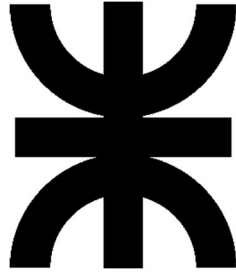


Mauro Mazzara Muscatelli



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**Facultad Regional General Pacheco**

**Ingeniería Mecánica**

## **Amortiguador regenerativo**

**Tutor del trabajo:** Pablo Bevilacqua

**Director del trabajo:** Leandro Brandi

**Integrantes del grupo:** Chej Lucas, Orellano Gerónimo, Ramos  
Mariano, Mazzara Mauro

Año lectivo 2019

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**

**PROYECTO FINAL**

**INTRODUCCIÓN**

**“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”**

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua

## Contenido

1.	Presentación.....	3
2.	Problemática .....	3
2.1.	Sistema eléctrico de los motorhome .....	3
2.2.	Ahorro de Combustible .....	3
3.	Descripción del producto .....	3
3.1.	Uso pretendido del producto.....	4
4.	Principio de funcionamiento .....	5
5.	Mercado: Transporte recreativo .....	6

## 1. Presentación

El presente proyecto propone un nuevo producto, para lograr una mejora en la eficiencia energética y la instalación eléctrica existente actualmente en vehículos de transporte recreativo como lo son los motorhome.

El producto a desarrollar con el cual pretendemos obtener estas mejoras es un sistema de amortiguación regenerativa, novedoso y nuevo en el mercado.

En la actualidad, un sistema de tales características se encuentra en el mercado únicamente en la SQ7 de Audi. Cabe aclarar, que pretendemos lograr la recuperación de energía con una tecnología completamente distinta a la utilizada por Audi, pero nos sirve como antecedente y guía para esta innovación en el sistema de amortiguación.

## 2. Problemática

### 2.1. Sistema eléctrico de los motorhome

En los Motorhome fabricados actualmente en Argentina el sistema de batería adicional que abastece el consumo de los equipos auxiliares (Heladera, microondas, luces, bomba de agua, etc.) se encuentra conectado en paralelo con la batería original de la unidad. Esto genera un grave problema a la hora de arrancar el motor luego de un uso prolongado de los equipos eléctricos ya que con esta conexión se descargan las dos baterías simultáneamente.

### 2.2. Ahorro de Combustible

El funcionamiento de los motores de combustión interna tiene un rendimiento muy bajo, el cual se encarga tanto de la parte motora, como de la generación de energía eléctrica para alimentar elementos auxiliares de la unidad.

El uso de estos elementos auxiliares de consumo eléctrico genera una mayor carga del motor lo que consecuentemente, genera un mayor gasto de combustible.

## 3. Descripción del producto

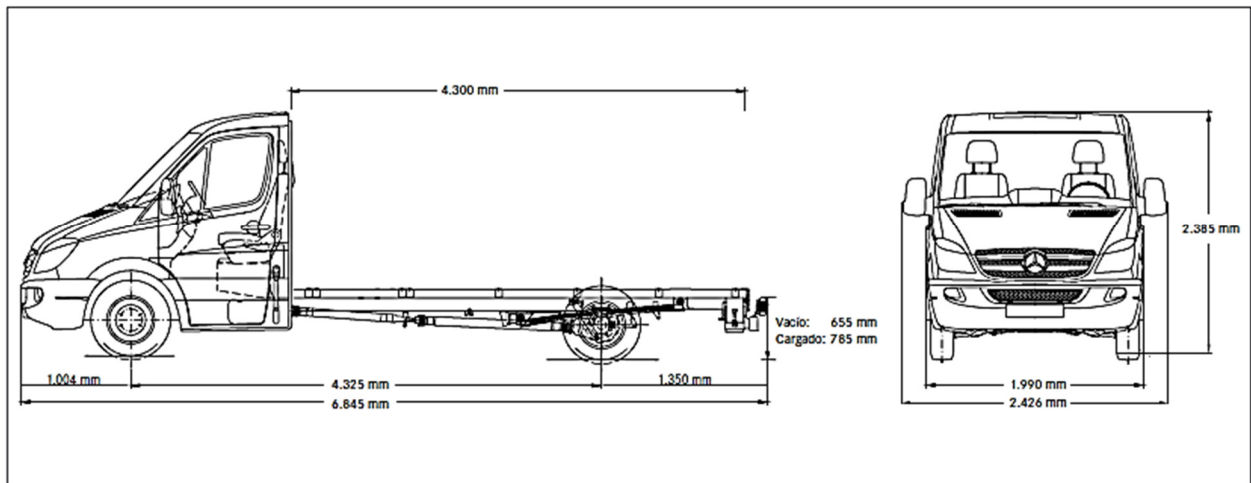
La energía disipada en los amortiguadores a causa de las irregularidades del camino, actualmente se transforma en calor no útil. Como mejora proponemos el uso de un dispositivo que nos permita recuperar la energía que actualmente se disipa en el amortiguador y transformarla en energía eléctrica para reducir lo más posible la carga eléctrica que le generan los equipos auxiliares al alternador y por ende el motor. De esta forma lo que se busca es reducir el gasto final de combustible del vehículo y también mejorar la conexión eléctrica ineficiente utilizada en la fabricación actual de motorhomes.



Se desarrollará los amortiguadores de manera tal que sean utilizados satisfactoriamente como reemplazo de los amortiguadores convencionales de la Mercedes Benz Sprinter modelo 415 y 515, que resultan ser los modelos mas utilizados para la fabricación de motorhomes en la Argentina, siendo la 415 para un uso de 4 personas, y la 515 para un máximo de 6 personas.

Vacío: 618 mm  
Cargado: 729 mm

Sprinter Chasis 515 CDI 4325



4

### 4. Principio de funcionamiento

El movimiento alternativo lineal del émbolo, el cual contiene imanes permanentes, induce en la bobina del estator radial una corriente alterna. La misma es rectificada y acondicionada para poder ser utilizada por el sistema eléctrico de la unidad.

Cabe aclarar que por ley de Lenz la fuerza de amortiguamiento es generada debido a la interacción entre los campos de los imanes permanentes y la corriente inducida en el estator. De esta manera podemos descartar la necesidad de utilizar fluidos hidráulicos para cumplir con las prestaciones finales del amortiguador.

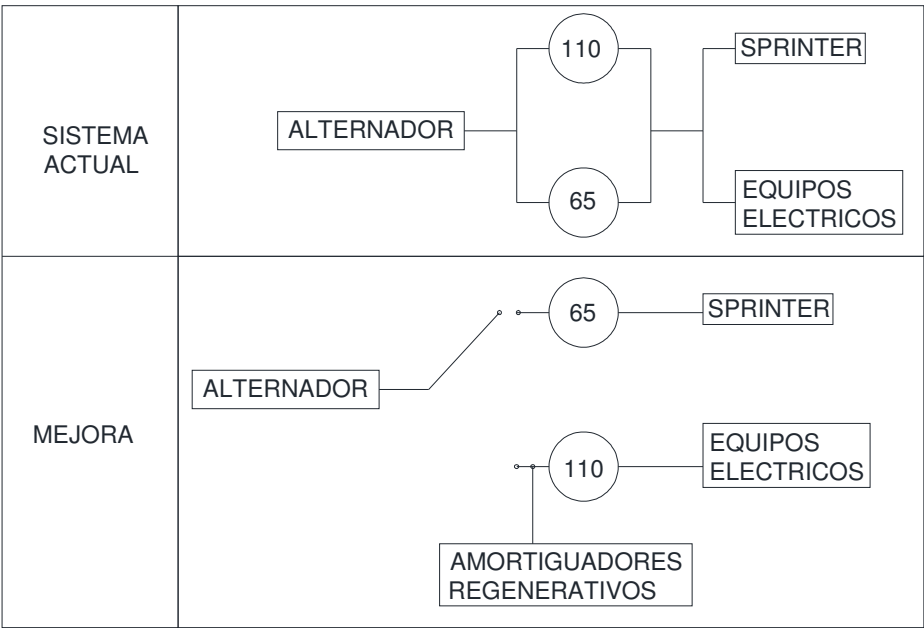


Ilustración 3 Esquema de conexión.

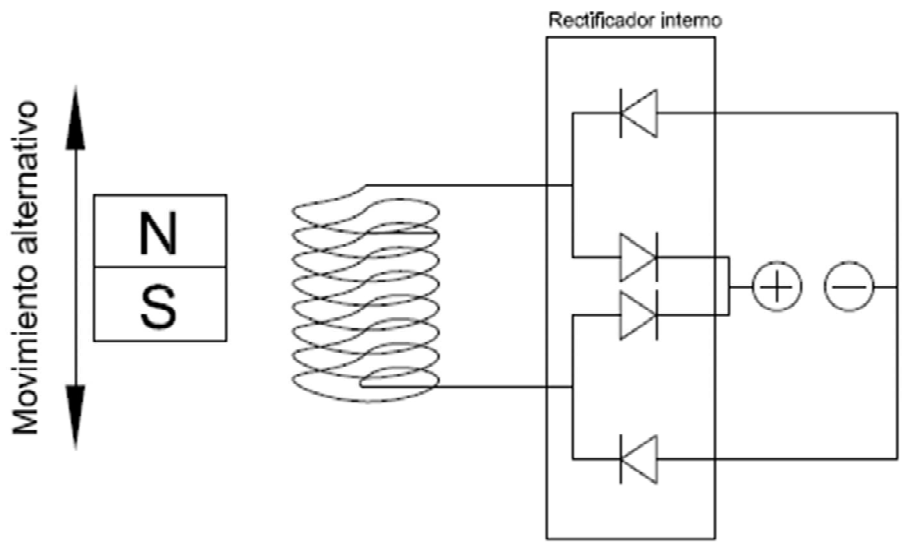


Ilustración 4 Esquema de funcionamiento y conexión.

Realizando un estudio de los equipos instalados en el motorhome, y su utilización diaria, estimamos que el consumo de potencia media en ruta, necesaria a cubrir por la batería auxiliar sería de unos 4167 Wh.

Esa energía eléctrica debe llegar a la batería, pero debe ser generada por el alternador, el cual es movido por el cigüeñal, por lo tanto, podemos calcular la energía mecánica necesaria para generar esa energía eléctrica, afectándolo con los rendimientos del motor y del alternador.

Teniendo en cuenta un viaje de 5 hs (500 km), con un consumo promedio de 10,5 lts cada 100km, tenemos un ahorro de 1,1 lts por cada 52,5 lts. Esto es un ahorro de un 2% el cual se verá aumentado mientras mayor sea el gasto de la batería auxiliar.

Tomamos como mínimo un 2% de ahorro de combustible ya que fuimos conservadores calculando el rendimiento del motor, el alternador y la energía consumida.

