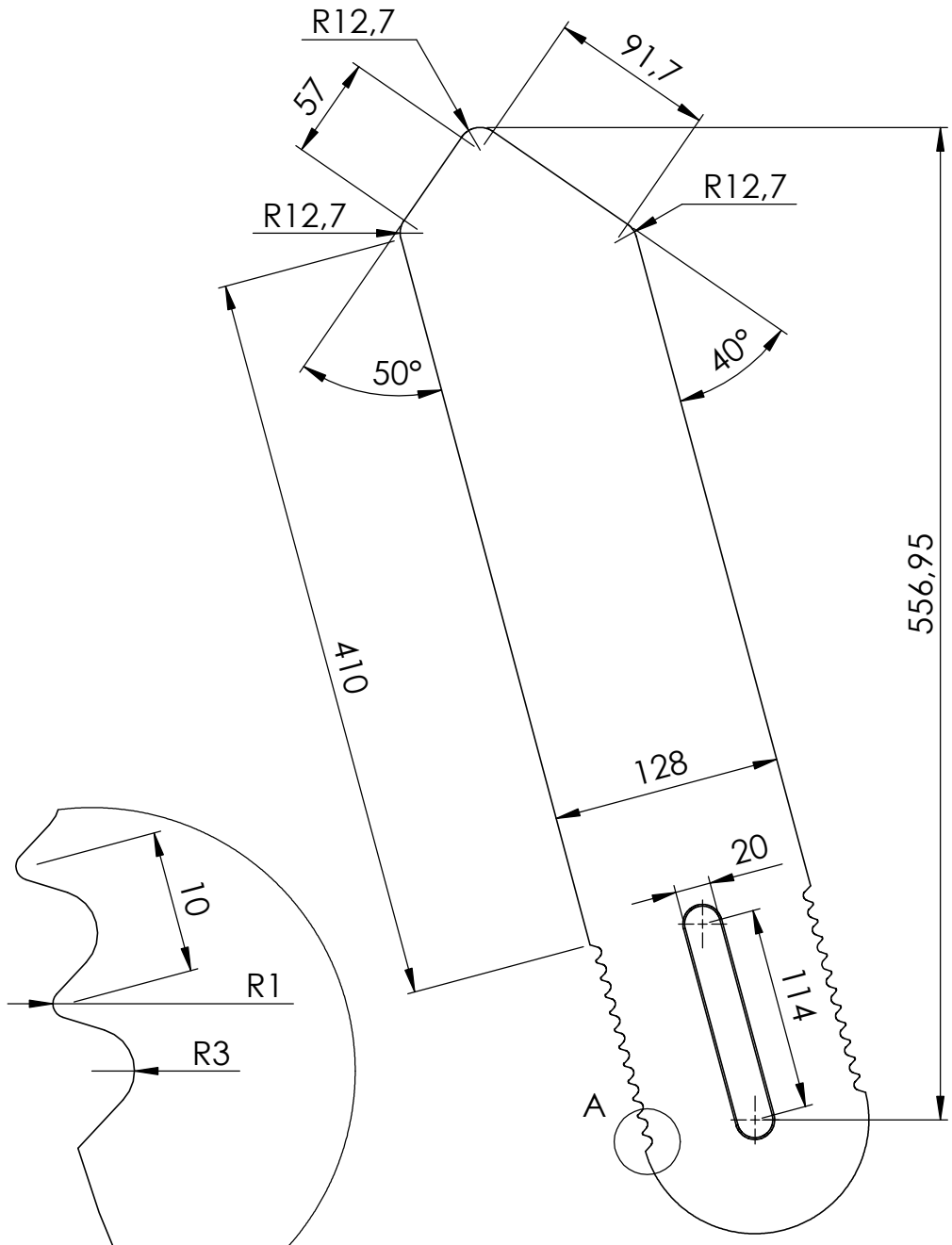
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Plegado para timón | SAE 1010 | 1 | 3,2 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:2 |

PZA 01-06-01




DETALLE A
ESCALA 2 : 1

ESPESOR: 1/2"

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Timón | SAE 1010 | 1 | 7,4 kg |

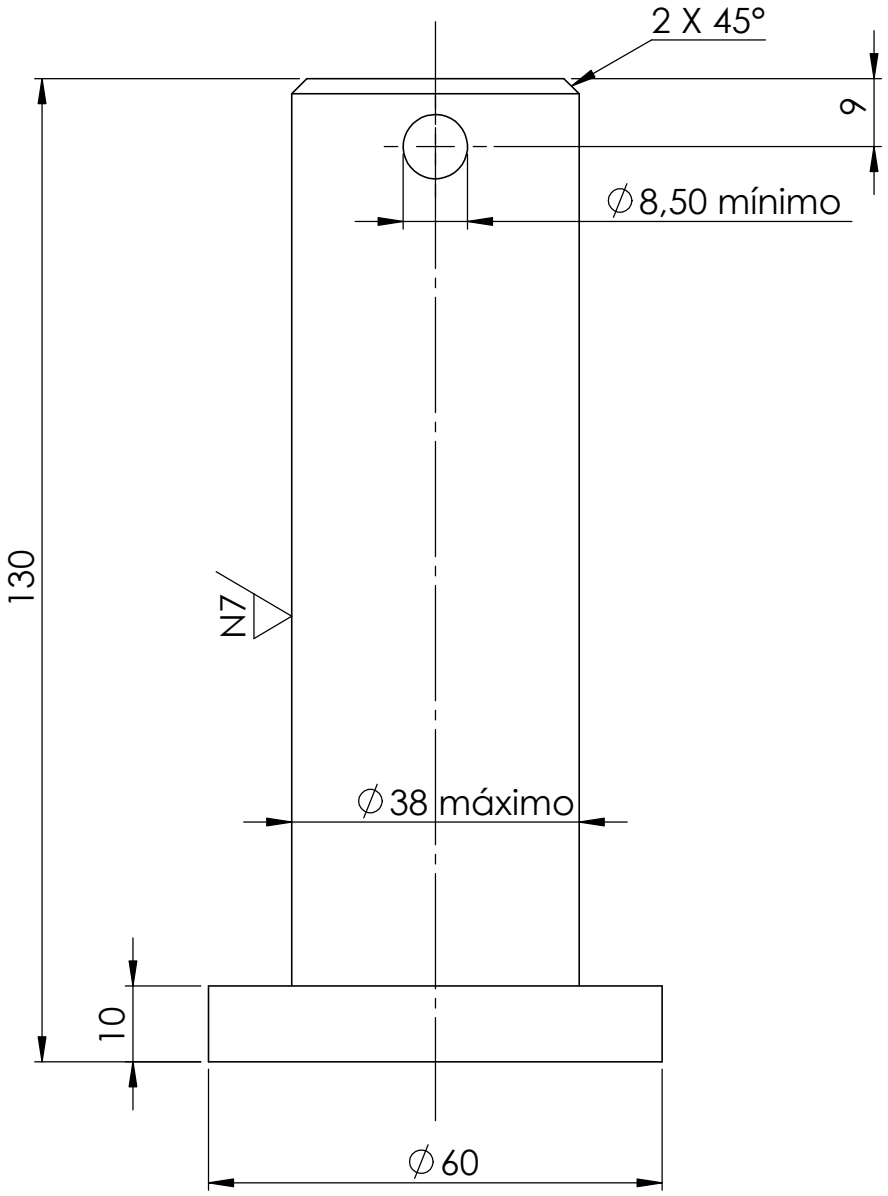
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:4 |

PZA 01-06-02

N9 ( N7 )




Matar cantos vivos

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Eje pivot | SAE 1020 | 1 | 1,3 kg |

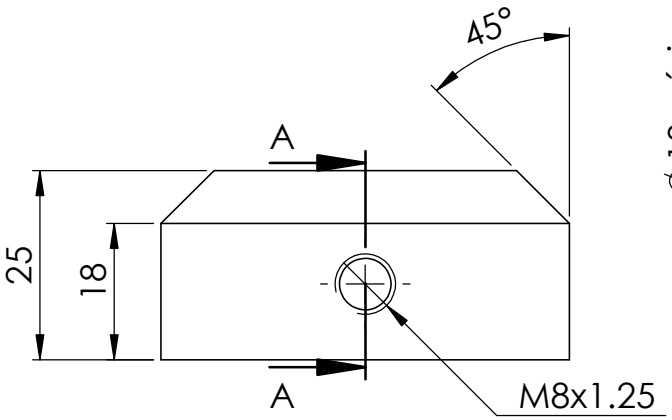
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

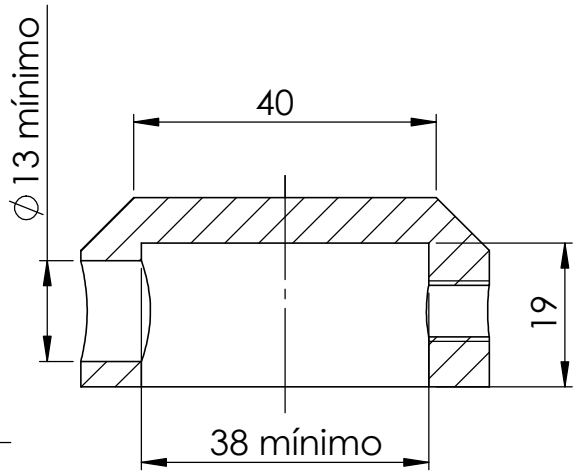
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:1 |

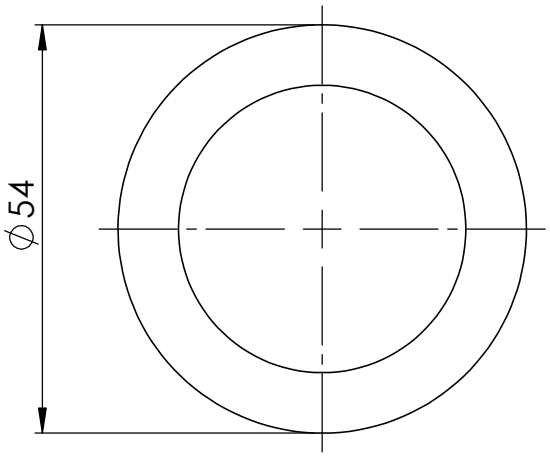
PZA 01-06-03

N9




SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1



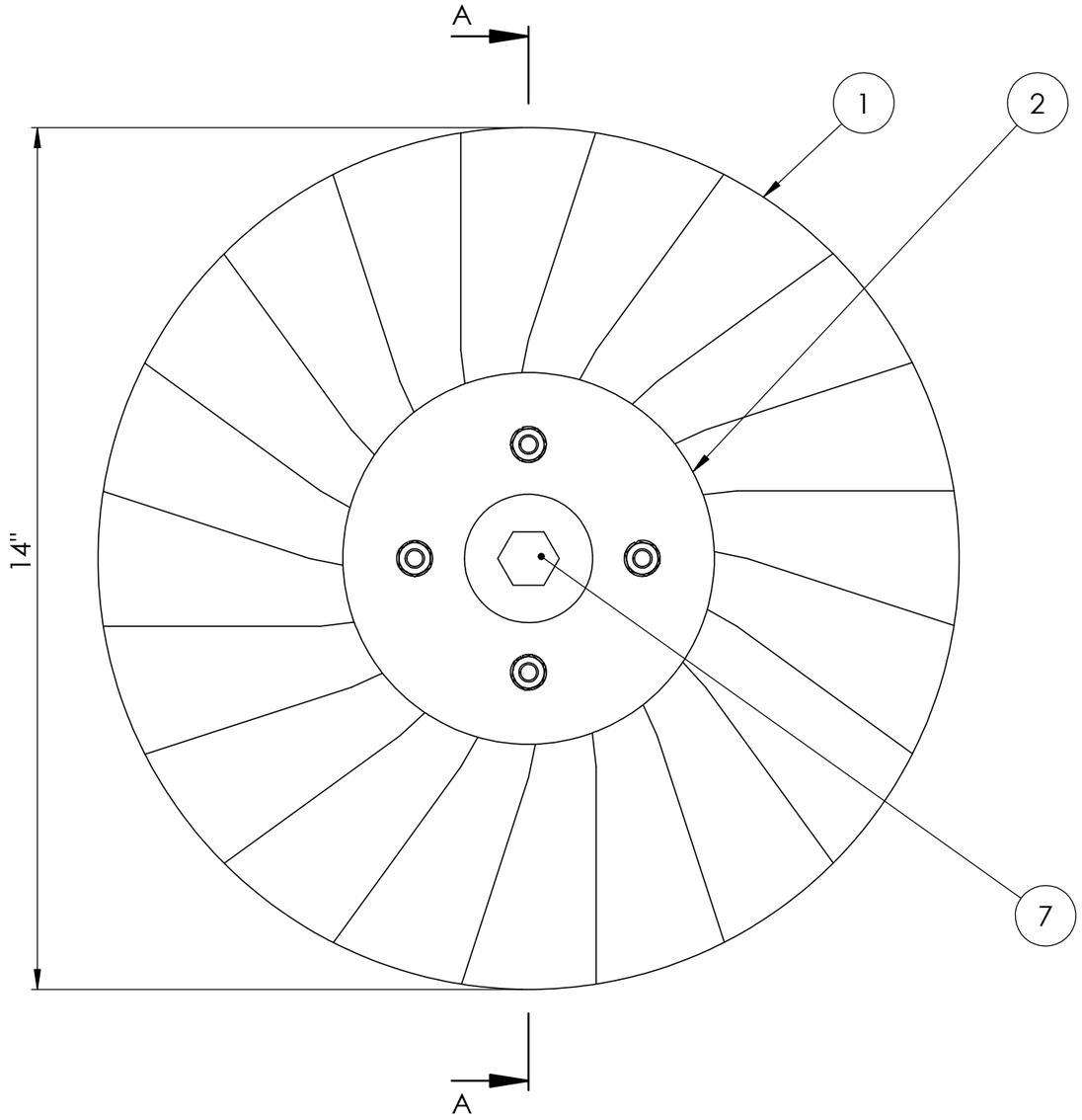

| 4 | Tapa eje pivot | SAE 1010 | 1 | 0,2 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

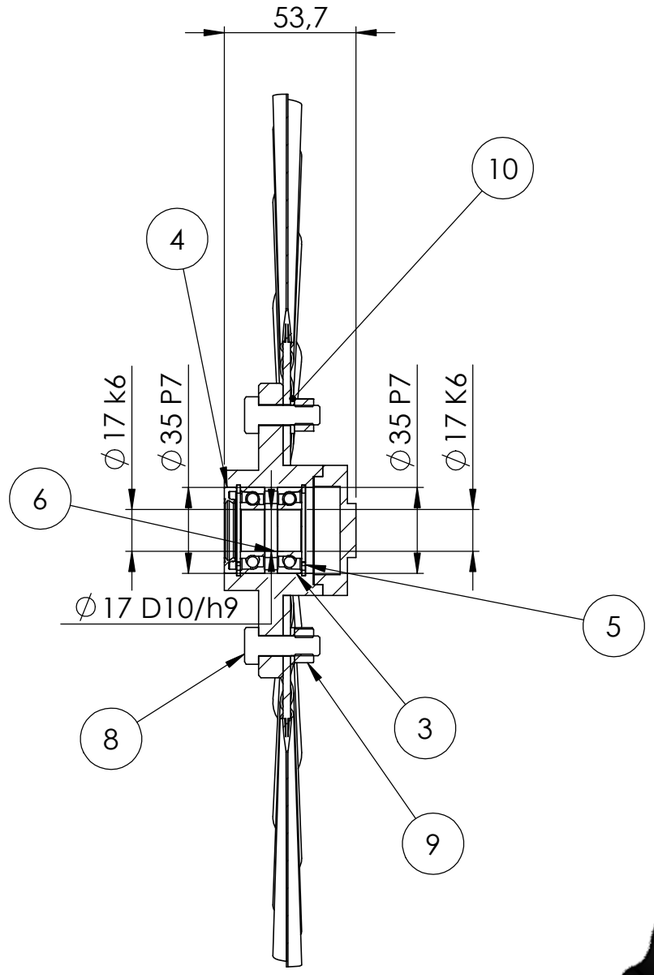
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