## 5. Mercado: Transporte recreativo

En la Argentina existen una gran variedad de empresas de alquiler de Motorhomes, las cuales utilizan Mercedes Benz Sprinter 415/515 como base. Algunas de estas son las siguientes:

- Aventurando <https://www.aventurando.com.ar/>
- Motor Home Time Club <https://motorhometime.com/nosotros/>
- Andean Roads <http://www.andeanroads.com/es/vehicles/grande>

Estas empresas cuentan con una flota a la cual se les puede brindar el servicio de mantenimiento y cambio de amortiguadores convencionales por regenerativos, mejorando así también, el sistema eléctrico de la unidad.

Estas empresas se verían beneficiadas por dos razones. En primer lugar, estas empresas venden un paquete en el cual costean el gasto de combustible a lo largo del viaje, en este caso, la empresa se vería beneficiada directamente reduciendo la cantidad de gasoil a proveer.

En otros casos, el consumo de combustible queda a cargo del usuario, por lo tanto, esta mejora de autonomía resulta una clara ventaja contra la competencia, ya que es un dato muy tenido en cuenta por los usuarios a la hora de elegir entre varias ofertas.

Con el mismo argumento de ventas se puede llegar a los propietarios de motorhomes y a los distintos fabricantes existentes en el país, entre los que se encuentra:

- Silfred Motorhome <http://www.silfredmotorhome.com/sobre-silfred-motorhome.html>
- Pierandrei motors <https://www.pierandrei.com/servicios>
- Royal Home <http://royalhome.com.ar/>



*Ilustración 5 Motorhome sobre chasis de Mercedes Benz Sprinter 515 CDI*



*Ilustración 6 Motorhome sobre chasis de Mercedes Benz Sprinter 415 CDI*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**

**PROYECTO FINAL**

**PLANIFICACION DEL PROYECTO**

**“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”**

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua

# PROYECTO FINAL: AMORTIGUADOR REGENERATIVO

SEMANA 21

Duración del plan
  Inicio real
  % Completado
  Real (fuera del plan)
  % Completado (fuera del plan)

		ACTIVIDAD	INICIO DEL PLAN	DURACIÓN DEL PLAN	INICIO REAL	DURACIÓN REAL	PORCENTAJE COMPLETADO	SEMANA																																					
								ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			OCTUBRE														
Prefactibilidad	Factibilidad tecnológica	tecnologías involucradas	15	6	15	6	50%																																						
		disponibilidad de componentes y equipos	19	4	0	0	0%																																						
	Factibilidad económica	Estudio del mercado	15	4	15	4	80%																																						
		Expectativas de ventas	18	3	18	3	20%																																						
		Análisis de costos	19	3	0	0	0%																																						
		Modo de financiación	19	3	0	0	0%																																						
		Flujo de caja	21	3	0	0	0%																																						
		Factibilidad legal	15	7	15	7	100%																																						
		Ing. Básica	Plano de conjunto y subconjunto	uso del producto	22	4	0	0	0%																																				
diseño del sistema mecánico	21			5	0	0	0%																																						
diseño del sistema magnético	26		4	0	0	0%																																							
diseño del sistema eléctrico	30		4	0	0	0%																																							
diseño del sistema electrónico	33		5	0	0	0%																																							
análisis de riesgo	21		8	0	0	0%																																							
cálculo y selección de componentes	25		13	0	0	0%																																							
plan de validación	30		8	0	0	0%																																							
FODA	34		4	0	0	0%																																							
presentación	39		2	0	0	0%																																							

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**

**PROYECTO FINAL**

**FACTIBILIDAD LEGAL**

**“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”**

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua



## Contenido

1.	Introducción .....	3
2.	Homologación de autopartes de seguridad .....	3
2.1.	Resolución 91/2001.....	3
2.2.	Resolución 43/2003.....	5
3.	Proceso de certificación del producto .....	5
3.1.	Etapas del proceso de certificación del producto .....	6
3.1.1.	Solicitud de certificación .....	6
3.1.2.	Evaluación de la conformidad .....	6
3.1.3.	Emisión de la certificación.....	6
4.	Requisitos técnicos para la Homologación .....	7
4.1.	IRAM/AITA 4D2 Amortiguadores convencionales .....	7
4.1.1.	Aspecto visual.....	8
4.1.2.	Medidas.....	8
4.1.3.	Diagrama de comportamiento .....	8
4.1.4.	Resistencia al impacto transversal de los elementos de fijación .....	9
4.1.5.	Resistencia a la tracción .....	10
4.1.6.	Durabilidad .....	10
4.1.7.	Vástago.....	10
4.1.8.	Corrimiento de los bujes .....	10
4.1.9.	Torsión.....	10
4.1.10.	Fuerza de reacción del vástago para amortiguadores presurizados.....	11
4.1.11.	Resistencia a la corrosión.....	11
4.1.12.	Adherencia de la pintura del cuerpo del amortiguador.....	11
4.1.13.	Resistencia estática del soporte del elemento estático (platillo) .....	11
4.2.	IRAM/AITA 4D3 Amortiguadores Mc Pherson .....	12
4.2.1.	Aspecto visual.....	12
4.2.2.	Medidas.....	12
4.2.3.	Diagrama de comportamiento .....	12
4.2.4.	Durabilidad .....	14
5.	Métodos de ensayo .....	16
5.1.	IRAM/AITA 4D2 .....	16
5.2.	IRAM/AITA 4D3 .....	19
6.	Conclusión .....	22
	Bibliografía .....	23





## 1. Introducción

En este informe se expondrán todas las reglamentaciones, certificaciones y ensayos requeridos para la producción y posterior comercialización de amortiguadores regenerativos, los cuales necesitan ser homologados por el INTI para obtener el CHAS (certificado de homologación de autopartes de seguridad) con el fin de garantizar su utilización en vehículos de carretera.

## 2. Homologación de autopartes de seguridad

La ley N° 24449 junto con el decreto 779/95, establecidos para proteger la seguridad de los consumidores argentinos, designan a la secretaria de industria para establecer un certificado de homologación de autopartes de seguridad (CHAS) para todo componente o pieza destinada a repuestos de vehículos automotores que se fabriquen o importen en el país para el mercado de reposición.

La Secretaría de Industria dictó la Resolución 91/2001, que regula el mercado de reposición de autopartes de seguridad para vehículos automotores, acoplados o semiacoplados. El sistema generado a partir de la Resolución 91/2001 es que toda autoparte que se comercialice en el país deberá demostrar que cumple con normas de seguridad activa y pasiva estrictas. Es así como, para lograr la factibilidad legal del proyecto, debemos contar con certificados de cumplimiento de las normas IRAM específicas para nuestra autoparte.

### 2.1. Resolución 91/2001

En su artículo 2, la resolución indica que es aplicable a las autopartes y/o elementos de seguridad de los vehículos de las Categorías L, M, N y O, indicados en el Anexo I.

En el artículo 28 del decreto N° 779/95 se detallan las categorías a las que hace referencia la resolución, la que nos compete en este proyecto es la M para transporte de pasajeros:

- Categoría M: Vehículo automotor que tiene, por lo menos, CUATRO (4) ruedas, o que tiene TRES (3) ruedas cuando el peso máximo excede MIL KILOGRAMOS (1.000 kg) y es utilizado para el transporte de pasajeros - Vehículos articulados que constan de DOS (2) unidades inseparables pero que articuladas se consideran como vehículos individuales.
  - Categoría M1: Vehículos para transporte de pasajeros, que no contengan más de OCHO (8) asientos además del asiento del conductor y que, cargado, no exceda de un peso máximo de TRES MIL QUINIENTOS KILOGRAMOS (3.500 kg).
  - Categoría M2: Vehículos para transporte de pasajeros con más de OCHO (8) asientos excluyendo el asiento del conductor, y que no excedan el peso máximo de CINCO MIL KILOGRAMOS (5.000 kg).
  - Categoría M3: Vehículos para transporte de pasajeros con más de OCHO (8) asientos excluyendo el asiento del conductor, y que tengan un peso máximo mayor a los CINCO MIL KILOGRAMOS (5.000 kg).

Debido a que el uso que pretendemos darle a los amortiguadores regenerativos es en modelos de Mercedes Benz Sprinter 415 y 515, la categoría a la que pertenece es la M2.

Ahora bien, buscando en el anexo I incorporado por el Art. 1 de la resolución N°66/2008 encontramos que los Amortiguadores entran en la clasificación de autoparte de seguridad según la ley y por lo tanto deben ser homologadas.



Autopartes y/o Elementos de Seguridad	Norma IRAM	Reglamento de Naciones Unidas	Reglamento MERCOSUR	Otras Normas
BOMBAS DE VACIO (DEPRESORAS)	IRAM-AITA 6G 3-1 6G 3-2			
BATERIAS	IRAM-AITA 13 A1			
ESPEJOS RETROVISORES		R46	Resolución N° 32/94 del MERCOSUR	ANEXO E del Decreto N° 779 de fecha 20 de noviembre de 1995.
EXTREMOS Y ROTULAS DE DIRECCION	IRAM-AITA 11 B3-1			
AMORTIGUADORES CONVENCIONALES Excepto los del tipo MAC PHERSON	IRAM-AITA 4 D2-1 4 D2-3			
CASAS DE DIRECCION TIPO PIÑON Y CREMALLERA	IRAM-AITA 11 A1 11 A2			
BOCINAS		R28		
SISTEMA LIMPIAPARABRISAS Y SUS PARTES: ESCOBILLA, BRAZO Y MOTOR Y SUS ARTICULACIONES				FMVSS 104 Windshield Wiping And Washing System- Passenger Cars. Multipurpose Passenger Vehicles, Trucks And Buses. SAE J 903 SAE J 198 SAE J 942
RUEDAS QUE SE DESPACHAN POR LAS POSICIONES ARANCELARIAS NCM 8708.70.90 8716.90.90 Únicamente llantas sin neumático para camiones, autobuses, remolques y semiremolques.	IRAM-AITA 8A1:1992			
LAMPARAS, SISTEMAS DE ILUMINACION Y SEÑALIZACION VEHICULAR	Norma Aplicable: Resolución N° 838 de fecha 11 de noviembre de 1999 de la ex SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y MINERIA del ex MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, que establece la aplicación de las normas adoptadas en la Ley N° 24.449 y su Decreto Reglamentario N° 779 de fecha 20 de noviembre de 1995. Reglamentaciones de la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU), Directivas de la COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA (CEE) y Normas MERCOSUR.			

Ilustración 1 Anexo I de la resolución N°66/2008

Cabe aclarar que si bien las normas referenciadas por la resolución para el ensayo de los amortiguadores son las IRAM-AITA 4D2-1 y 4D2-3 para amortiguadores convencionales, en las notas referentes a este cuadro se afirma que: [...] "Se considerarán válidas las últimas versiones de las NORMAS, REGLAMENTOS y DIRECTIVAS que se mencionan en el cuadro precedente, así como también otras normas Internacionales equivalentes o superiores a las allí indicadas" [...], quedando así a disposición de la entidad certificadora la norma IRAM para ensayar y evaluar la funcionalidad como amortiguador de nuestro proyecto, como así también les da libertad para evaluar qué normas internacionales consultar para la certificación de este nuevo producto.



En el artículo 5, se designa a la DIRECCION NACIONAL DE INDUSTRIA como autoridad competente para realizar la emisión de los Certificados de Homologación para las Autopartes y/o Elementos de Seguridad (C.H.A.S.) no producidos como provisión normal de fabricación del vehículo automotor, acoplado o semiacoplado, que se fabriquen o se importen para el mercado de reposición exclusivamente, los que serán certificados como repuestos no originales.

## 2.2. Resolución 43/2003

En esta resolución, se ve ampliada la resolución anterior 91/2001 aclarando que resulta conveniente reconocer la equivalencia entre las reglamentaciones internacionales, en particular, los reglamentos aprobados en el ámbito del MERCOSUR.

La realidad del Mercado Común del Sur (Mercosur) está marcada por cronogramas a nivel normativo, en los cuales Argentina sigue los lineamientos de la WP.29 y Brasil establece su propia normativa con características propias con base entre las normas de los Estados Unidos y de Europa, aunque sin bloquear el comercio bilateral entre ambos países. Por otro lado, Uruguay y Paraguay se encuentran más retrasados en el establecimiento de las normativas y regulaciones

Así como Argentina tiene un sistema de Certificación de Homologación de Autopartes de Seguridad (C.H.A.S.) para todo componente o pieza destinada a repuestos de vehículos automotores, acoplados o semiacoplados que se fabriquen o importen en el país para el mercado de reposición, Brasil ha comenzado a introducir su propia versión de los procedimientos de su socio del Mercosur a través del Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial (INMETRO) para el abastecimiento del mercado de reposición.

De esta manera, la obtención del certificado de homologación como autoparte de seguridad habilita a poder importar el producto a todos los países del MERCOSUR:

- Estados parte
  - Argentina
  - Brasil
  - Paraguay
  - Uruguay
  - Venezuela
- Estados asociados
  - Bolivia
  - Chile
  - Colombia
  - Ecuador
  - Guayana
  - Surinam
  - Perú

## 3. Proceso de certificación del producto

El reglamento de certificación de productos del INTI Rev.011 FUR: 12/06/2017 define las bases mediante las cuales el INTI, opera como tercero para otorgar el certificado o sello de conformidad bajo normas nacionales o internacionales, avalando que un producto cumple con los requisitos exigidos por una resolución, norma o especificación técnica.



### 3.1. Etapas del proceso de certificación del producto

#### 3.1.1. Solicitud de certificación

##### 3.1.1.1. Contacto inicial

Presentación realizada por la firma para la certificación del producto. Se presenta por parte del productor la solicitud de certificación, junto con información relativa a la firma y también relativa al producto (muestras, catálogos, fotos, etc.).

##### 3.1.1.2. Preparación para la evaluación de la conformidad

Análisis de la solicitud de certificación. Verificación del producto. Resolución a aplicar y normas a aplicar (alcance y correspondencia). Verificación de las posibilidades de realización de ensayos. Esta tarea es realizada por el INTI con colaboración de IRAM.

##### 3.1.1.3. Preparación de la documentación

En esta etapa el INTI desarrolla un presupuesto, el productor acepta o no dicho presupuesto y en caso de estar las partes de acuerdo, se realizan las ordenes de trabajo.

#### 3.1.2. Evaluación de la conformidad

##### 3.1.2.1. Toma de muestras

La firma entrega el producto a ensayar al INTI, el cual labra un acta de entrega de muestras.

##### 3.1.2.2. Desarrollo de los ensayos

Realización de los ensayos y sus respectivos informes por parte del laboratorio de ensayos del INTI.

##### 3.1.2.3. Verificación del sistema de calidad

Se procede a auditar el sistema de calidad utilizado por la firma para la producción de su producto. Esto se lleva a cabo por un auditor designado por el CHAS que realiza el informe correspondiente.

#### 3.1.3. Emisión de la certificación

##### 3.1.3.1. Evaluación de la documentación

Análisis de la documentación, detección de las no conformidades y devolución al usuario. Esto es realizado por la unidad técnica del INTI.

##### 3.1.3.2. Emisión de certificación

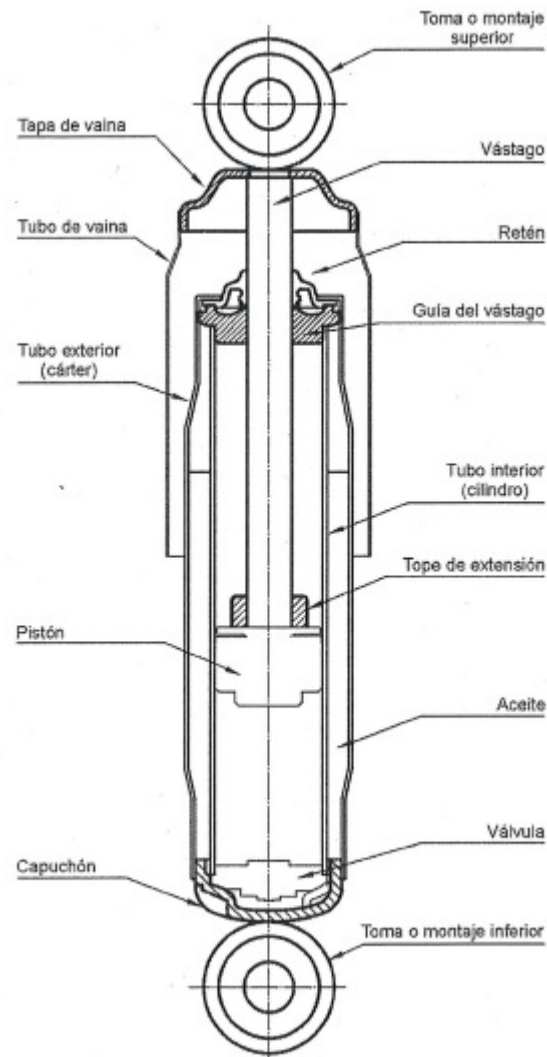
Emisión del certificado o sello de conformidad. Es realizado por el CHAS.

## 4. Requisitos técnicos para la Homologación

Para nuestro proyecto en particular, se deberá homologar un producto nuevo que no existe en el mercado. En estos casos, el procedimiento detallado en 3.1 muestra que luego de hacer la solicitud de certificación del producto, el INTI decide qué resolución es la que debe aplicar y luego también que normas (alcance y correspondencia) aplican al producto en específico. Para esto trabaja en conjunto con IRAM, que brinda las normas para realizar los ensayos o asesora sobre que normas internacionales o especificaciones técnicas sirven de parámetros para ensayar los productos. Luego, de ser necesario, el INTI procede a verificar el sistema de gestión de calidad de fabricación del producto.

Para validar nuestro producto, nos basaremos en las normas IRAM-AITA D2 y D3 para amortiguadores. De esta manera, buscamos desarrollar nuestro producto de manera que cumpla satisfactoriamente los ensayos y requerimientos establecidos por el INTI para poder comercializar un amortiguador como repuesto.

### 4.1. IRAM/AITA 4D2 Amortiguadores convencionales



*Ilustración 2 Esquema de amortiguador en el que se basará nuestro diseño para cumplir los requisitos de un amortiguador convencional trasero*

#### 4.1.1. Aspecto visual

Los amortiguadores no deben presentar fallas en los materiales, componentes deteriorados, óxido, fuga de aceite, o cualquier otro defecto que impida su correcta instalación o afecte su funcionamiento.

#### 4.1.2. Medidas

Los amortiguadores deben cumplir con las medidas establecidas en los planos de diseño.

De no estar especificada, la tolerancia para los valores nominales de los largos del amortiguador comprimido y extendido debe ser de  $\pm 5mm$ .

#### 4.1.3. Diagrama de comportamiento

Los amortiguadores ensayados no deben presentar un diagrama de funcionamiento defectuoso (Ejemplo con defecto en figura 2 y ejemplo con diagrama correcto en figura 3) que puede presentarse tanto en la tracción como en la compresión. Una vez finalizado el diagrama de comportamiento, el amortiguador debe cumplir con 4.1

La tolerancia para los valores de carga de comportamiento, tanto en tracción como en compresión y para cada velocidad, debe ser de  $\pm 15\%$  del valor nominal de la carga  $+10$  daN para amortiguadores que tengan hasta 100 daN A 390 mm/s y de  $\pm 20\%$  del valor nominal de la carga  $+10$  daN a partir de los 100 daN para la misma velocidad.

Ejemplo: para una carga de 80 daN, la tolerancia (T) es:

$$T = \pm \left( \frac{15}{100} \cdot 80 + 10 \right) daN = \pm (12 + 10) daN = \pm 22 daN$$

Es decir, la carga con su tolerancia es:  $80 \pm 22 daN$ , con lo cual

Valor máximo: 102 daN

Valor mínimo: 58 daN

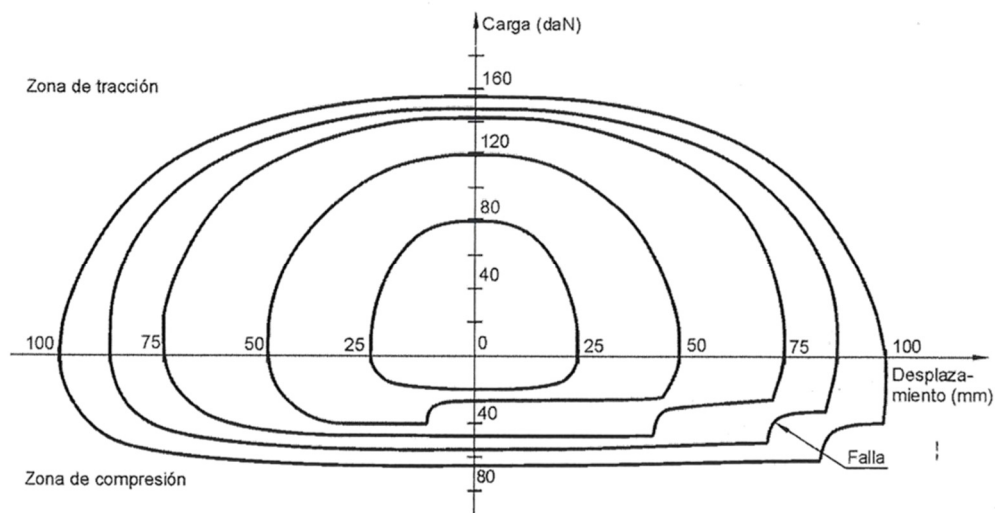


Ilustración 3 Diagrama de comportamiento con defecto en la zona de compresión (ejemplo)