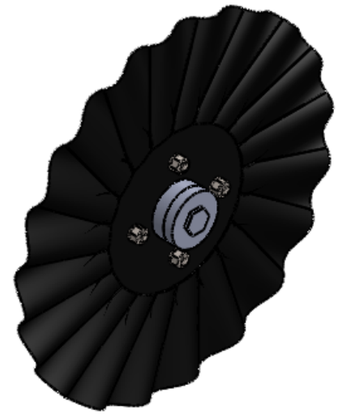
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 1:1 |

PZA 01-06-04




SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2.5



Peso aproximado: 2,2 kg

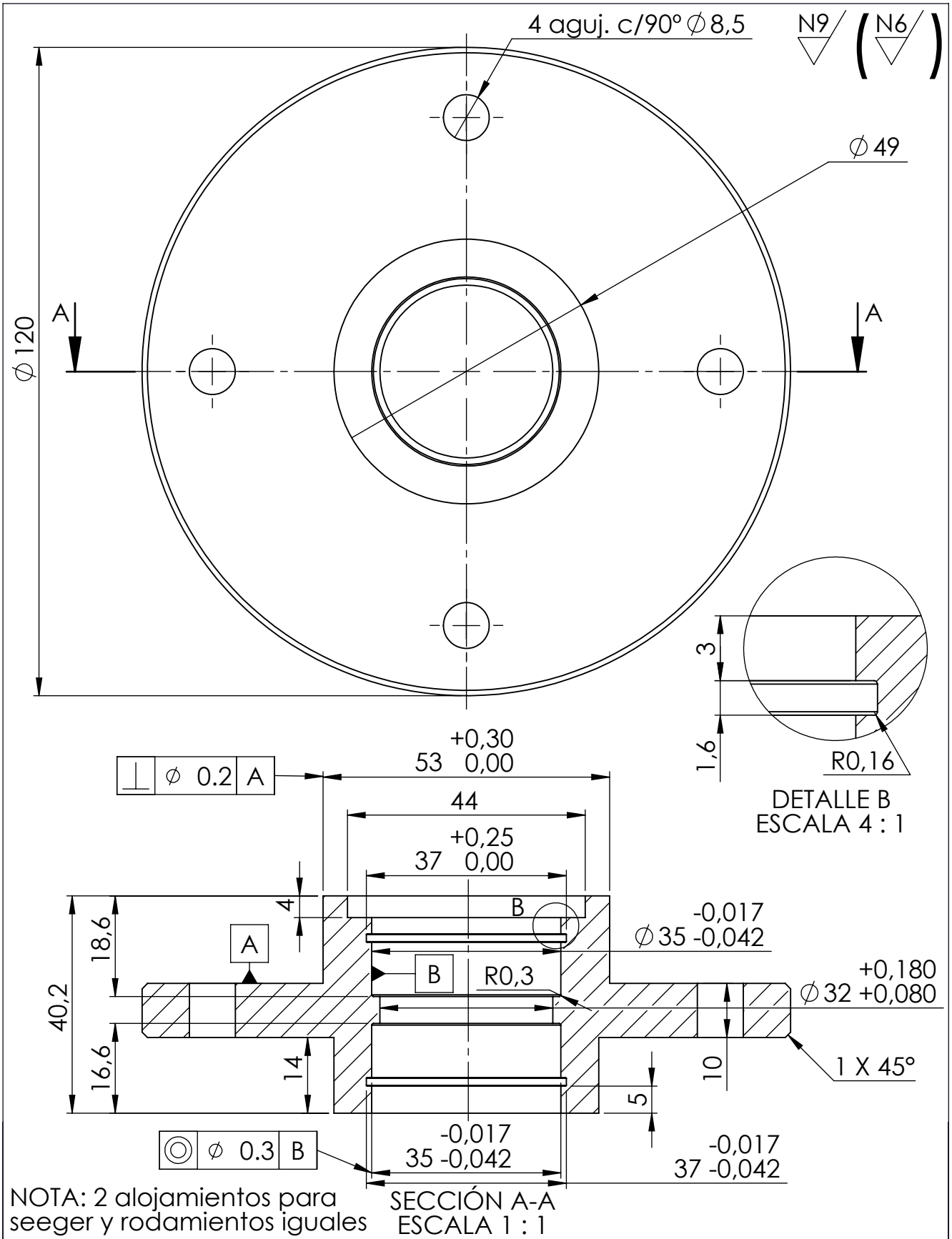
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Arandela elástica M8 DIN 127 | COMERCIAL | 8 | |
| 9 | Tuerca M8 DIN 934 | COMERCIAL | 8 | |
| 8 | Tornillo M8 x 25 DIN 933 | COMERCIAL | 8 | |
| 7 | Tapa maza cuchilla ON20 14" | FUNDICIÓN GRIS | 2 | 0,4 kg |
| 6 | Buje separador de rodamientos | SAE 1020 | 2 | 0,1 kg |
| 5 | Anillo Seeger DHO 35 DIN 472 | COMERCIAL | 4 | |
| 4 | Retén DBH 9077 DIN 3760 | COMERCIAL | 2 | |
| 3 | Rod. SKF S7003 CE/HCP4A | COMERCIAL | 4 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Maza cuchilla ON20 14" | FUNDICIÓN GRIS | 2 | 0,9 kg |
| 1 | Cuchilla turbo ON20 14" | COMERCIAL | 2 | |
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 01/04/22 | 1:2,5 |

STO 01-07




| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Maza cuchilla ON20 14" | Fundición gris | 2 | 0,9 kg |

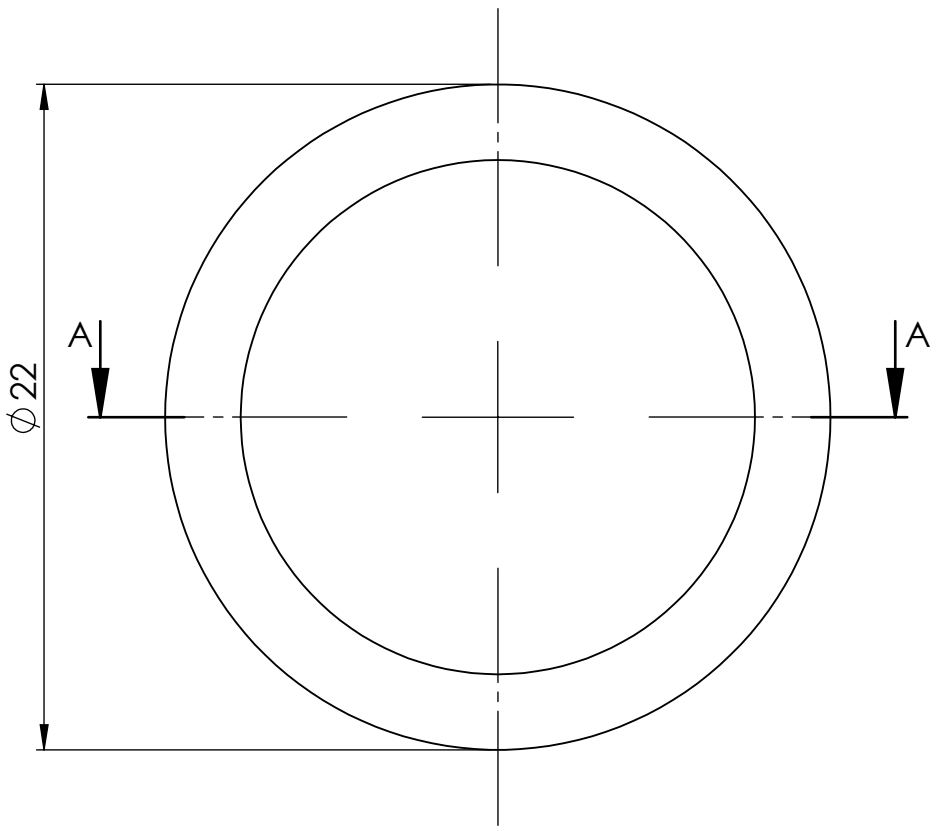
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

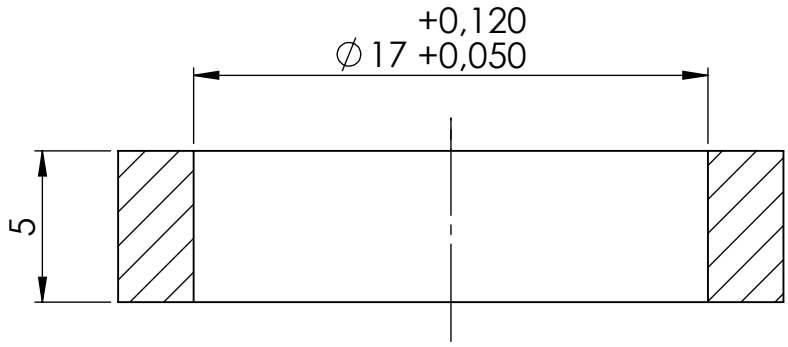
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 1:1 |

PZA 01-07-02

N7




SECCIÓN A-A
ESCALA 4 : 1

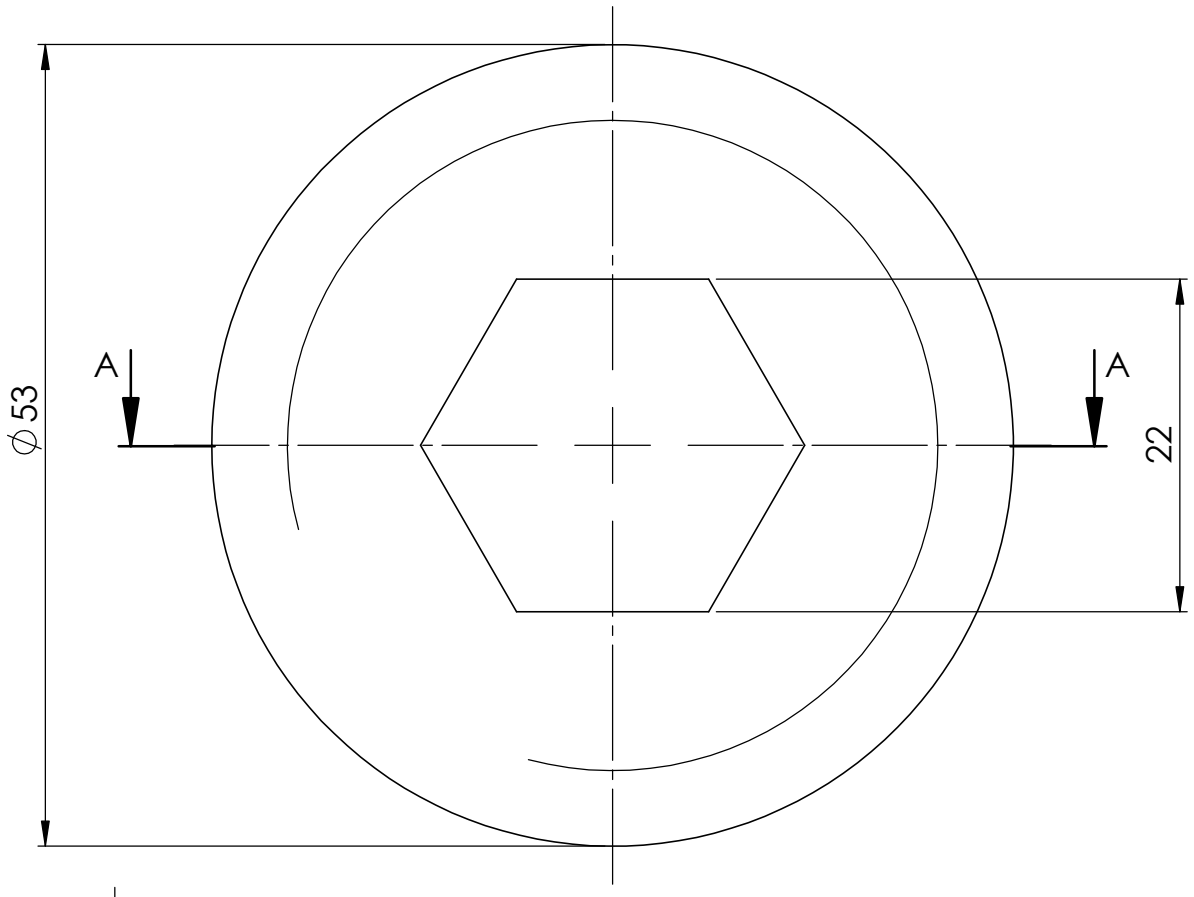
| 6 | Buje separador de rodamientos | SAE 1020 | 2 | 0,1 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

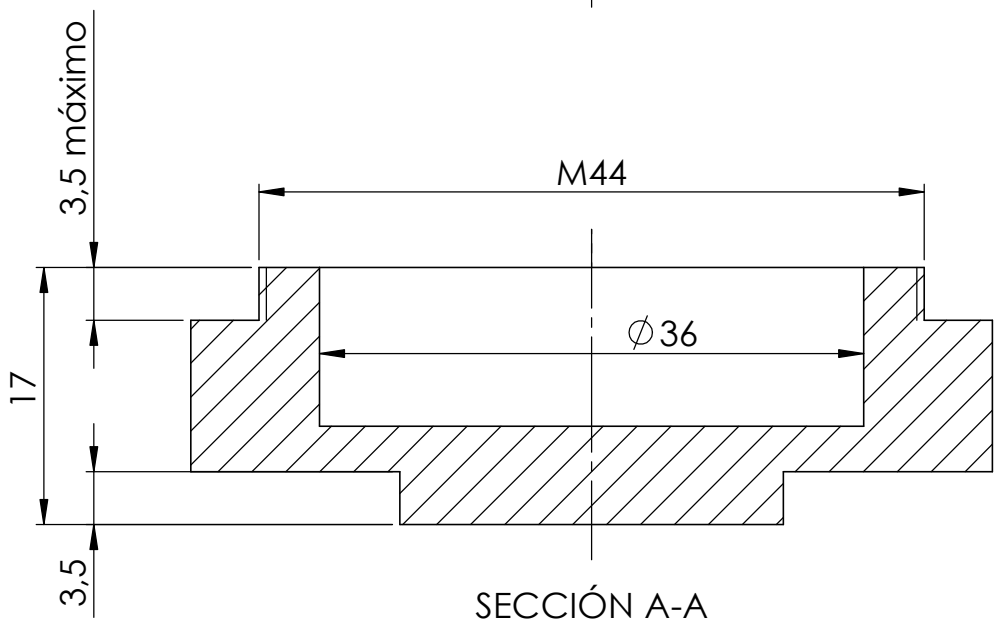
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 4:1 |

PZA 01-07-06




SECCIÓN A-A
ESCALA 2 : 1

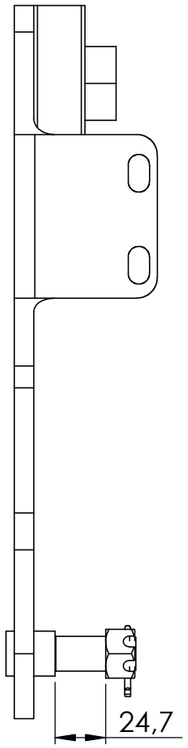
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | Tapa maza cuchilla ON20 14" | Fundición gris | 2 | 0,4 kg |
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

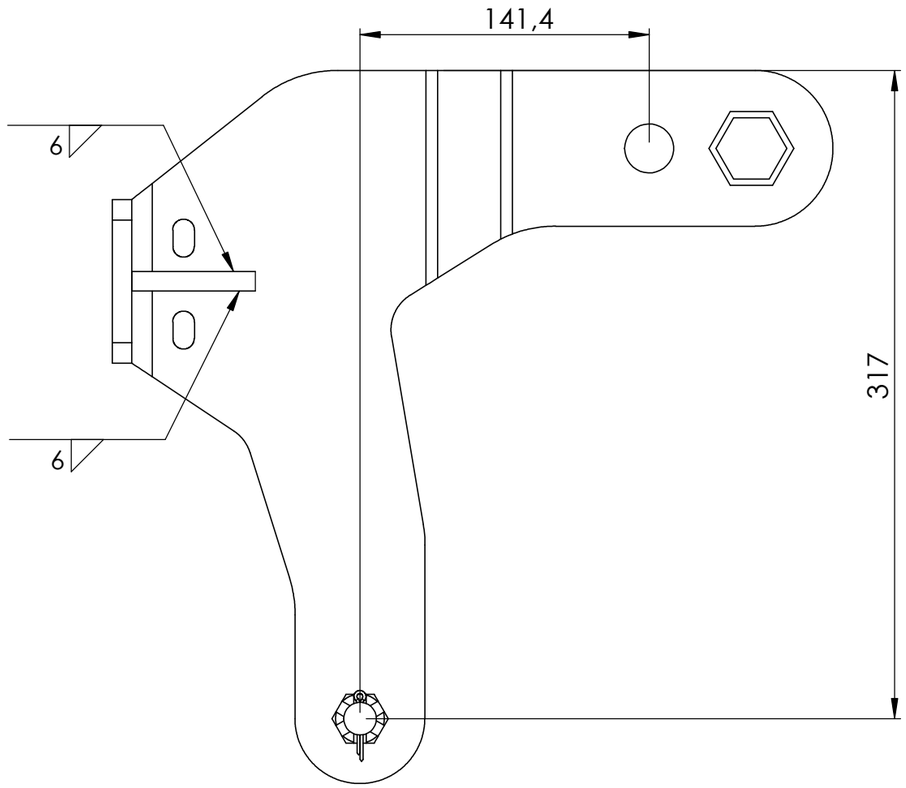
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

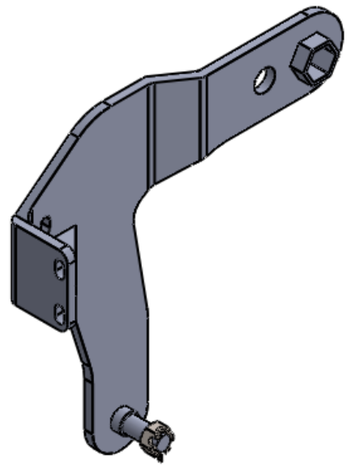
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

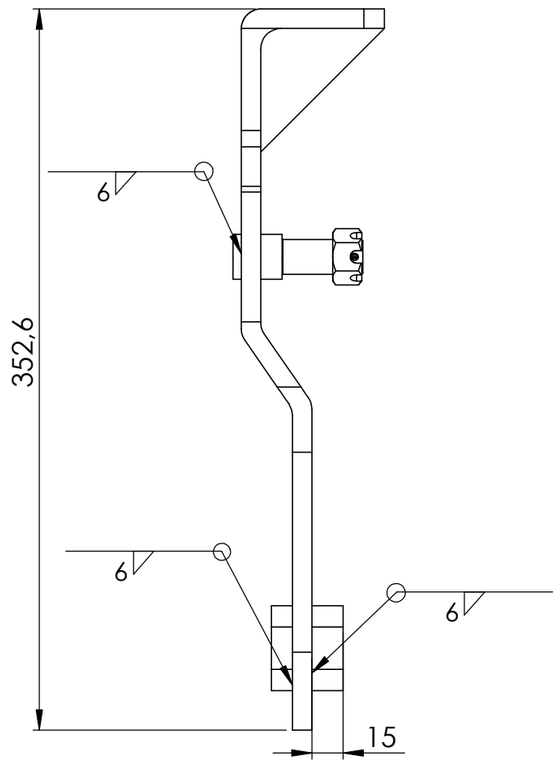
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 2:1 |

PZA 01-07-07






Peso aproximado: 3,5 kg

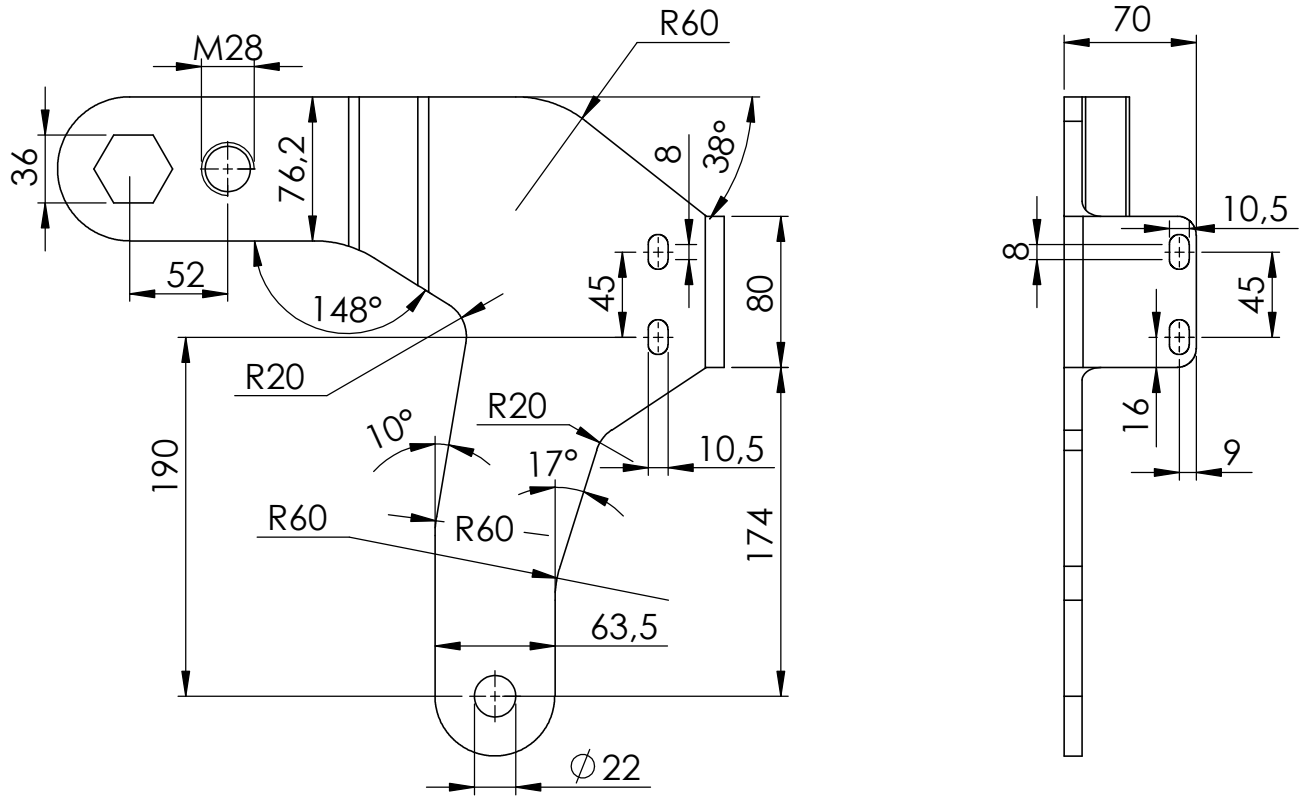
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 6 | Pasador de aletas 3,2 x 25 DIN 94 | COMERCIAL | 1 | |
| 5 | Tuerca almenada M16 DIN 534 | COMERCIAL | 1 | |
| 4 | Eje cuchilla ON20 14" | SAE 1050 | 1 | 0,4 kg |
| 3 | Refuerzo triangular | SAE 1010 | 1 | 0,1 kg |
| 2 | Buje hexagonal | SAE 1020 | 1 | 0,2 kg |
| 1 | Brazo izquierdo disco fertilizador | SAE 1010 | 1 | 2,7 kg |

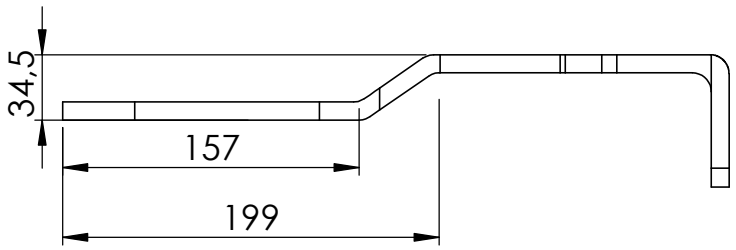
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

STO 01-09 en espejo a STO 01-08

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 1:3 |

STO 01-08




ESPESOR: 3/8"

NOTA: radios de pliego igual al espesor

PZA 01-09-01 en espejo a PZA 01-08-01

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Brazo izquierdo disco fertilizador | SAE 1010 | 1 | 2,7 kg |

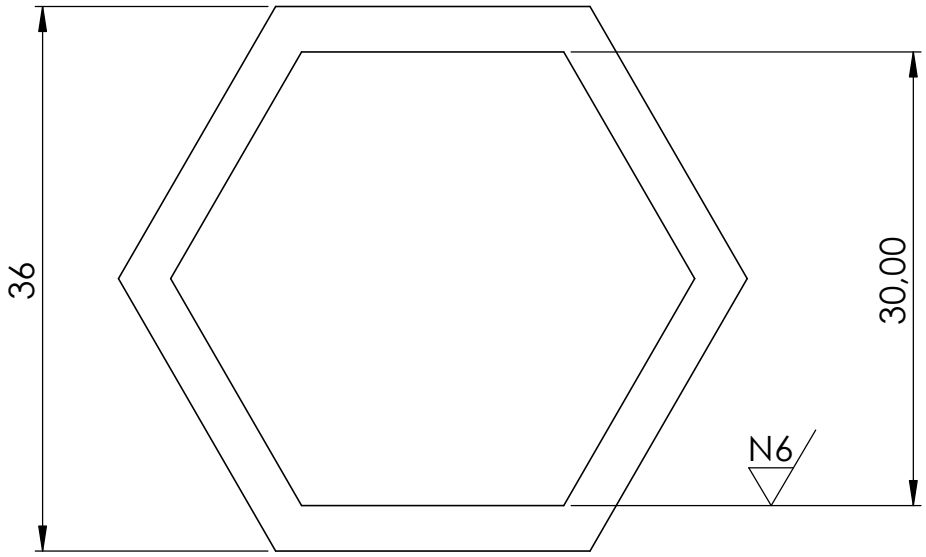
PROYECTO FINAL

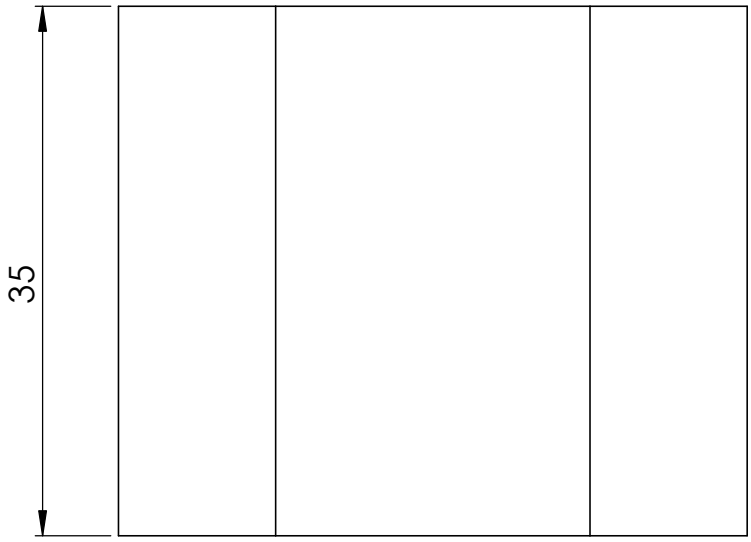
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA ROSARIO

Tolerancias generales según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS | |
|---|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 1:4 | PZA 01-08-01 |

N9 ( N6 )



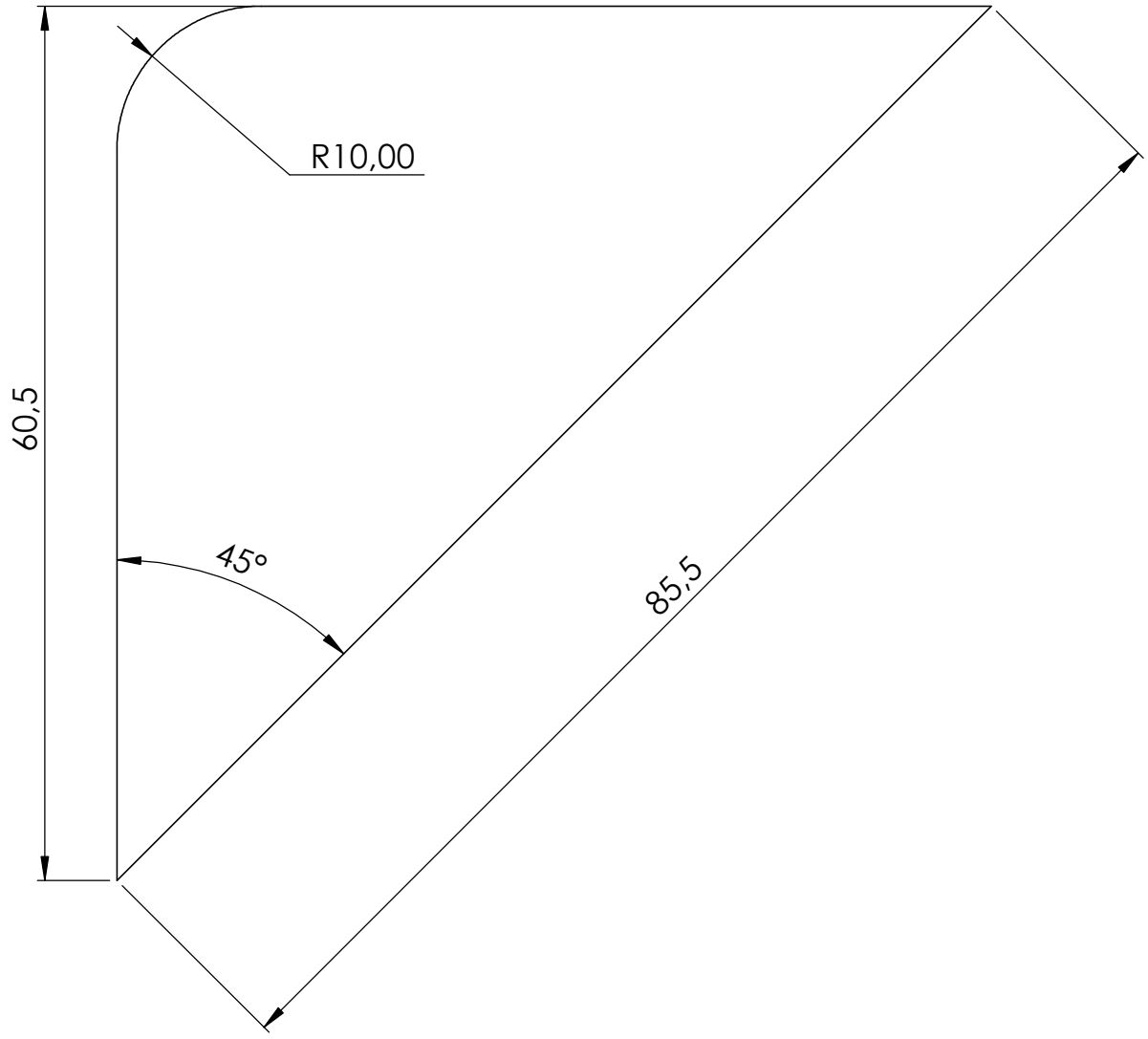

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Buje hexagonal | SAE 1020 | 2 | 0,2 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 2:1 |

PZA 01-08-02




ESPESOR: 3/8"