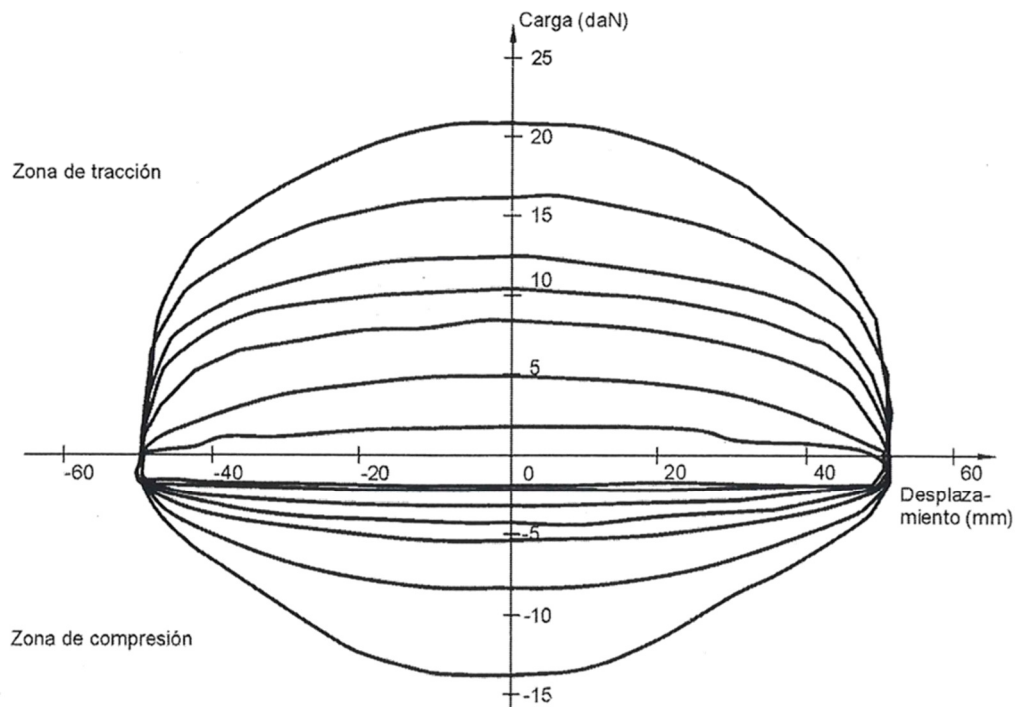


Ilustración 4 Diagrama correcto (ejemplo)

#### 4.1.4. Resistencia al impacto transversal de los elementos de fijación

Los amortiguadores no deben presentar grietas y/o fisuras, provocadas por el impacto, en los cordones de soldadura de los elementos de fijación.

Se impacta transversalmente el amortiguador con la energía de impacto, según lo establecido en la tabla 1, en un punto a 13 mm del plano de las uniones soldadas en los amortiguadores con espiga y en el centro del ojal en los amortiguadores con ojal.

Tabla 1 - Energía de impacto transversal

Ubicación de la toma	Elemento de fijación	Energía (J)	
		Nominal	Tolerancia
Inferior soldada al capuchón	Ojal de ancho menor o igual a 25,4 mm	160	± 10%
	Ojal de ancho mayor que 25,4 mm y menor que 36 mm	190	
	Ojal de ancho mayor o igual a 36 mm	250	
	Espiga o placa	160	
Superior soldada al vástago	Para toda toma soldada al eje sin tener en cuenta el diámetro	120	





#### 4.1.5. Resistencia a la tracción

Los amortiguadores, no deben presentar separaciones de sus componentes.

#### 4.1.6. Durabilidad

El diagrama de comportamiento debe cumplir con lo establecido en 4.3, pero la variación de los valores finales de carga del diagrama debe estar comprendida dentro de  $(\pm 15\% + 10)$  daN, para las velocidades de  $(131 \pm 5)$  mm/s;  $(262 \pm 5)$  mm/s;  $(393 \pm 5)$  mm/s;  $(524 \pm 5)$  mm/s; respecto de los valores iniciales de carga del amortiguador.

Los amortiguadores presurizados no deben presentar una reducción mayor que 50% entre la fuerza de reacción del vástago antes y después del ensayo de durabilidad.

El retraso en compresión debe ser menor o igual a 10% de la carrera correspondiente a cada velocidad.

#### 4.1.7. Vástago

El vástago debe tener algún tratamiento protector contra la corrosión que permita cumplir con lo establecido en 4.11. Este requisito también se aplica cuando el amortiguador posea vaina o guardapolvo de protección.

#### 4.1.8. Corrimiento de los bujes

Los bujes de los amortiguadores deben soportar la carga axial establecida en la tabla 2, admitiendo una deformación permanente máxima de 1 mm. Se aplica al buje metálico la carga axial establecida en la tabla 2 a una velocidad menor o igual a 60 mm/min. Luego de 60 s de liberada la carga, se verifica el cumplimiento.

**Tabla 2 - Carga axial para el ensayo de corrimiento de los bujes**

Tipo de ojal	Diámetro exterior del ojal $d$ (mm)	Carga axial (daN)	
		Nominal	Tolerancia
Ojal con buje metálico	Todos	100	$\pm 10\%$
Ojal con traba	$d < 45$	100	
	$d \geq 45$	250	
Ojal con <i>silent block</i>	Todos	350	
Ojal con elemento elástico intermedio y caucho vulcanizado	$d < 45$	200	
	$d \geq 45$	250	
Ojal con perno toma	$d < 45$	250	
	$d \geq 45$	450	
Ojal con <i>silent block</i> con tubo exterior plástico	Todos	250	

#### 4.1.9. Torsión

En los amortiguadores provistos con elemento elástico intermedio y traba, colocados a presión en el ojal metálico que le sirve como elemento de fijación, y ensayados como indica la norma, la traba no debe girar más de  $10^\circ$  permanentes desde su posición original.





#### 4.1.10. Fuerza de reacción del vástago para amortiguadores presurizados

En los amortiguadores presurizados, ensayados como indica la norma, la fuerza de reacción del vástago debe cumplir con lo establecido en los planos de diseño de cada amortiguador.

#### 4.1.11. Resistencia a la corrosión

Los amortiguadores, no deben presentar en la superficie, signos de corrosión que superen el 10% de la superficie total.

La zona de trabajo del vástago de los amortiguadores (determinada por la carrera efectiva), debe tener, como máximo, tres puntos de corrosión.

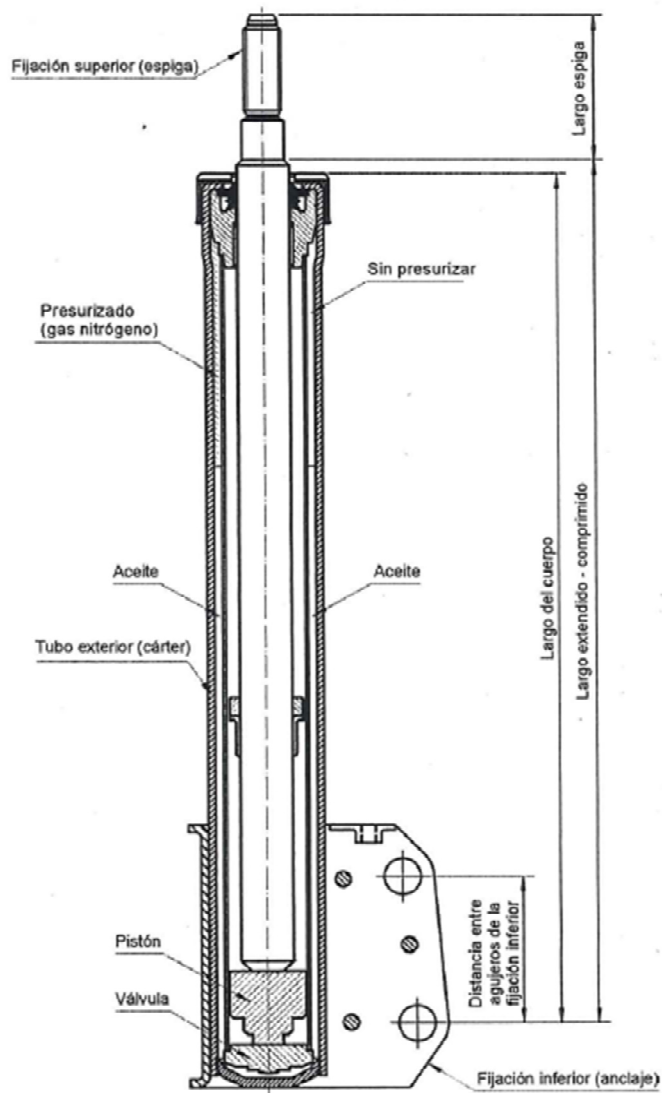
#### 4.1.12. Adherencia de la pintura del cuerpo del amortiguador

Debe cumplir con lo establecido en la IRAM 1109 – B6 para la clasificación 8 o 10 y se determina según dicha norma.

#### 4.1.13. Resistencia estática del soporte del elemento estático (platillo)

Los amortiguadores, ensayados según 5.9, no deben presentar deformaciones permanentes ni roturas del platillo.

#### 4.2. IRAM/AITA 4D3 Amortiguadores Mc Pherson



NOTA. La mitad de la figura muestra el amortiguador presurizado y la otra mitad sin presurizar.

*Ilustración 5 Esquema de amortiguador en el que se basara nuestro diseño para cumplir los requisitos de un amortiguador convencional delantero*

##### 4.2.1. Aspecto visual

Ídem 4.1.1 para amortiguadores hidráulicos telescópicos convencionales.

##### 4.2.2. Medidas

Ídem 4.1.2 para amortiguadores hidráulicos telescópicos convencionales.

##### 4.2.3. Diagrama de comportamiento

Los amortiguadores ensayados, según como indica la norma, no deben presentar un diagrama de comportamiento defectuoso (ejemplo ilustración 4), que impida el correcto funcionamiento del amortiguador. En la figura 4 se indica el diagrama de comportamiento sin defecto.



La tolerancia para los valores de carga tanto en tracción como en compresión (diagramar como mínimo en cuatro velocidades comprendidas entre 50 mm/s y 524 mm/s) debe ser de ( $\pm 15\% + 10$ ) daN de los valores nominales para amortiguadores que tengan hasta 100 daN a 390 mm/s y se ( $\pm 20\% + 10$ ) daN de los valores nominales para valores de carga mayores que 100 daN a la misma velocidad.