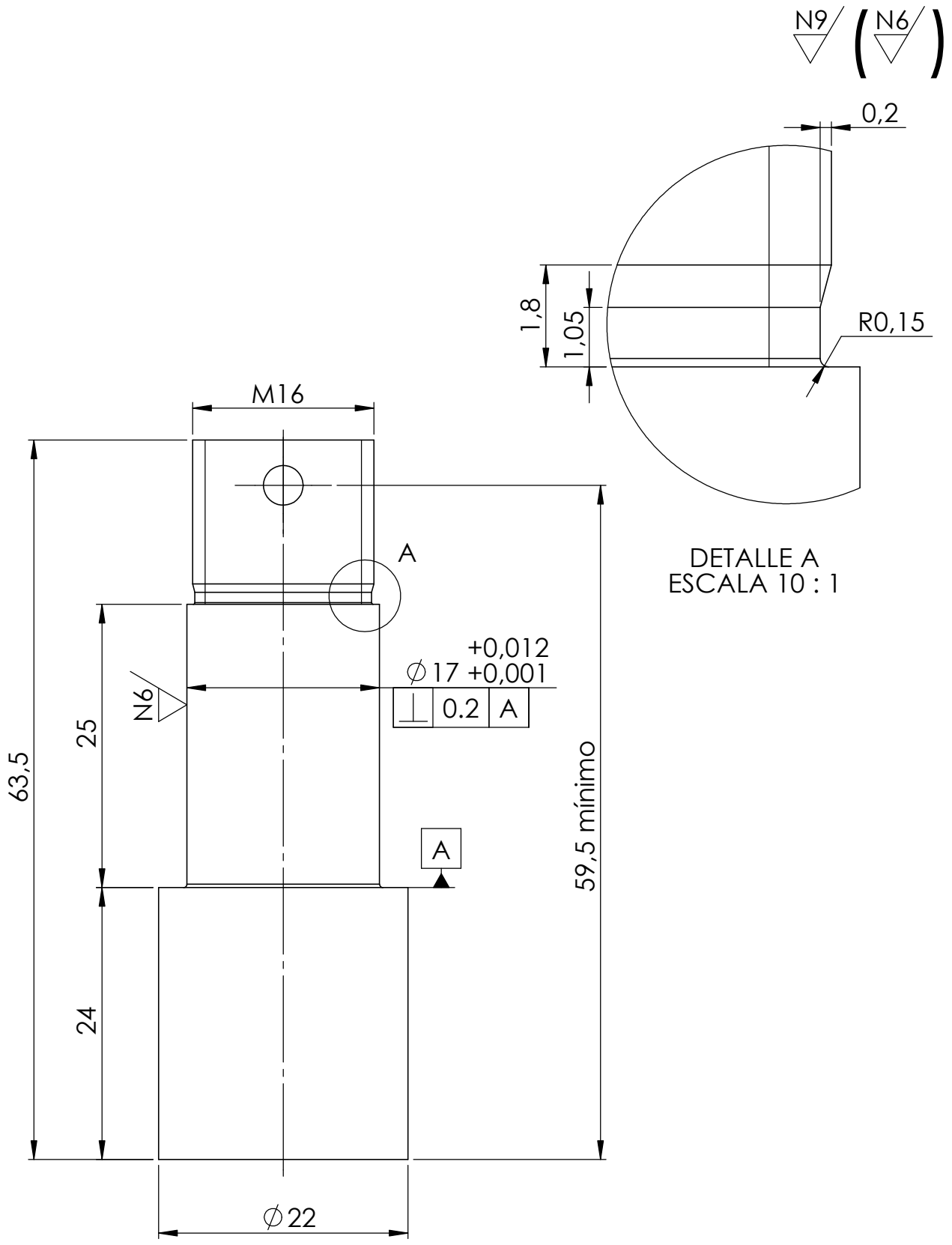
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Refuerzo triangular | SAE 1010 | 2 | 0,1 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

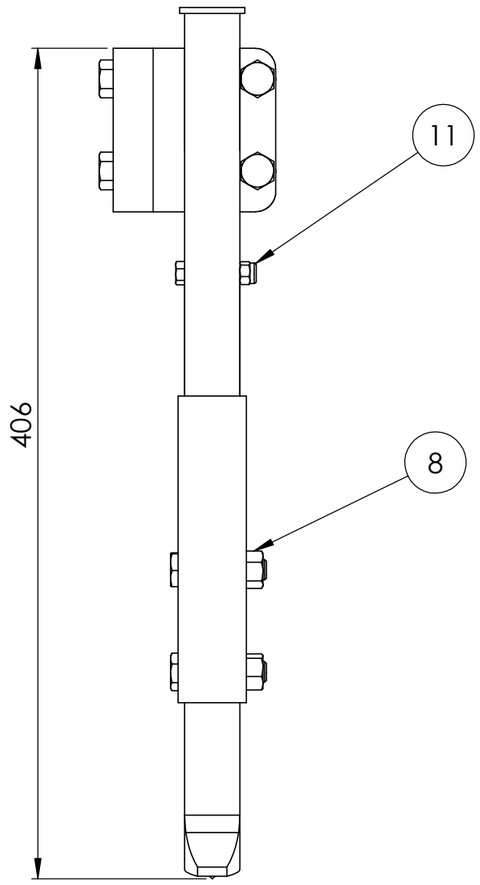
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 2:1 |

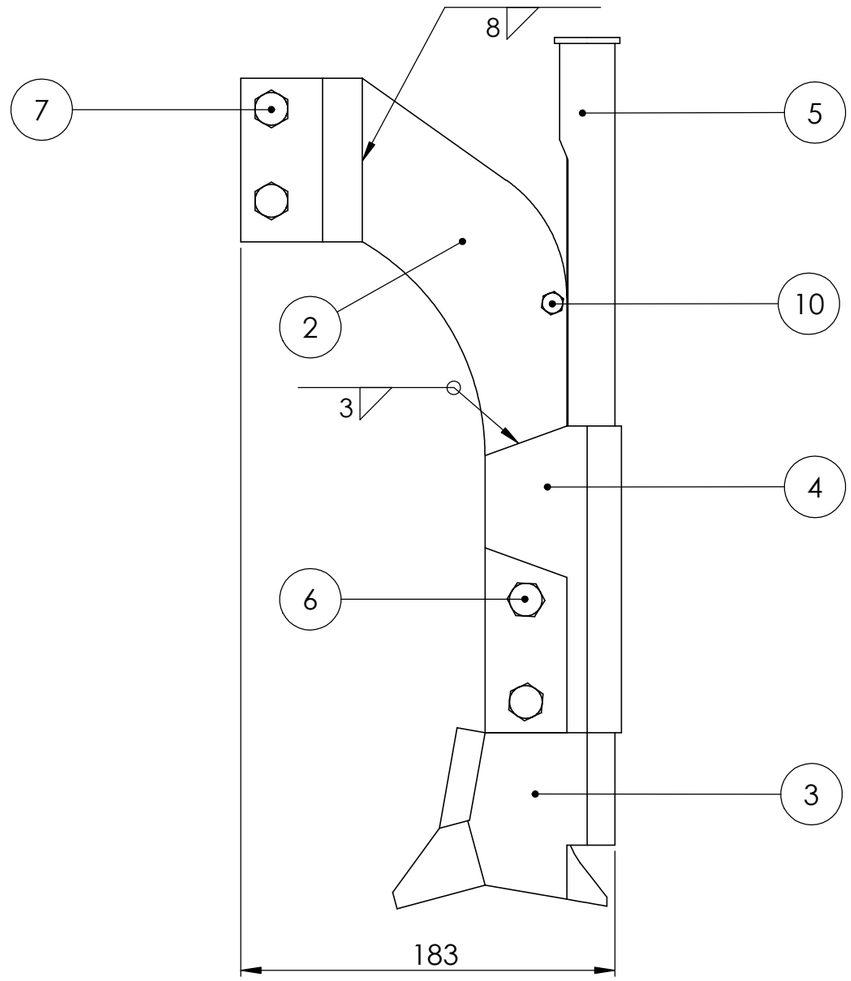
PZA 01-08-03

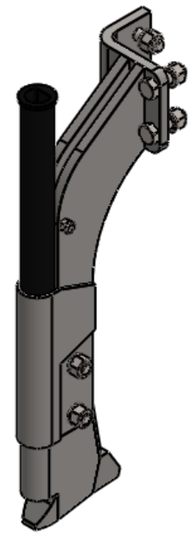


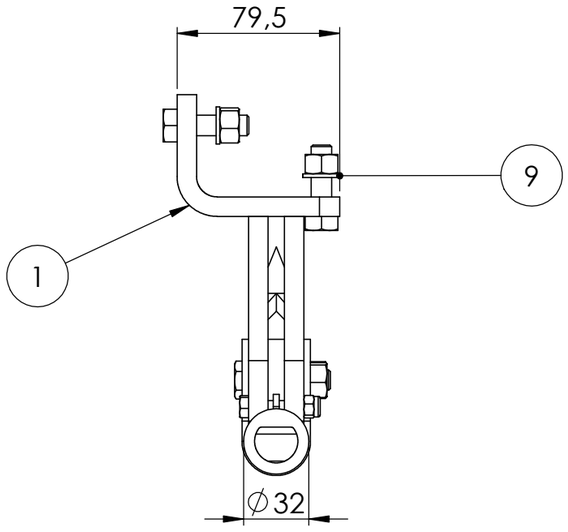

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Eje cuchilla ON20 14" | SAE 1050 | 1 | 0,4 kg |
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA<br>ROSARIO | | | Tolerancias generales<br>según DIN 2768 media | |
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 02/04/22 | 2:1 | PZA 01-08-04 |






Peso aproximado: 4 kg

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Tuerca M6 DIN 982 | COMERCIAL | 1 | |
| 10 | Tornillo M6 x 35 DIN 933 | COMERCIAL | 1 | |
| 9 | Arandela elástica M10 DIN 127 | COMERCIAL | 6 | |
| 8 | Tuerca M10 DIN 934 | COMERCIAL | 6 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | Tornillo M10 x 35 DIN 933 | COMERCIAL | 4 | |
| 6 | Tornillo M10 x 40 DIN 933 | COMERCIAL | 2 | |
| 5 | Tubo de bajada | Polipropileno negro | 1 | 0,1 kg |
| 4 | Soporte para tubo de bajada | SAE 1010 | 1 | 0,1 kg |
| 3 | Púa | SAE 5160 | 1 | 1,2 kg |
| 2 | Timón para púa | SAE 1050 | 2 | 1,3 kg |
| 1 | Soporte 'L' izquierdo | SAE 1010 | 1 | 0,7 kg |
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

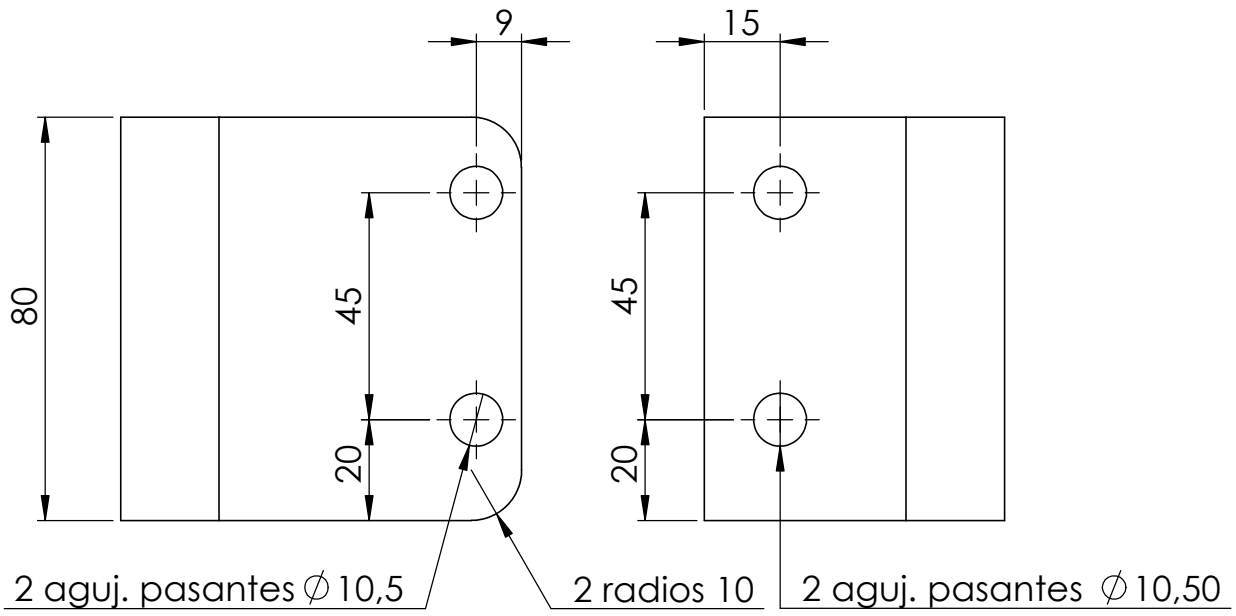
PROYECTO FINAL

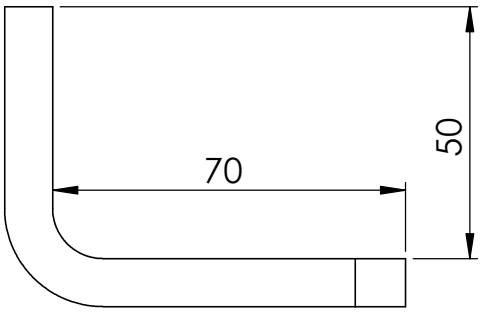
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

STO 01-11 en espejo a STO 01-10

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 03/04/22 | 1:3 |

STO 01-10




ESPESOR: 3/8"
Radio de pliegue igual al espesor
NOTA: PZA 01-09-01 en espejo a PZA 01-08-01

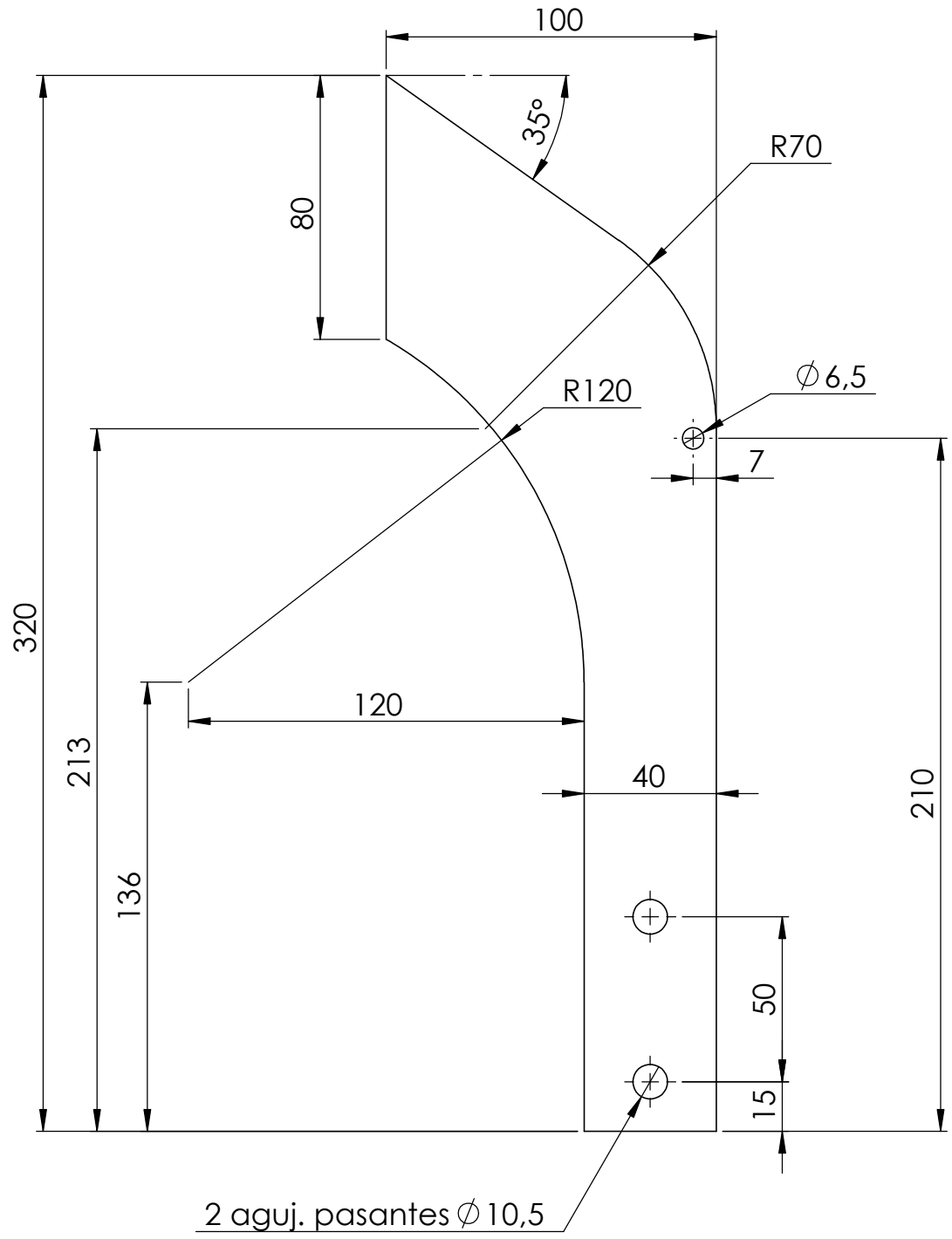
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Soporte 'L' izquierdo | SAE 1010 | 1 | 0,7 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 03/04/22 | 1:1,5 |