Ejemplo de cálculo de la tolerancia:

Valor nominal en tracción a 524 mm/s: 85 daN.

Valor nominal en compresión a 524 mm/s: 60 daN

Carga de comportamiento a 390 mm/s: <100 daN

De acuerdo con lo citado anteriormente la tolerancia se calcula con la fórmula:

$$T = \pm (15\% + 10)daN$$

❖ Tracción:

➤ Cálculo de la tolerancia:

$$T = \pm (15/100.85 + 10)daN = \pm (12,75 + 10)daN = 22,75 daN$$

➤ Valores máximo y mínimo:

- Valor mínimo: (85-22,75) daN = 62,25 daN = 62 daN
- Valor máximo: (85 + 22,75) daN = 107,75 daN = 108 daN

❖ Compresión

➤ Cálculo de tolerancia:

$$T = \pm (15/100.60 + 10)daN = \pm (9 + 10)daN = 19 daN$$

➤ Valores máximo y mínimo:

- Valor mínimo: (60-19) daN = 41 daN
- Valor máximo: (60 + 19) daN= 79 daN

Para cada velocidad elegida, se debe efectuar el mismo calculo descrito arriba.

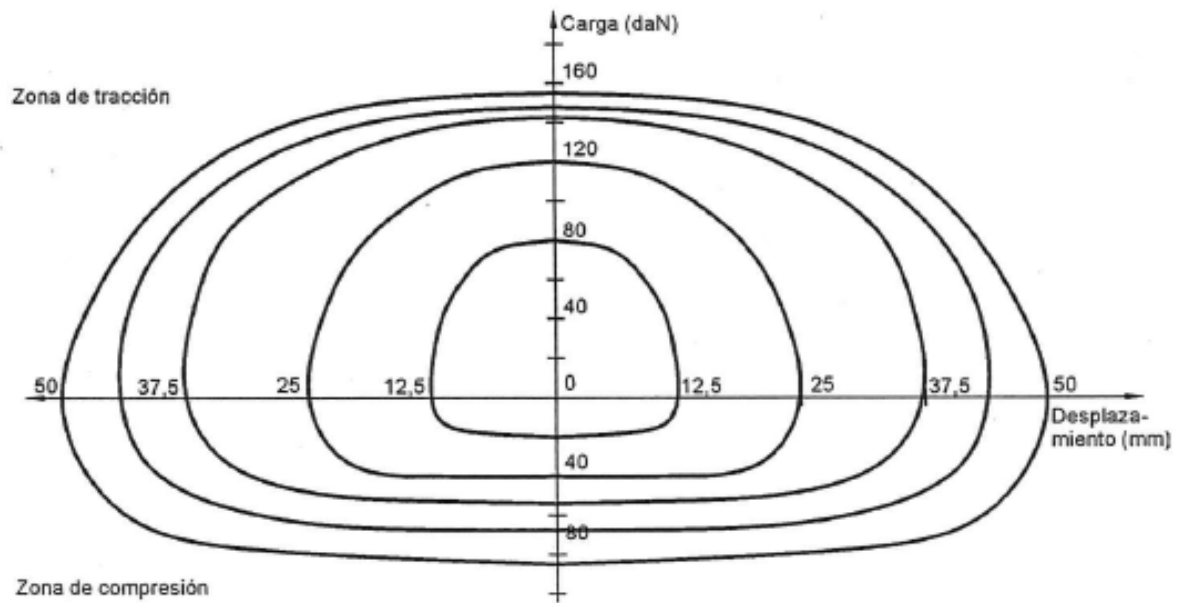


Ilustración 6 Ejemplo de diagrama de comportamiento sin defecto, carga-desplazamiento

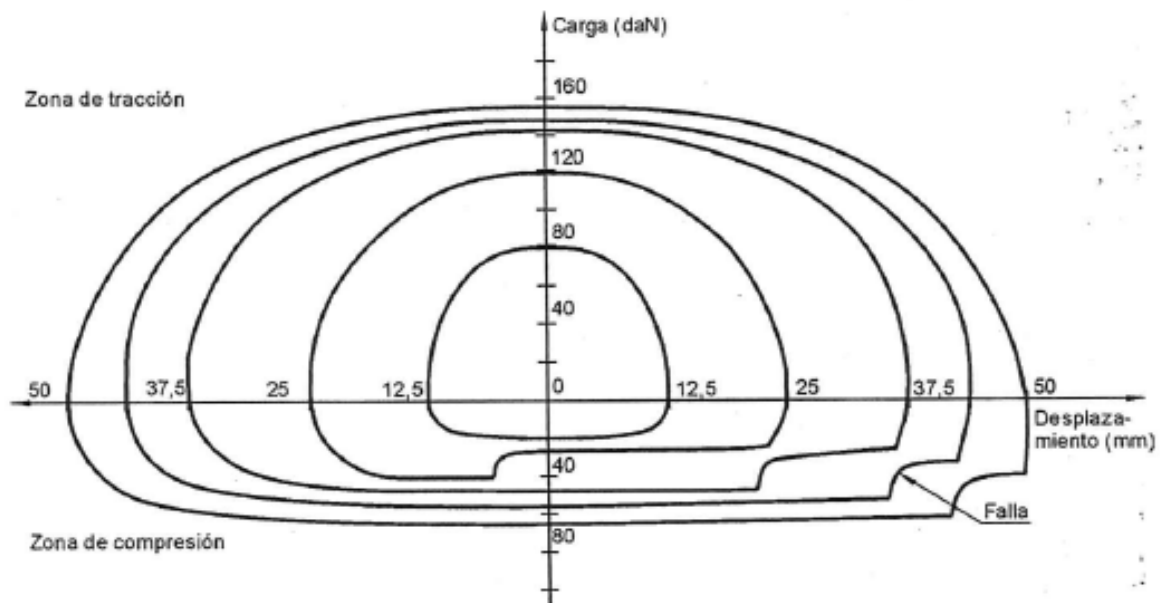


Ilustración 7 Ejemplo de diagrama de comportamiento defectuoso carga-desplazamiento (ejemplo para retraso en la compresión)

#### 4.2.4. Durabilidad

Ídem 4.1.6 para amortiguadores hidráulicos telescópicos convencionales.

#### 4.2.5. Flexión del vástago

El vástago removido del amortiguador, ensayado según norma, debe presentar una carga de flexión comprendida entre las establecidas en la tabla 3, según el diámetro del vástago.



**Tabla 3 – Valores de carga del ensayo de flexión**

Diámetro del vástago (mm)	Carga mínima (daN)	Carga máxima (daN)
18	3 500	4 000
20	4 000	4 450
22	4 970	6 223
25	7 156	8 268
28	11 275	13 011

#### 4.2.6. Resistencia estática de las uniones

Las uniones posibles son:

- Tope metálico al vástago
- Soporte del elemento elástico al tubo exterior (Carter).
- Anclaje inferior al tubo exterior (Carter).

En los amortiguadores ensayados según la norma, las uniones deben resistir las cargas indicadas en la tabla 4 sin producirse roturas, fisuras ni deformaciones.

**Tabla 4 – Cargas mínimas para el ensayo de resistencia estática de las uniones**

Tipo de unión	Carga mínima (daN)
Inferior (anclaje) al tubo exterior	3 500
Soporte del elemento elástico al tubo exterior	2 500
Tope metálico al vástago	1 800

#### 4.2.7. Resistencia a la corrosión

Los amortiguadores, ensayados según la norma, no deben presentar, en la superficie, signos de corrosión que superen el 10% de la superficie total.

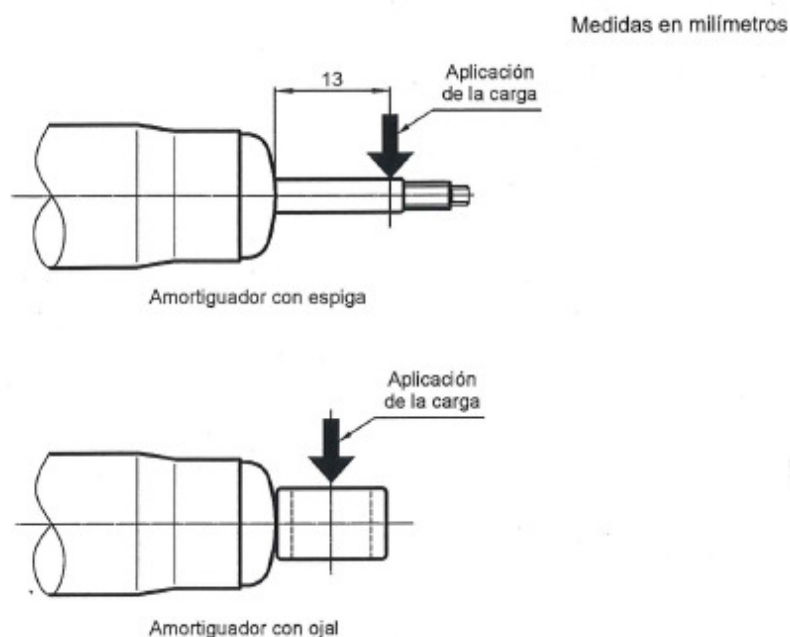
En los vástagos ensayados, el promedio de los puntos de corrosión debe ser, como máximo, tres. La zona ensayada del vástago es la comprendida entre 10mm debajo de la base de la espiga superior y 10mm sobre el tope metálico.

## 5. Métodos de ensayo

### 5.1. IRAM/AITA 4D2

**Tabla 4 – Dispositivo de ensayo según requisito**

Requisito	Dispositivo de ensayo
Diagrama de comportamiento	Maquina dinamométrica que permita una carrera mínima de 100 mm y opere con una frecuencia de, como mínimo, 200 ciclos por minuto
	Dispositivo para graficar un diagrama para cada velocidad de ensayo
Resistencia al impacto transversal de los elementos de fijación	Dispositivo que permite realizar impactos como se indica en la figura 8
Resistencia a la tracción	Maquina universal para ensayo de tracción
Durabilidad	Maquina similar a la mostrada en la figura 9
	Contador de ciclos
Corrimiento de los bujes	Prensa hidráulica universal o equipo análogo
	Dispositivo de adaptación, tal como se muestra en la figura 10
Torsión	Dispositivo como se indica en la figura 11
Fuerza de reacción del vástago para amortiguadores presurizados	Maquina provista de celda de carga o instrumento análogo, dispositivo para registrar el valor de la carga aplicada y dispositivo móvil de ajuste para la correcta ubicación el amortiguador a ensayar. Figura 12.
Resistencia a la corrosión	Dispositivos indicados en la ASTM B117
Resistencia estática del platillo	Maquina universal para ensayo de tracción



*Ilustración 8*

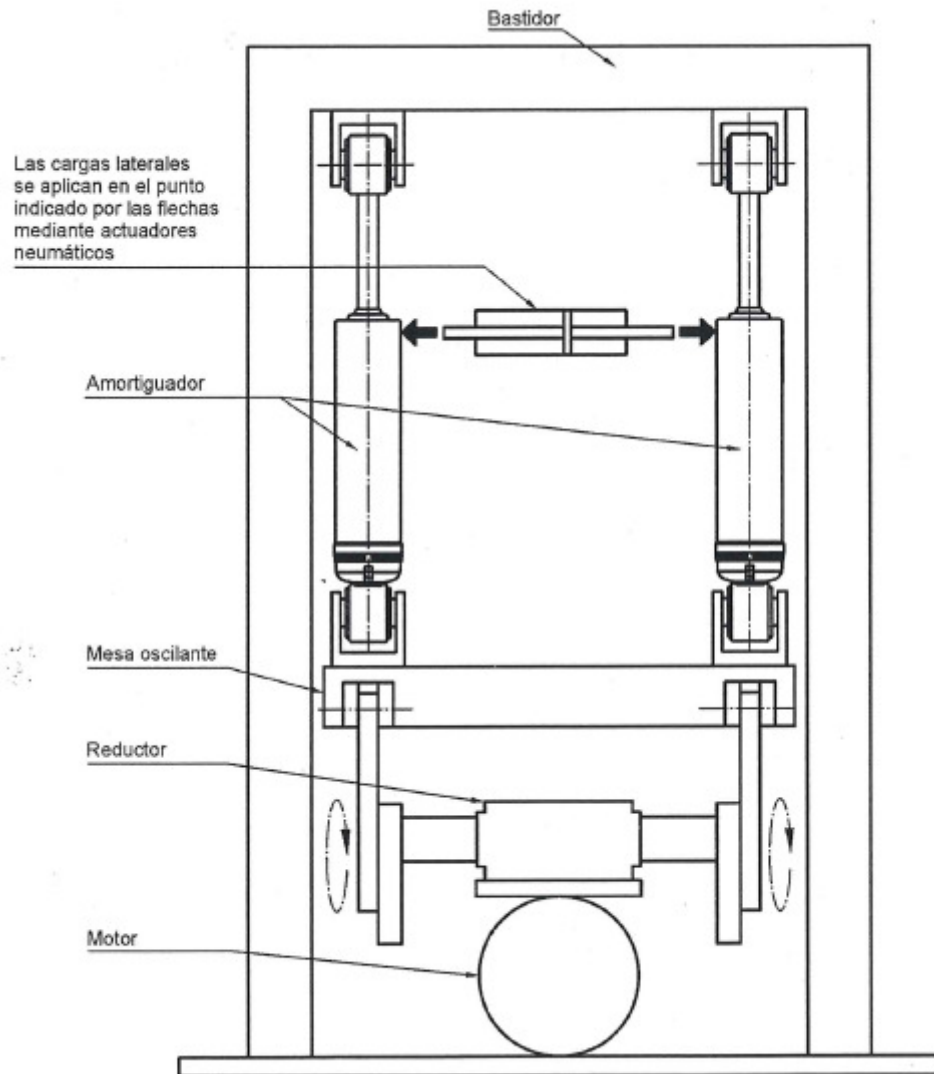


Ilustración 9

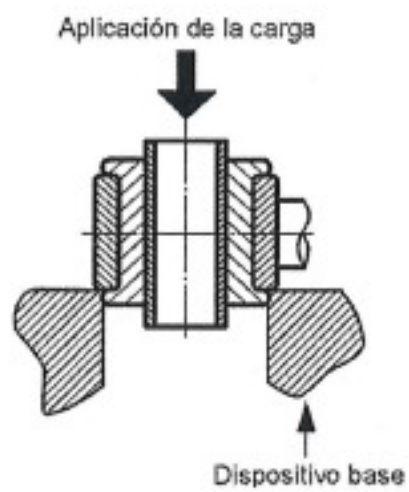


Ilustración 10

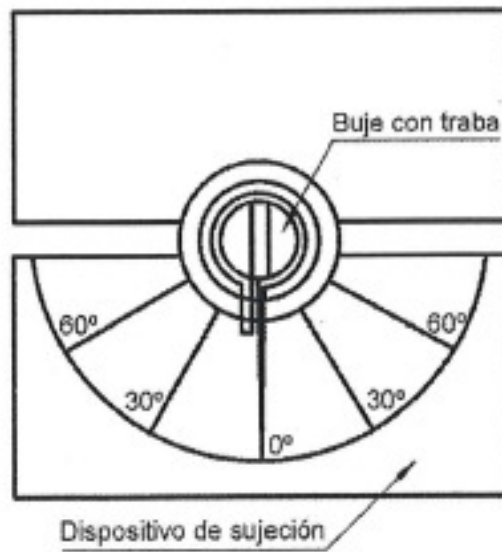


Ilustración 11

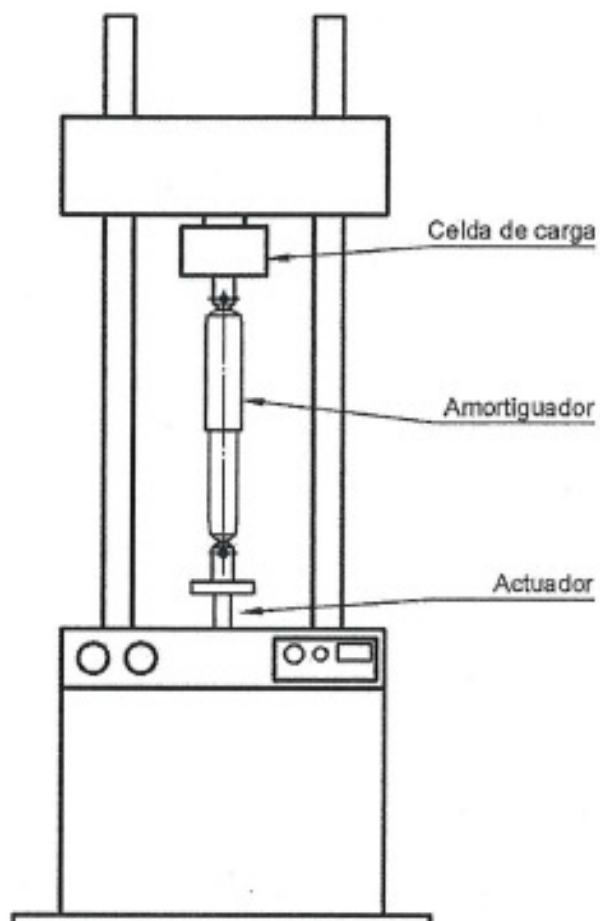


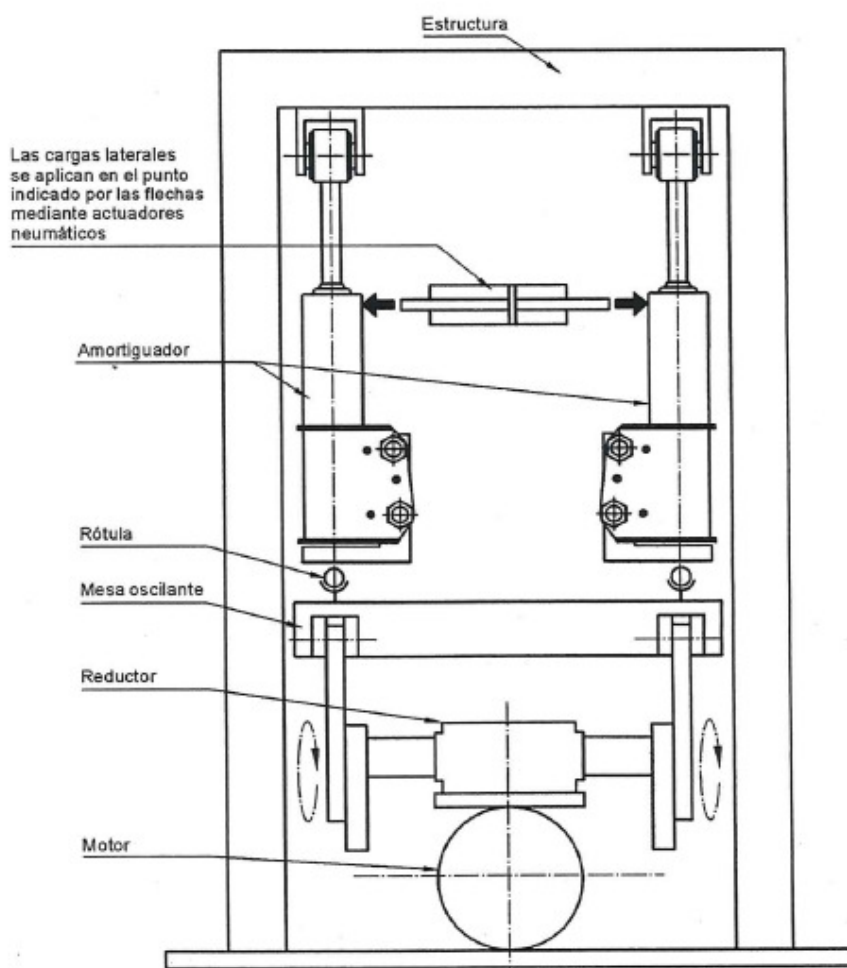
Ilustración 12



## 5.2. IRAM/AITA 4D3

**Tabla 5 – Dispositivo de ensayo según requisito**

Requisito	Dispositivo de ensayo
Diagrama de comportamiento	Maquina dinamométrica con variación de la carrera y de la frecuencia que permita obtener las velocidades: 131 mm/s, 262 mm/s, 393 mm/s y 524 mm/s
	Dispositivo para graficar un diagrama para cada velocidad de ensayo
Durabilidad	Maquina similar a la mostrada en la figura 13
	Contador de ciclos
Flexión del vástago	Dispositivo de deflexión con dos soportes cilíndricos de $(50 \pm 1)$ mm de diámetro y una dureza mínima de 55 HRC, separados $(150 \pm 2)$ mm, donde se apoya el vástago en la figura 14.
Resistencia estática de las uniones	Prensa hidráulica con capacidad de carga de 4000 daN y elementos necesarios para sujetar firmemente el amortiguador bajo ensayo. Figura 15
	Registrador de valores de carga
Resistencia a la corrosión	Se utilizan los dispositivos indicados en la ASTM B 117