PZA 01-10-01




ESPESOR: 3/8"

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Timón para púa | SAE 1050 | 2 | 1,3 kg |

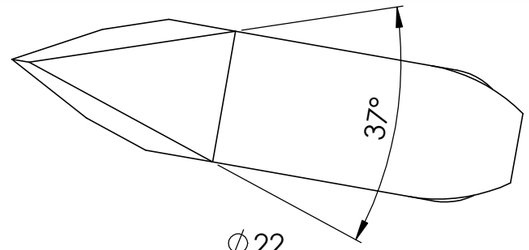
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

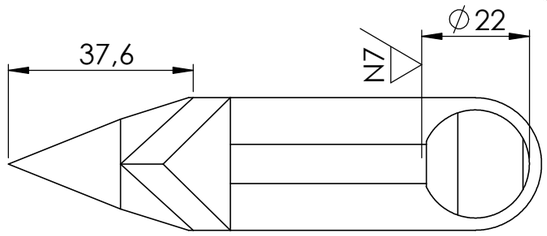
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

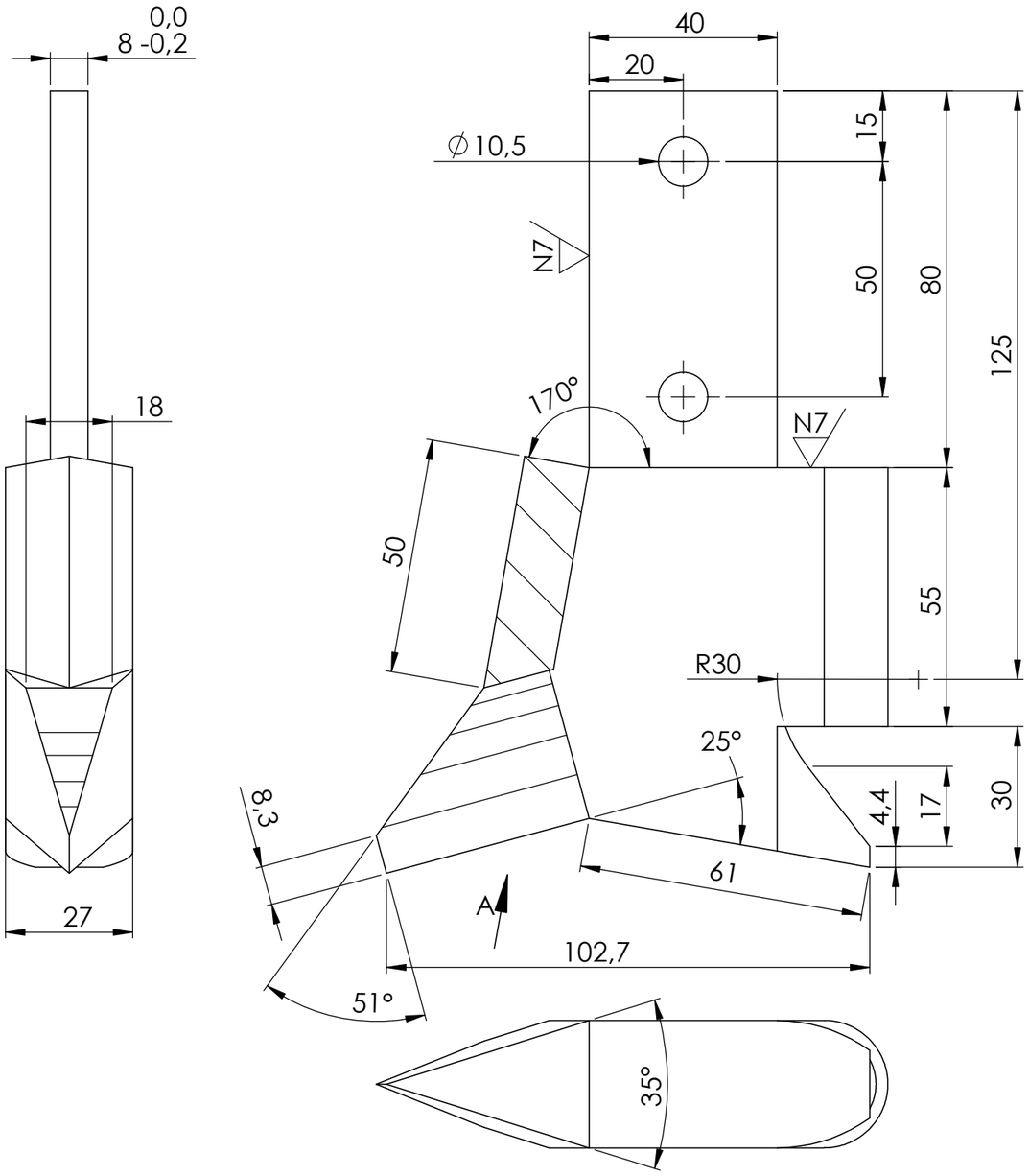
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 03/04/22 | 1:2 |

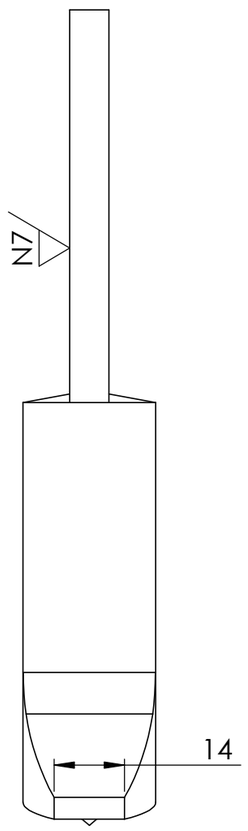
PZA 01-10-02

VISTA A
ESCALA 1 : 1.25



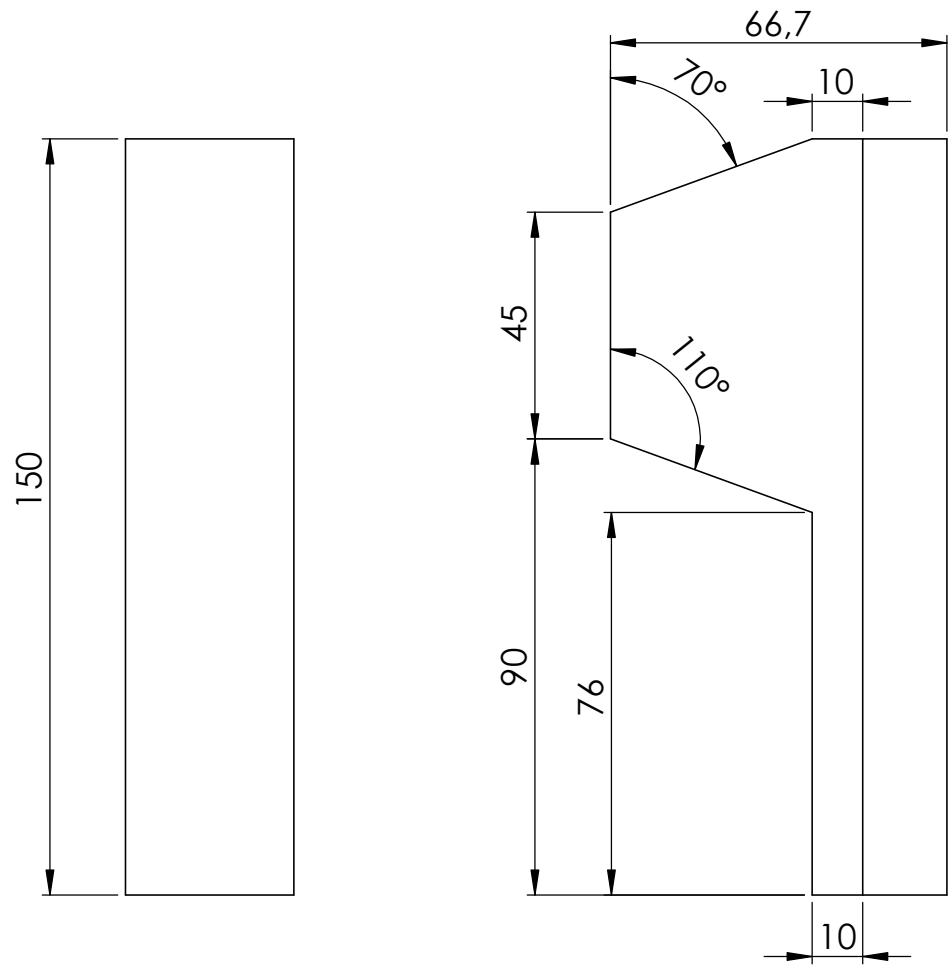



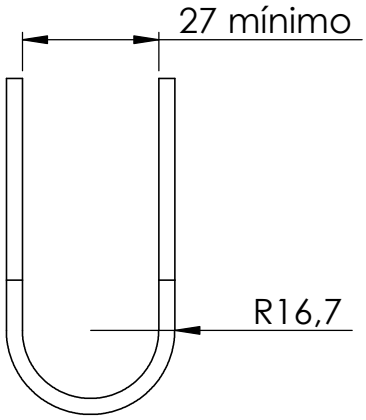




NOTA:
Pieza templada y revenida (ver en plano de trat. térmico).
Recargue por soldadura en zona rayada con aleación de cromo.

| 3 | Púa | | SAE 5160 | 1 | 1,2 kg |
|---|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | | MATERIAL | CANT. | PESO |
| PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO | | | Tolerancias generales<br>según DIN 2768 media | | |
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS | PZA 01-10-03 | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 04/04/22 | 1:2,5 | | |




ESPESOR: 1/8"

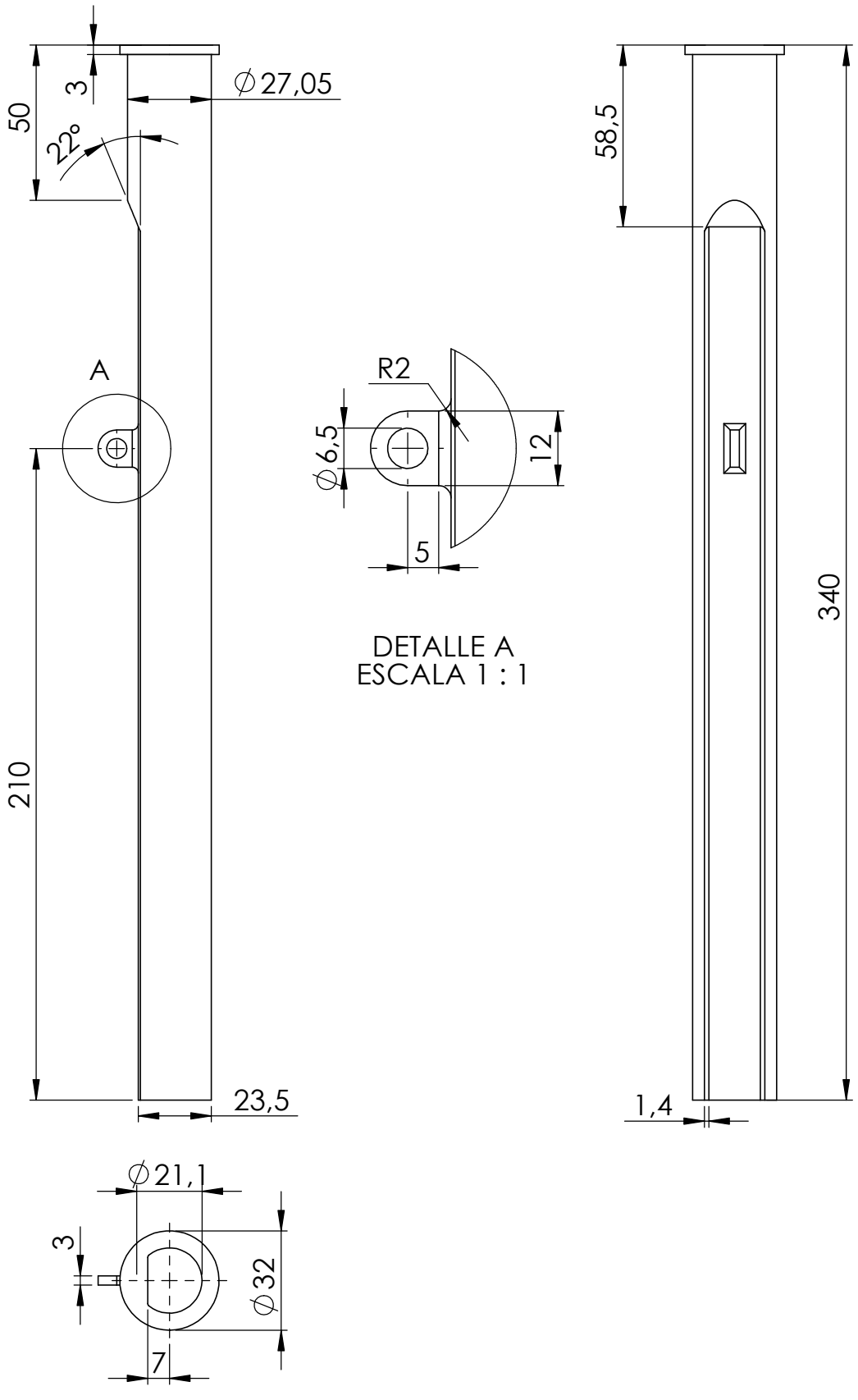
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Soporte para tubo de bajada | SAE 1010 | 1 | 0,1 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

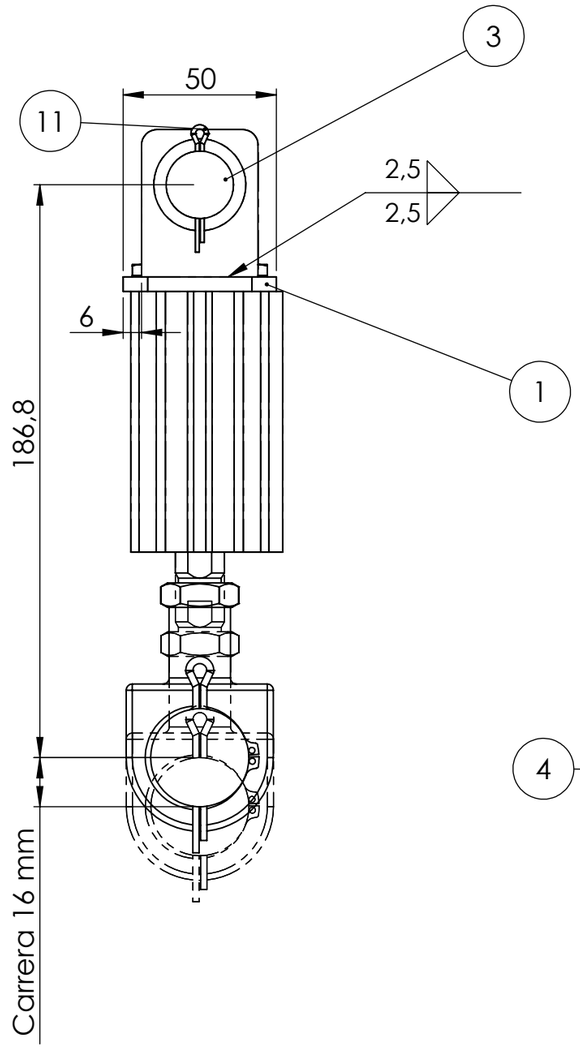
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 03/04/22 | 1:1,5 |

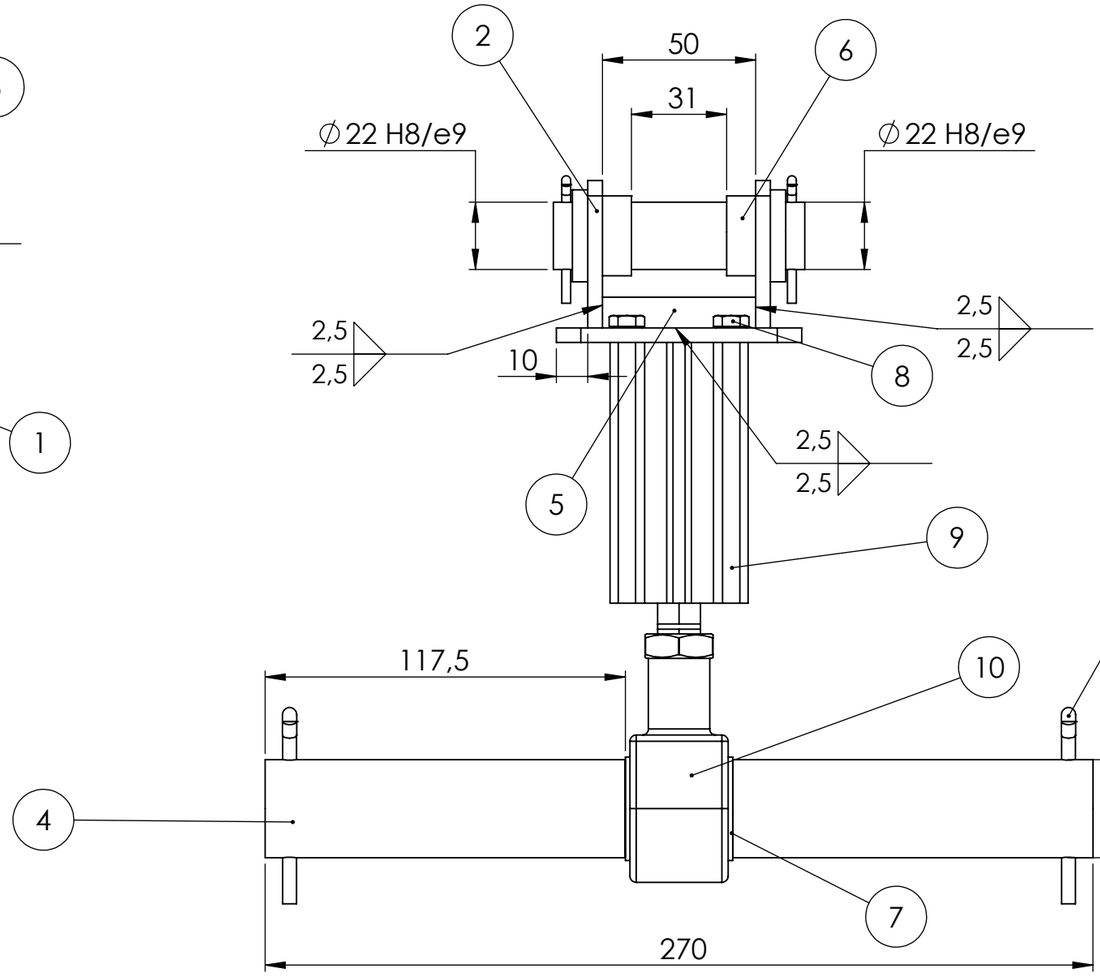
PZA 01-10-04

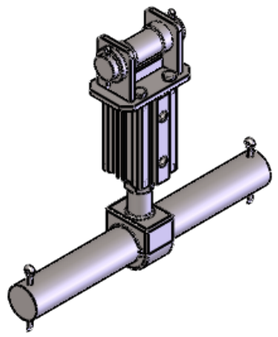



| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Tubo de bajada | Polipropileno negro | 1 | 0,1 kg |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA<br>ROSARIO | | | Tolerancias generales<br>según DIN 2768 media | |
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 03/04/22 | 1:2 | PZA 01-10-05 |



Peso aproximado: 3,1 kg

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | Pasador de aletas 2,9 x 32 DIN 94 | COMERCIAL | 2 | |
| 11 | Pasador de aletas 4,6 x 50 DIN 94 | COMERCIAL | 2 | |
| 10 | Puntera cilindro compacto | SAE 1010 | 1 | 0,3 kg |
| 9 | Cilindro hidráulico compacto | COMERCIAL | 1 | |
| 8 | Tornillo M6 x 30 x 18 DIN 24014 | COMERCIAL | 4 | |
| 7 | Anillo seeger DIN 471 30 x 1,5 | COMERCIAL | 2 | |
| 6 | Buje para base | SAE 1010 | 2 | 0,2 kg |
| 5 | Refuerzo para base | SAE 1010 | 1 | 0,1 kg |
| 4 | Eje para puntera cilindro | SAE 4140 | 1 | 0,8 kg |

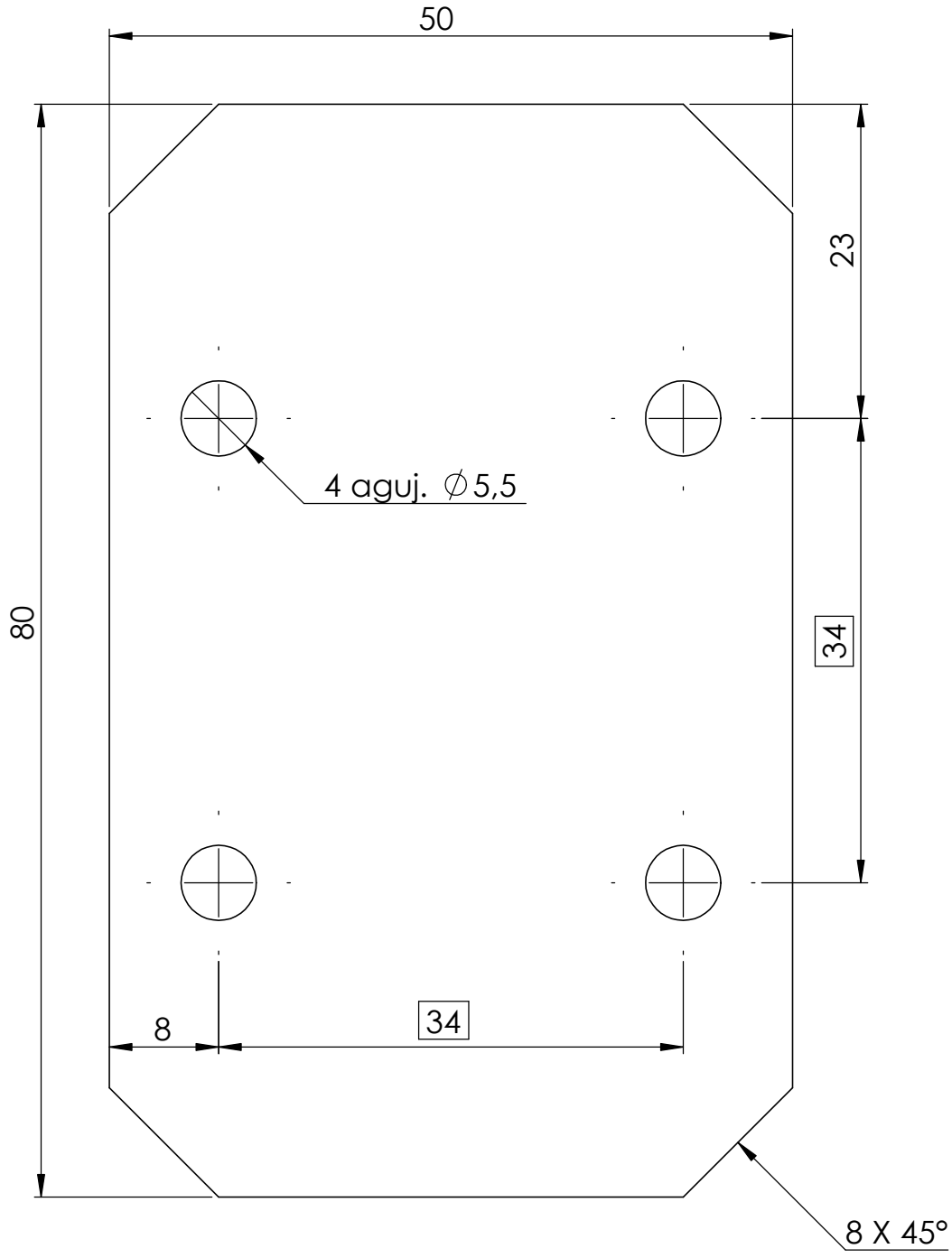
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Eje para base de cilindro | SAE 1020 | 1 | 0,4 kg |
| 2 | Oreja para base de cilindro | SAE 1010 | 2 | 0,1 kg |
| 1 | Base para cilindro | SAE 1010 | 1 | 0,3 kg |

PROYECTO FINAL

ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 04/04/22 | 1:2 |

STO 01-12




ESPESOR: 3/16"

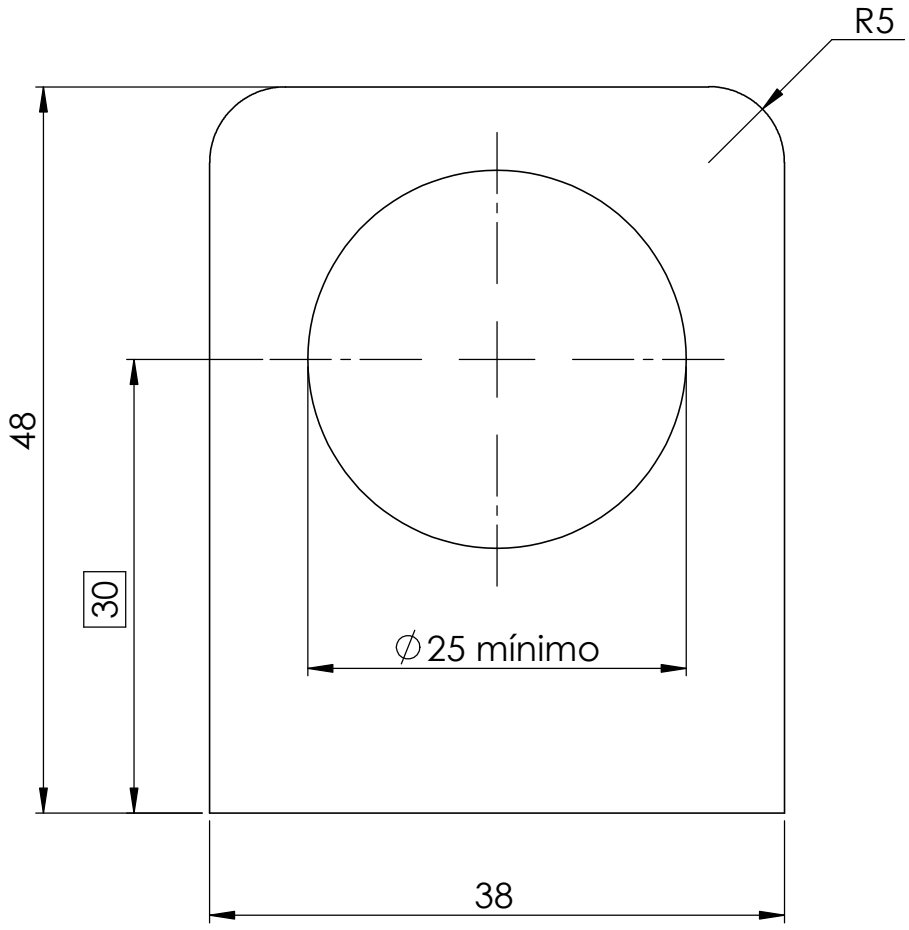
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Base para cilindro compacto | SAE 1010 | 1 | 0,3 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 2:1 |

PZA 01-12-01




ESPESOR: 3/16"

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Oreja para base de cilindro | SAE 1010 | 2 | 0,1 kg |

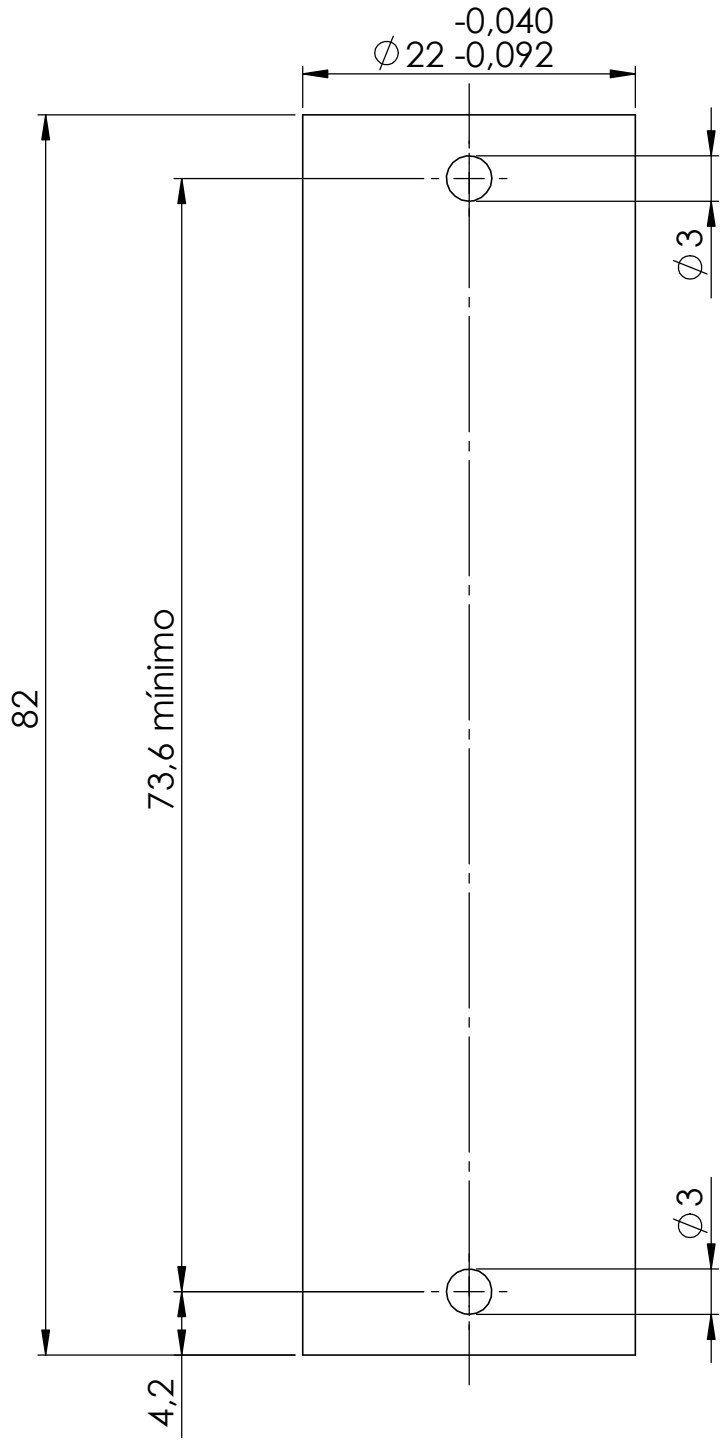
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 2:1 |

PZA 01-12-02

N7




Matar cantos vivos

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Eje para base de cilindro | SAE 1020 | 1 | 0,4 kg |

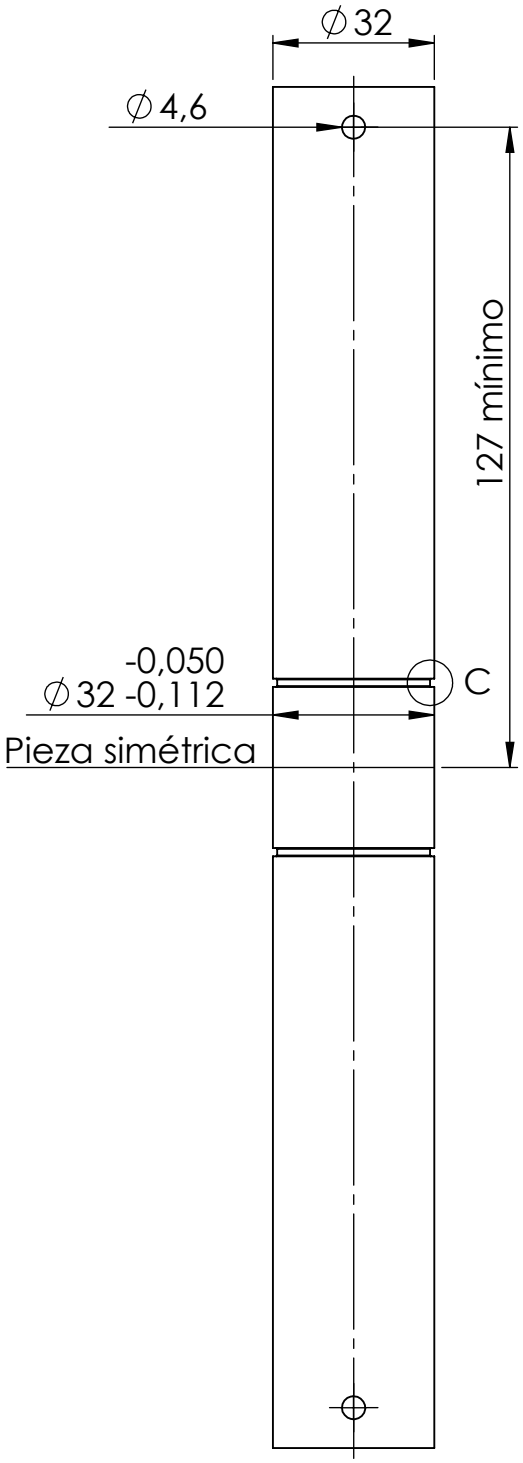
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