*Ilustración 13*



Medidas en milímetros

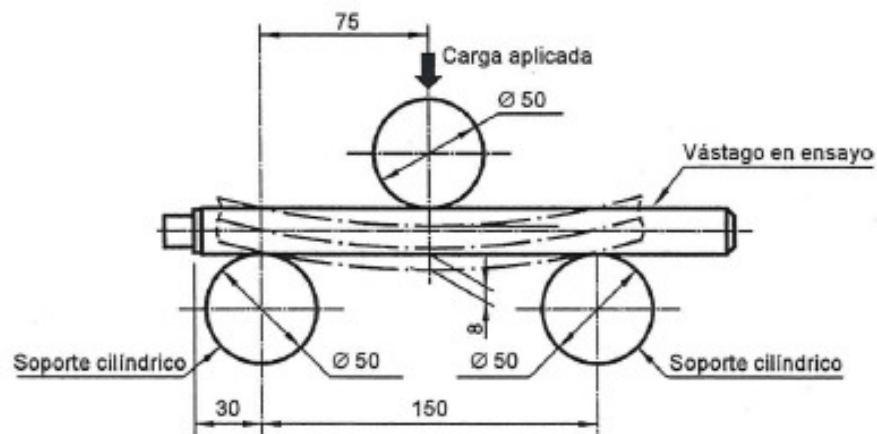


Ilustración 14

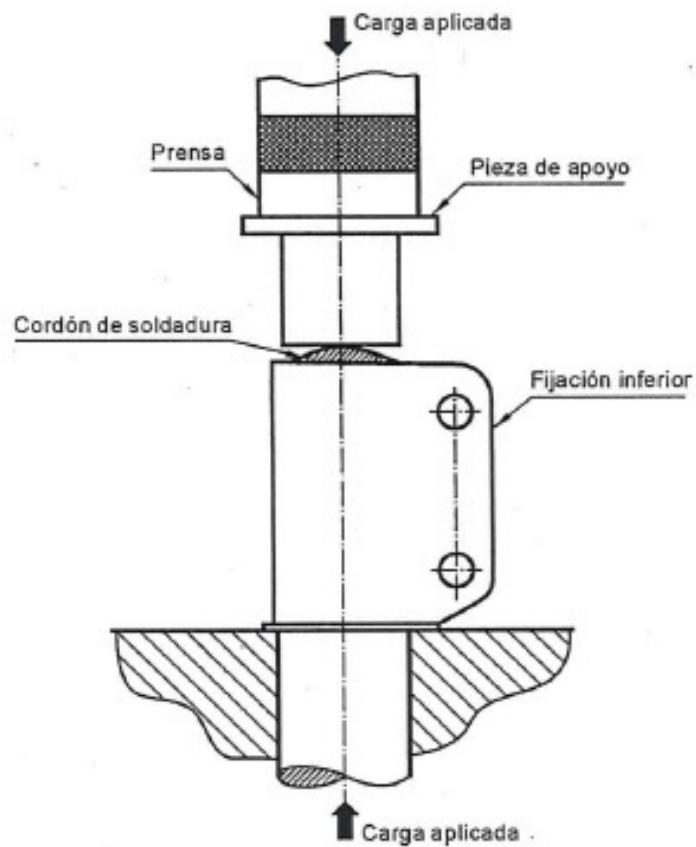
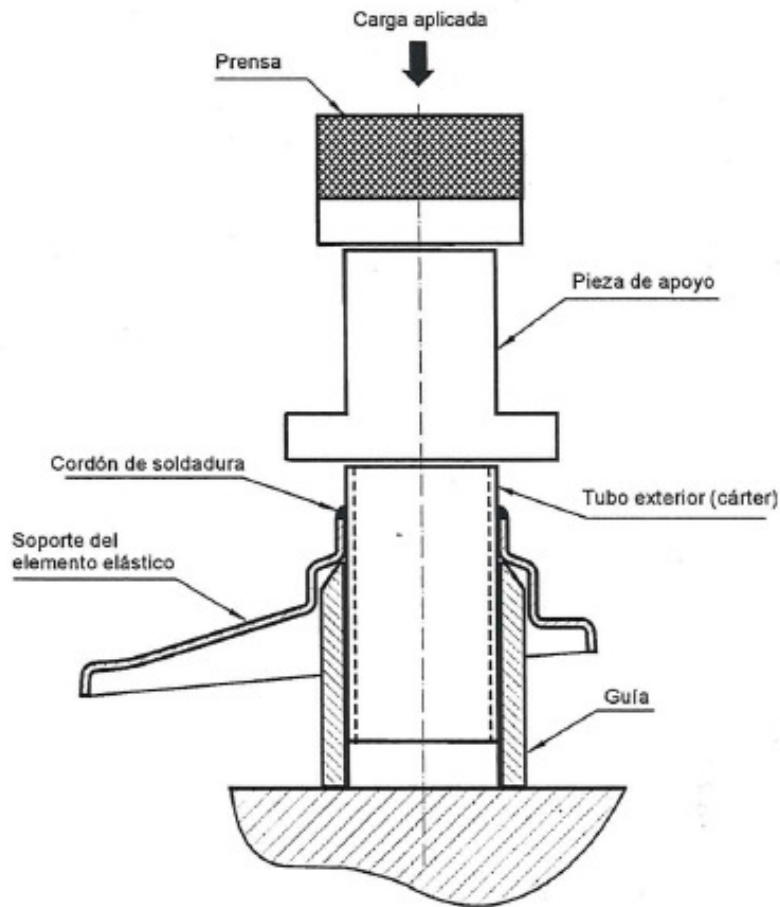
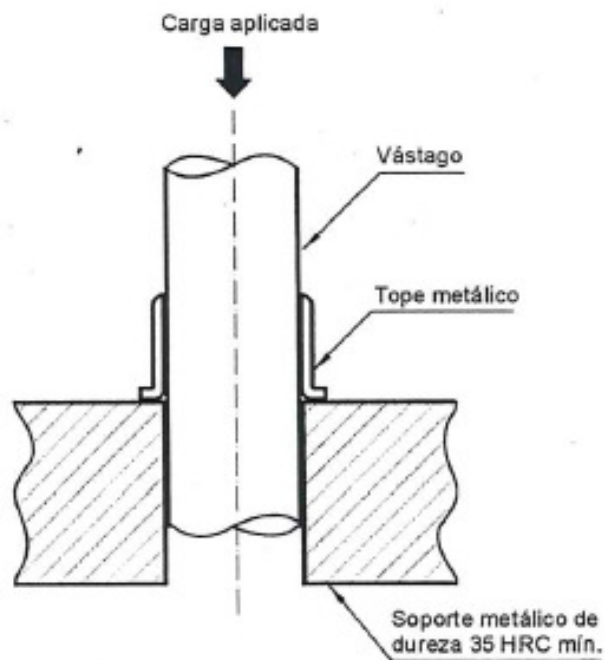


Ilustración 15 Esquema para el ensayo de resistencia estática de la soldadura de la unión de la fijación inferior al tubo exterior



*Ilustración 16 Esquema para el ensayo de resistencia estática de la unión del soporte del elemento elástico al tubo exterior*



*Ilustración 17 Esquema del ensayo de resistencia estática de la unión del tope metálico al vástago*



## 6. Conclusión

- Restricciones de cara al diseño

RESTRICCIONES DE CARA AL DISEÑO			
Amortiguador trasero		Amortiguador delantero	
Requisito por cumplir	Ítem	Requisito por cumplir	Ítem
Aspecto visual	4.2.1.	Aspecto visual	4.1.1.
Medidas	4.2.2.	Medidas	4.1.2.
Diagrama de comportamiento	4.2.3.	Diagrama de comportamiento	4.1.3.
Durabilidad	4.2.4.	Resistencia al impacto transversal	4.1.4.
Flexión del vástago	4.2.5.	Resistencia a la tracción	4.1.5.
Resistencia estática de las uniones	4.2.6.	Durabilidad	4.1.6.
Resistencia a la corrosión	4.2.7.	Vástago	4.1.7.
		Corrimiento de los bujes	4.1.8.
		Torsión	4.1.9.
		Fuerza de reacción del vástago	4.1.10.
		Resistencia a la corrosión	4.1.11.
		Adherencia de la pintura	4.1.12.
		Resistencia estática del platillo	4.1.13.

- Viabilidad legal del proyecto

Luego de haber descrito en los ítems 2 y 3 del presente informe las regulaciones vigentes según las leyes nacionales y el proceso de homologación de una autoparte de seguridad, queda en evidencia que el proyecto es perfectamente viable desde el punto de vista legal, y cuya fundamentación en base a los datos presentados, es el objetivo final de este informe.

Como toda innovación tecnológica, el proceso de homologación y comercialización llevará mas tiempo debido a que no es un producto estándar, el cual tiene un proceso de certificación más veloz y sencillo.

En nuestro caso, la viabilidad del proyecto depende principalmente que el amortiguador cumpla los requisitos y los valores que se espera que arroje luego de ser ensayado por el INTI, como se detalló en los ítems 3 y 4 de este trabajo.

Ya con cumplir los requisitos dispuestos por la norma para una autoparte de seguridad como es el amortiguador, el IRAM deberá proveer al INTI una norma, reglamento o directiva genérica que abarque amortiguadores que no sean del tipo hidráulico y funciones como complemento de las Normas IRAM/AITA D2 y D3, para poder finalmente realizar en conjunto con el CHAS, el sello de homologación como autoparte de seguridad, y así poder comercializar el amortiguador tanto en Argentina como en el Mercosur según la resolución explicada en 2.2.