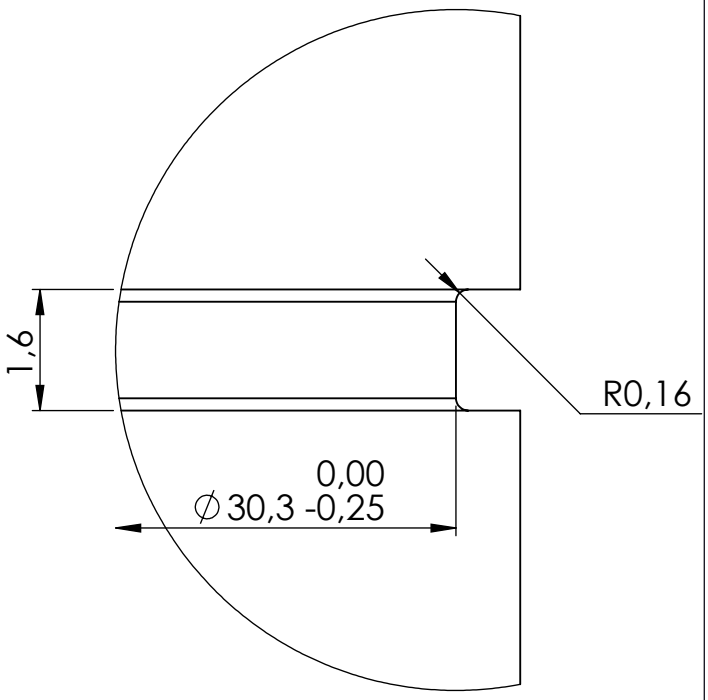
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 2:1 |

PZA 01-12-03

N7




DETALLE C
ESCALA 10 : 1

Matar cantos vivos
Nota: templar y revenir en aceite.

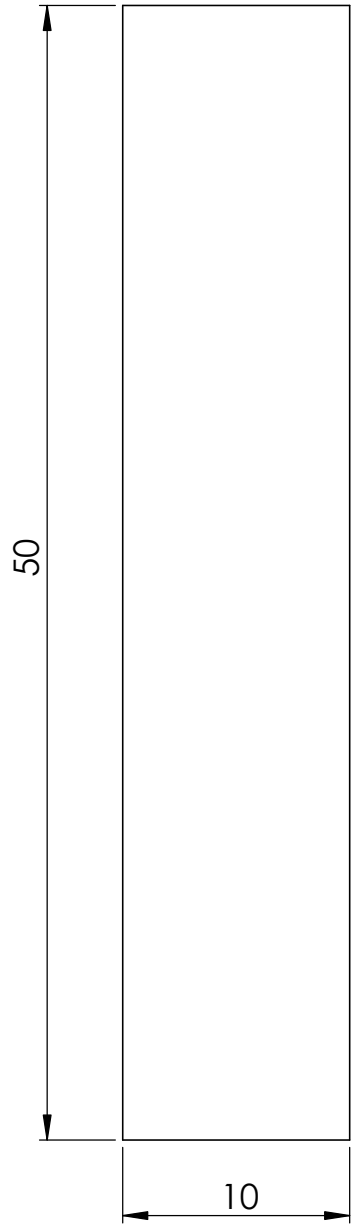
| 4 | Eje para puntera cilindro | SAE 4140 | 1 | 0,8 kg |
|---|---|---|---|---|
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 1:1,5 |

PZA 01-12-04




ESPESOR: 1/8"

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Refuerzo para base | SAE 1010 | 1 | 0,1 kg |

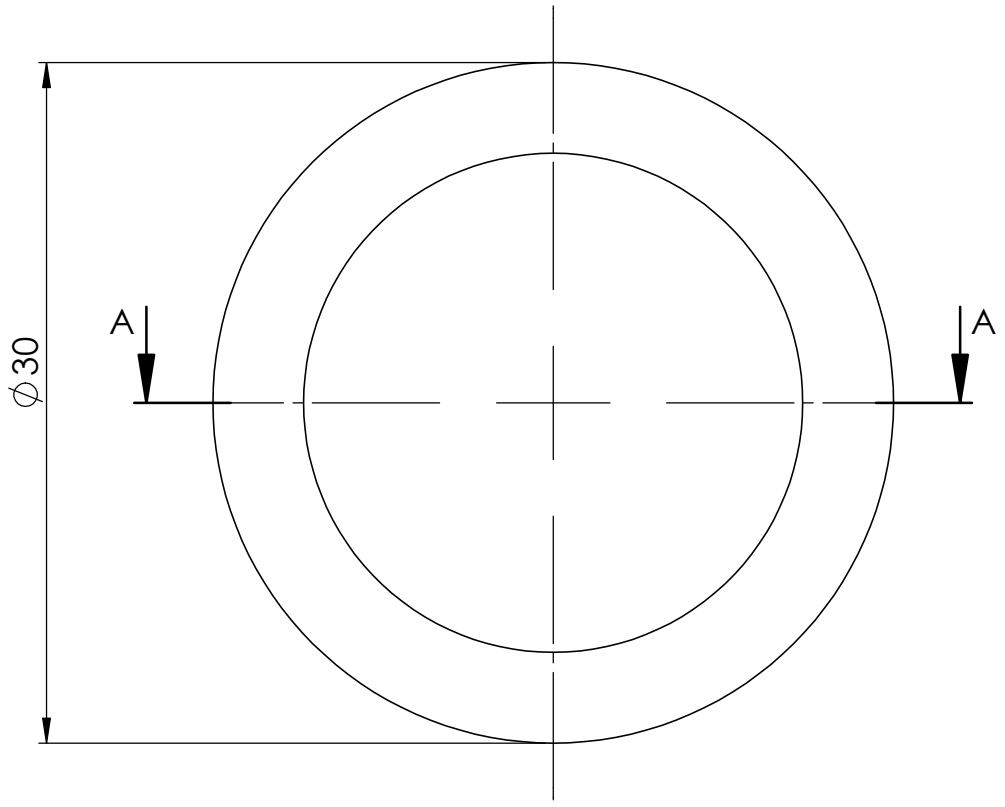
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

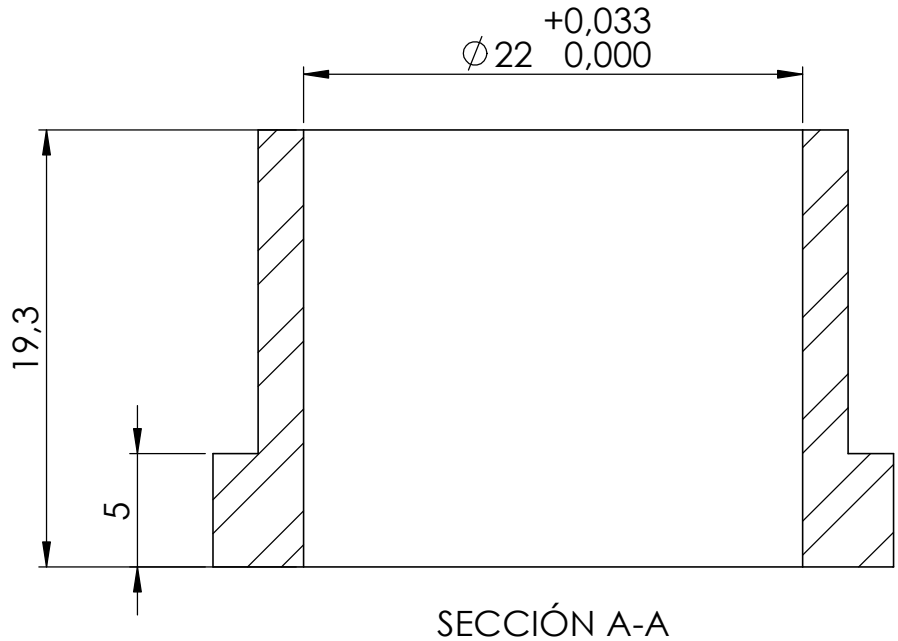
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 3:1 |

PZA 01-12-05

N7




SECCIÓN A-A
ESCALA 3 : 1

Matar cantos vivos

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 6 | Buje para base | SAE 1010 | 2 | 0,2 kg |

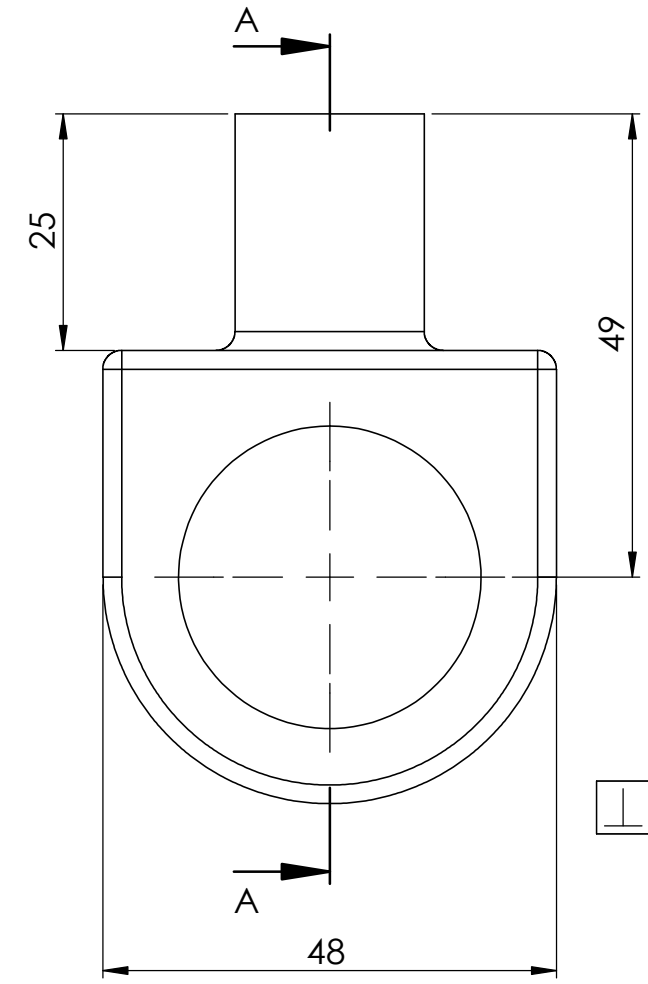
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

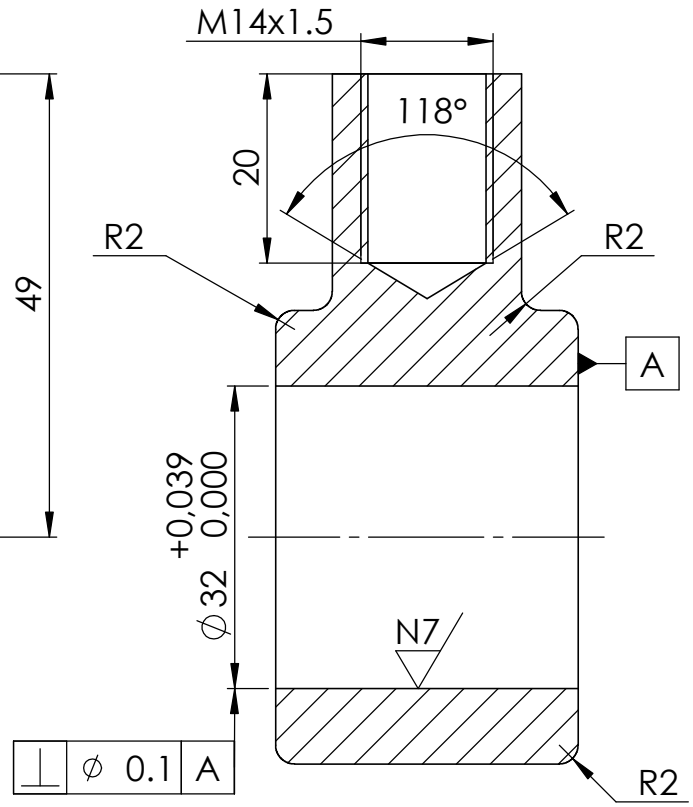
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 3:1 |

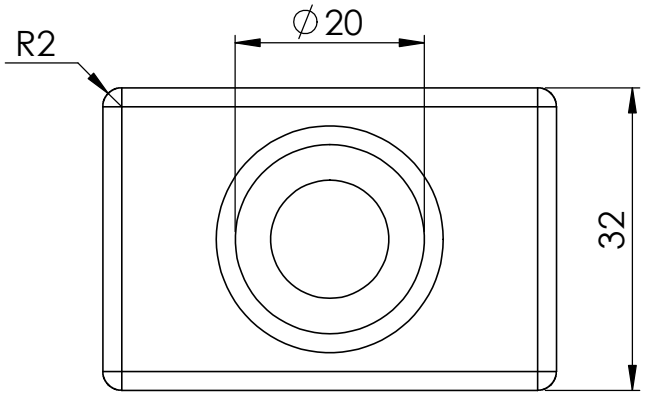
PZA 01-12-06

N9 ( N7 )




SECCIÓN A-A
ESCALA 5 : 4



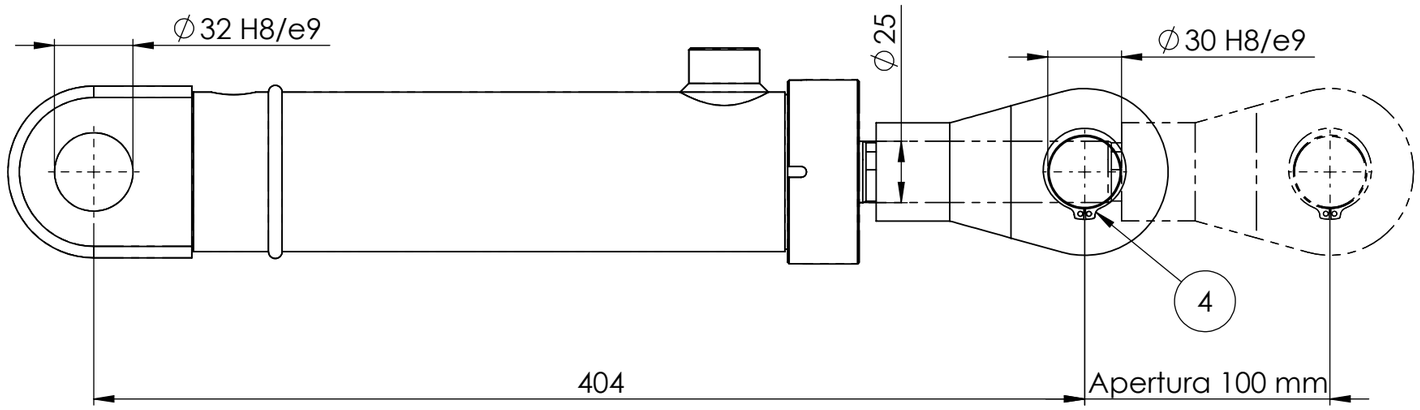

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | Puntera cilindro compacto | SAE 1010 | 1 | 0,3 kg |
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

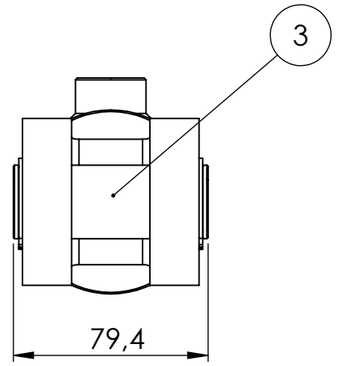
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

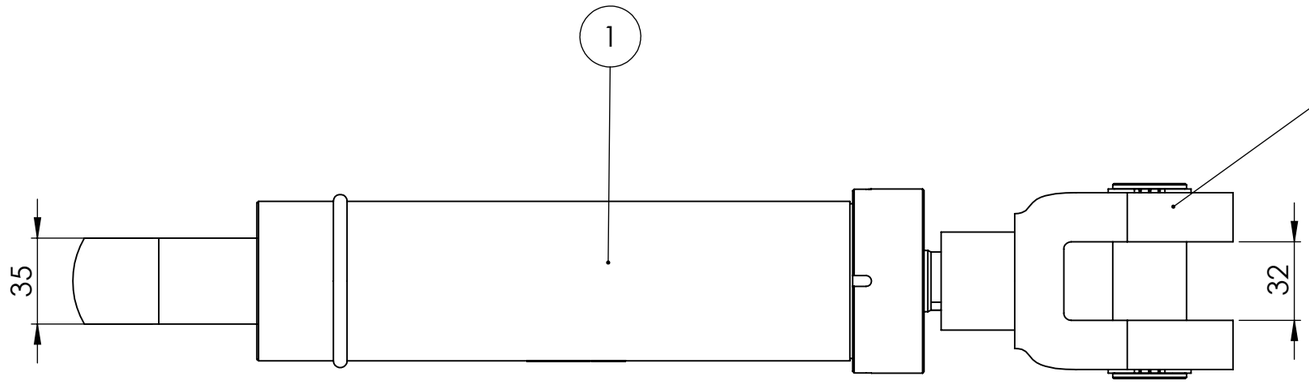
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

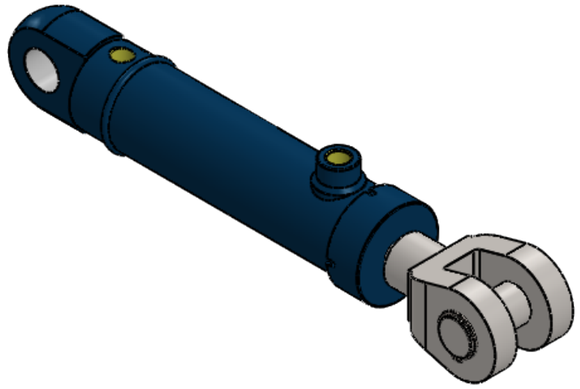
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 05/04/22 | 5:4 |

PZA 01-12-10



Peso aproximado: 10,6 kg

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Anillo seeger 1,5 x 30 DIN 471 | COMERCIAL | 2 | |
| 3 | Perno de puntera doble hilera | SAE 4140 | 1 | 0,3 kg |
| 2 | Puntera doble hilera | FUNDICIÓN GRIS | 1 | 1,5 kg |
| 1 | Cilindro hidráulico | COMERCIAL | 1 | |

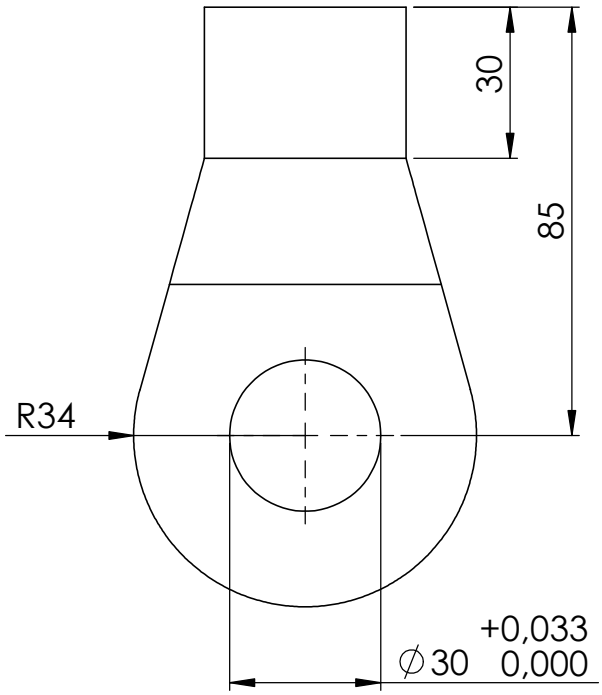
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

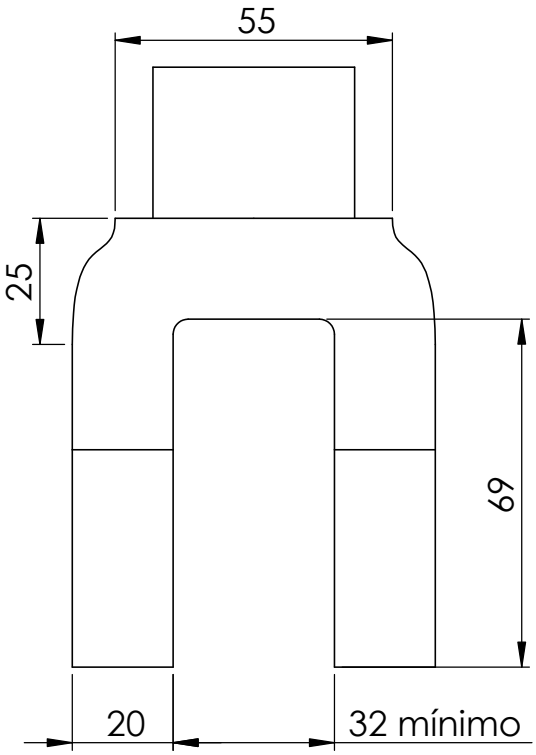
| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 03/04/22 | 1:2,5 |

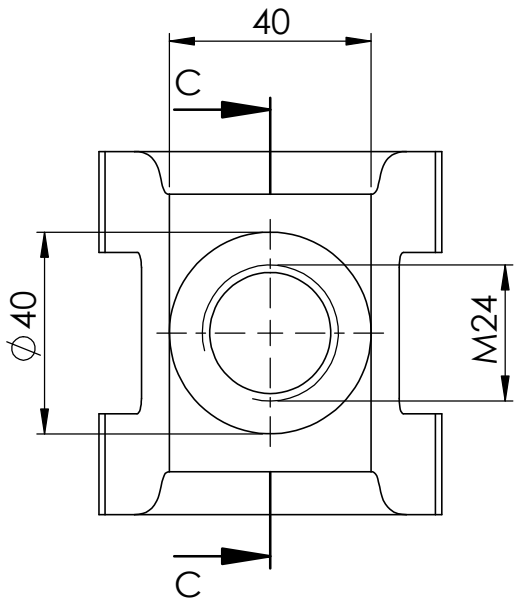
STO 01-13

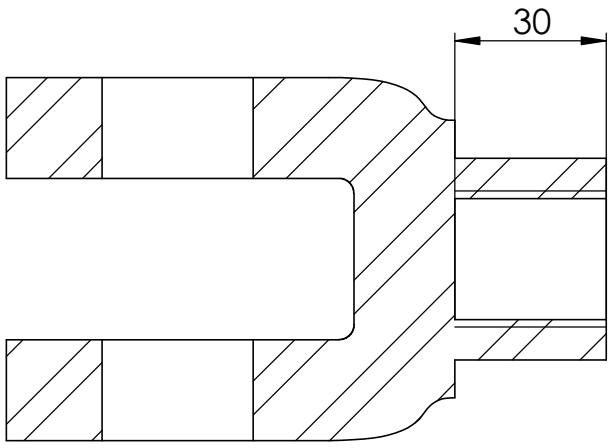
NOTA: Mangueras hidráulicas según necesidad

N7




SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 1.5

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Puntera doble hilera | FUNDICIÓN GRIS | 1 | 1,5 kg |
| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |

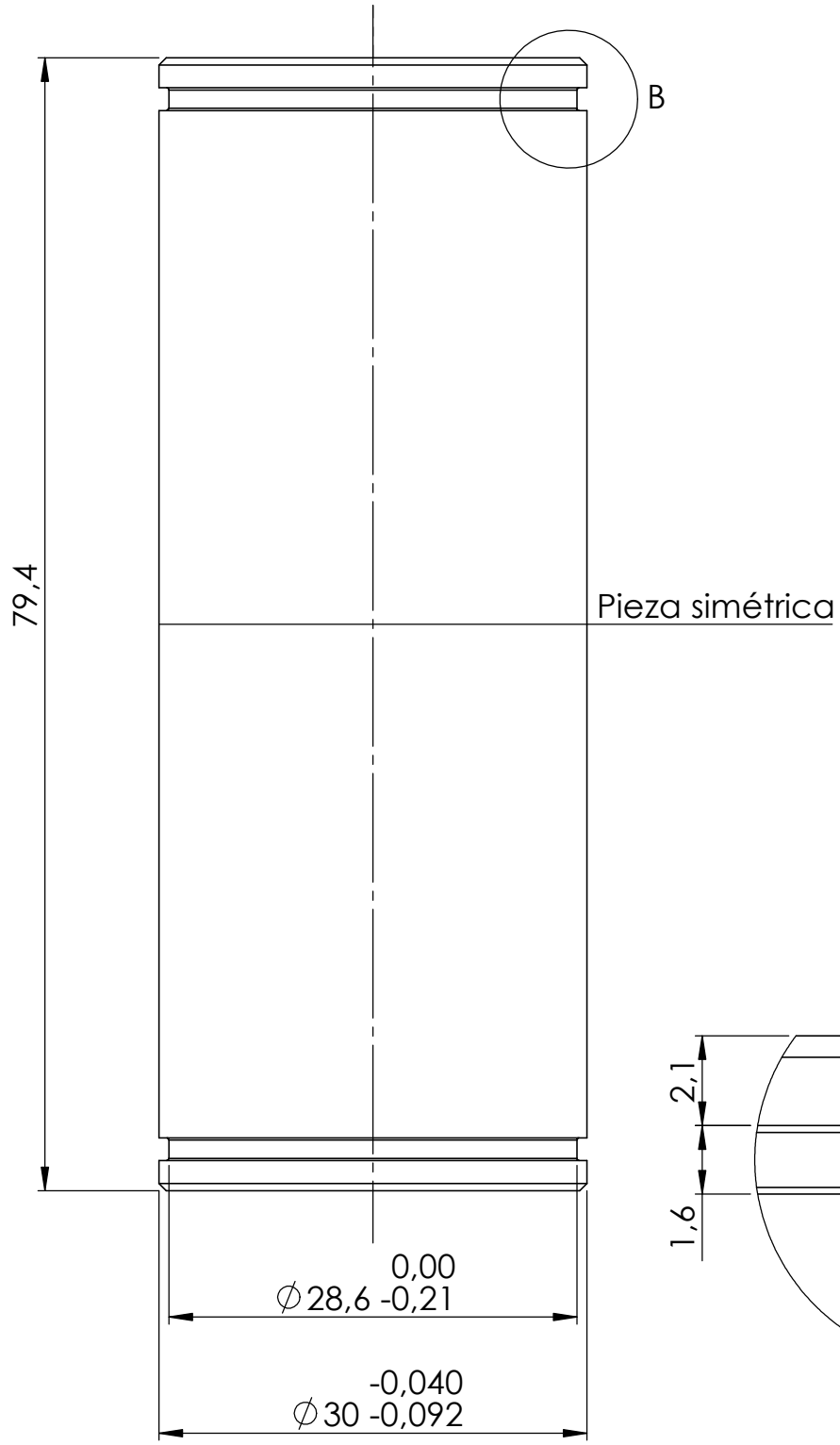
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

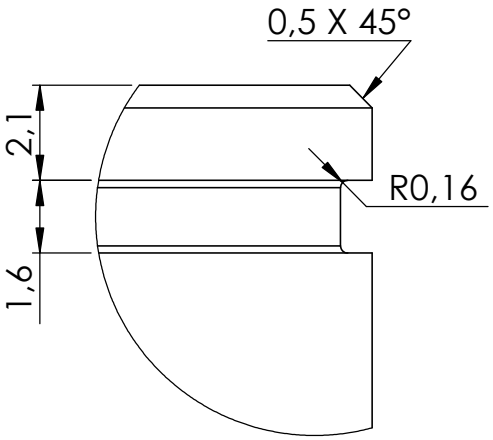
Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 04/04/22 | 1:1,5 |

PZA 01-13-02

N7




DETALLE B
ESCALA 6 : 1

| POS. | DENOMINACIÓN | MATERIAL | CANT. | PESO |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Perno de puntera doble hilera | SAE 4140 | 1 | 0,3 kg |

PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA
ROSARIO

Tolerancias generales
según DIN 2768 media

| | APELLIDOS | FECHA | ESCALAS |
|---|---|---|---|
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 04/04/22 | 2:1 |

PZA 01-13-03

CTO-XX.XX.XX --> Plano de conjunto
STO-XX.XX.XX --> Plano de subconjunto
PZA-XX.XX.XX --> Plano de pieza

- CTO-01.00.00 : Brazo doble fertilizador
  - STO-01.01.00 : Pecho
    - PZA-01.01.01 : Oreja
    - PZA-01.01.02 : Plegado central
    - PZA-01.01.05 : Buje brazo fundido
    - PZA-01.01.06 : Perno
    - PZA-01.01.08 : Buje cilindro hidráulico
  - STO-01.02.00 : Brazo principal
    - PZA-01.02.01 : Bastidor fundido
    - PZA-01.02.02 : Inserto roscado
  - STO-01.03.00 : Cuchilla de corte para siembra
    - PZA-01.03.10 : Maza cuchilla ON33 18"
    - PZA-01.03.11 : Eje cuchilla ON33 18"
    - PZA-01.03.12 : Traba de regulación de cuchilla
  - STO-01.04.00 : Soporte fertilizador
    - PZA-01.04.01 : Planchuela 3/4" soporte
    - PZA-01.04.02 : Eje hexagonal guía
    - PZA-01.04.03 : Eje roscado
    - PZA-01.04.04 : Manija regulación horizontal
    - PZA-01.04.09 : Tope para manija de regulación
  - STO-01.05.00 : Rueda niveladora
    - PZA-01.05.07 : Maza rueda niveladora
    - PZA-01.05.08 : Eje rueda niveladora
  - STO-01.06.00 : Brazo cuchilla de corte para siembra
    - PZA-01.06.01 : Plegado
    - PZA-01.06.02 : Timon
    - PZA-01.06.03 : Eje pivot
    - PZA-01.06.04 : Tapa eje pivot

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA<br>ROSARIO | | | | | REFERENCIAS |
| | APELLIDOS | FECHA | HOJA | | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 06/04/22 | 1 | | BRAZO DOBLE FERTILIZADOR |

STO-01.07.00 : Cuchilla de corte para fertilización
- PZA-01.07.02 : Maza cuchilla ON20 14"
- PZA-01.07.06 : Buje separador de rodamientos
- PZA-01.07.07 : Tapa maza cuchilla ON20 14"

STO-01.08.00 : Bastidor organo activo izquierdo
- PZA-01.08.01 : Brazo izquierdo disco fertilizador
- PZA-01.08.02 : Buje hexagonal izquierdo
- PZA-01.08.03 : Refuerzo triangular
- PZA-01.08.04 : Eje cuchilla ON20 14"

STO-01.10.00 : Púa fertilizante izquierda
- PZA-01.10.01 : Soporte "L" izquierdo
- PZA-01.10.02 : Timón para púa
- PZA-01.10.03 : Púa
- PZA-01.10.04 : Soporte para tubo de bajada
- PZA-01.10.05 : Tubo de bajada

STO-01.12.00 : Control de profundidad
- PZA-01.12.01 : Base para cilindro compacto
- PZA-01.12.02 : Oreja para base cilindro
- PZA-01.12.03 : Eje para base de cilindro
- PZA-01.12.04 : Eje para puntera de cilindro
- PZA-01.12.05 : Refuerzo para base
- PZA-01.12.06 : Buje para base
- PZA-01.12.10 : Puntera de cilindro compacto

STO-01.13.00 : Control de carga
- PZA-01.13.02 : Puntera doble hilera
- PZA-01.13.03 : Perno de puntera doble hilera

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROYECTO FINAL<br>ESCUELA INGENIERÍA MECÁNICA<br>ROSARIO | | | | | REFERENCIAS |
| | APELLIDOS | FECHA | HOJA | | |
| REALIZÓ | PISTARELLI<br>BRANCHESI | 06/04/22 | 2 | | BRAZO DOBLE FERTILIZADOR |