## Bibliografía

- [1] Decreto reglamentario de la ley de tránsito y seguridad vial, (20/11/1995). [Base de datos]. Poder ejecutivo nacional, boletín nacional. Disponible en: [http://200.70.33.130/images2/Biblioteca/DN\\_779-1995\\_ReglLN24449INFOJUS.pdf](http://200.70.33.130/images2/Biblioteca/DN_779-1995_ReglLN24449INFOJUS.pdf) [2019, 5 de mayo].
- [2] EL FUTURO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN ARGENTINA Y EL MERCOSUR. INFORME ANEXO N°2 Autopartes de Seguridad (2025), (5/11/2014). [Base de datos]. Ministerio de ciencia, tecnología e innovación. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/046/0000046964.pdf> [2019, 5 de mayo].
- [3] Países del Mercosur, (2015). [Base de datos]. Mercado común del sur. Disponible en: <https://www.mercosur.int/quienes-somos/paises-del-mercursos/> [2019, 5 de mayo].
- [4] Reglamento de certificación de productos Rev 011, (12/06/2017). [Base de datos]. INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Disponible en: <http://www.inti.gob.ar/certificaciones/pdf/ReglamentoCertificacion.pdf> [2019, 5 de mayo].
- [5] Resolución 91/2001, (13/09/2001). [Base de datos]. Secretaría de Industria: Industria Automotriz. Disponible en: <https://www.inti.gob.ar/certificaciones/pdf/res91-2001.pdf> [2019, 5 de mayo].
- [6] Resolución 43/2003, (17/02/2003). [Base de datos]. Secretaría de Industria, comercio y minería. Disponible en: [http://www.puntofocal.gov.ar/notific\\_otros\\_miembros/Arg/96\\_t.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/Arg/96_t.pdf) [2019, 5 de mayo].
- [7] IRAM/AITA, (2012), *4D3: Amortiguadores hidráulicos estructurales (tipo Mc Pherson)*, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- [8] IRAM/AITA, (2017), *4D2: Amortiguadores hidráulicos telescópicos convencionales*, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**  
**PROYECTO FINAL**

**FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA**  
**“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”**

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua



## Contenido

1. Función del Amortiguador .....	3
2. Funcionamiento del amortiguador .....	3
3. Tipos de amortiguadores .....	4
3.1. Amortiguadores hidráulicos estructurales tipo Mc Pherson .....	4
3.1.1. Definiciones .....	8
3.2. Amortiguadores hidráulicos telescópicos convencionales .....	9
3.2.1. Definiciones .....	12
4. Amortiguadores Regenerativos: Tecnologías existentes .....	18
4.1. Amortiguador electromecánico de Audi .....	18
5. Batería .....	19
5.1. Batería plomo-acido convencional .....	19
5.2. Batería AGM .....	19
6. Alternador lineal .....	20
7. Controlador .....	20
8. Diseño del amortiguador regenerativo .....	22
8.1. Plano esquemático .....	22
8.2. Componentes .....	22
8.3. Subconjuntos .....	23
8.4. Resumen de componentes .....	24
9. Conclusión .....	24



## 1. Función del Amortiguador

En caso de estar en un estado óptimo proporcionan un viaje más cómodo y una maniobrabilidad más segura.

Mantienen el peso vertical directamente sobre las llantas. Esto produce un contacto constante y uniforme de las ruedas con el camino.

Al proveer resistencia al rebote, inclinación y balanceo del vehículo, como así también a la inclinación al frenar y el descenso al acelerar, los amortiguadores ayudan a mantener una suspensión equilibrada.

El amortiguador controla el movimiento excesivo de la carrocería y las cubiertas. Hace que el frenado y el manejo sean más uniformes.

Contribuye a mantener la alineación de las ruedas y a reducir el desgaste prematuro de las cubiertas y otros componentes de la suspensión.

- Importancia de los amortiguadores en la seguridad:
  - Control

Unos amortiguadores desgastados ocasionan un movimiento excesivo del cuerpo, lo que afecta la habilidad al controlar el vehículo y esquivar objetos en el camino.

- Frenado

Unos amortiguadores desgastados ocasionan que mucho peso se transfiera a las llantas delanteras al frenar, pudiendo resultar una mayor distancia al frenar.

- Estabilidad

Unos amortiguadores desgastados ocasionan un movimiento excesivo y deslizamiento mientras el vehículo está en movimiento, lo que reduce el control del conductor.

## 2. Funcionamiento del amortiguador

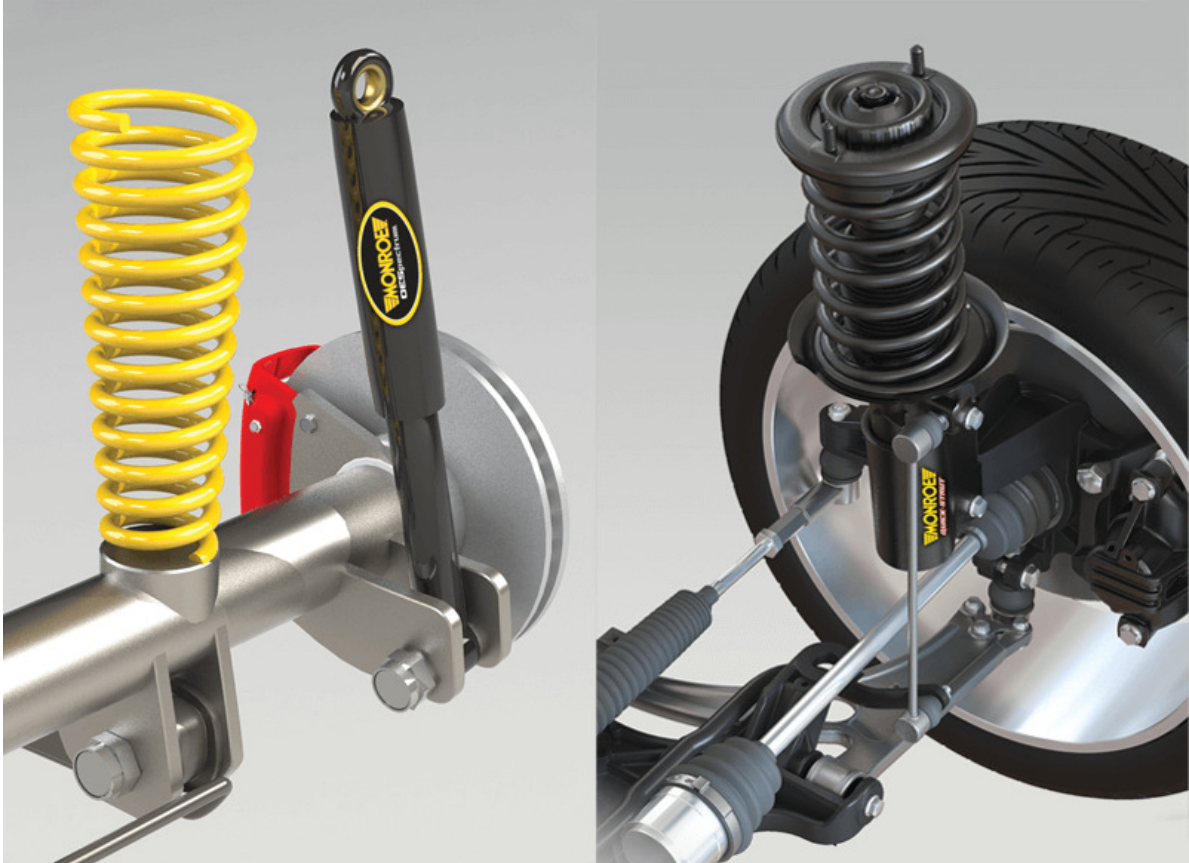
El amortiguador cumple sus funciones transformando la energía cinética del movimiento de la suspensión en energía térmica, o energía calorífica, para disiparla a través del fluido hidráulico.

Los amortiguadores son básicamente bombas de aceite. A medida que la suspensión se desplaza hacia arriba y hacia abajo, el fluido hidráulico es forzado a través de pequeños agujeros, llamados orificios, ubicados en el interior del pistón. Sin embargo, estos orificios dejan pasar solamente una pequeña cantidad de fluido a través del pistón. Esto reduce la velocidad de movimiento del pistón, lo cual a su vez reduce la velocidad de movimiento de los resortes y de la suspensión.

La cantidad de resistencia que un amortiguador desarrolla depende de la velocidad de la suspensión, y del número y tamaño de los orificios en el pistón. Todos los amortiguadores modernos son dispositivos de amortiguación sensibles a la velocidad lo cual significa que cuanto más rápidamente se mueve la suspensión, más resistencia proporciona el amortiguador. Debido a esta característica, los amortiguadores se ajustan a las condiciones de la carretera.



Los amortiguadores funcionan sobre el principio del desplazamiento de los fluidos tanto en el ciclo de compresión como en el de extensión. Un auto o camión ligero típico tendrá más resistencia durante su ciclo de extensión que durante su ciclo de compresión. El ciclo de compresión controla el movimiento del peso no soportado por los resortes de un vehículo, mientras que la extensión controla el peso soportado por los resortes, que es más grande.

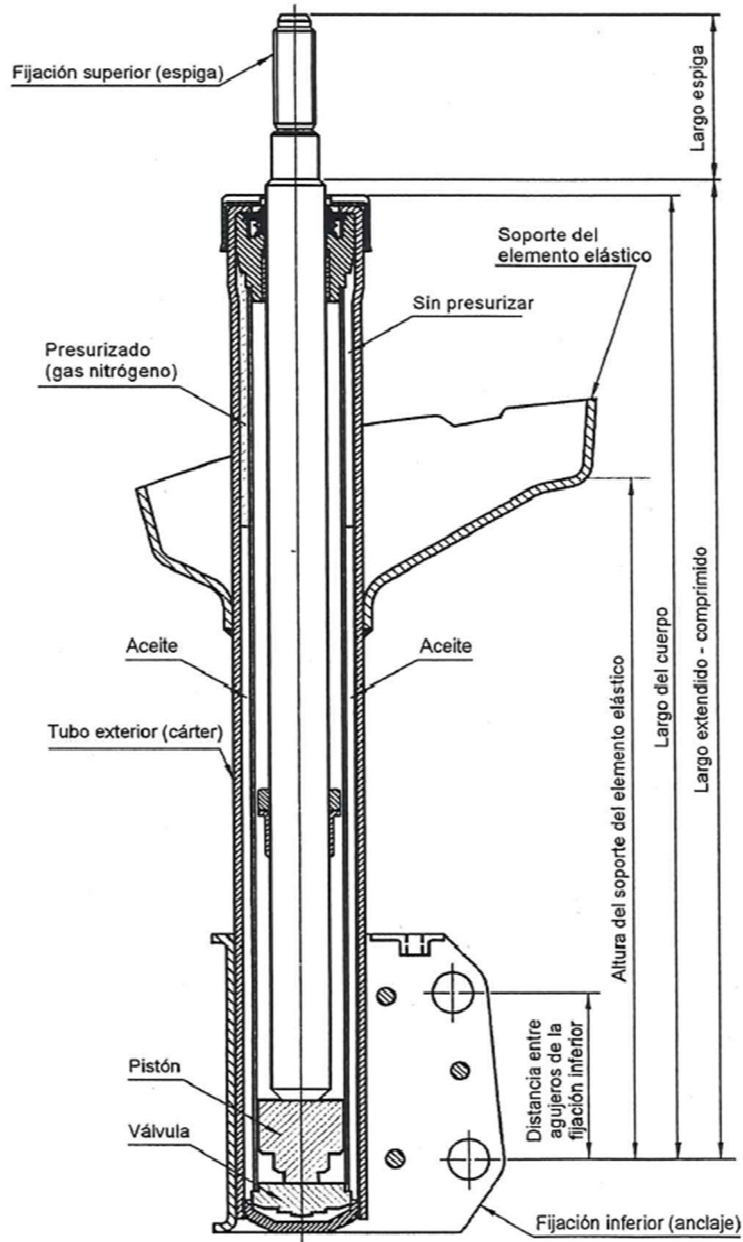


*Ilustración 1 Izquierda: Amortiguador convencional. Derecha: Amortiguador estructural.*

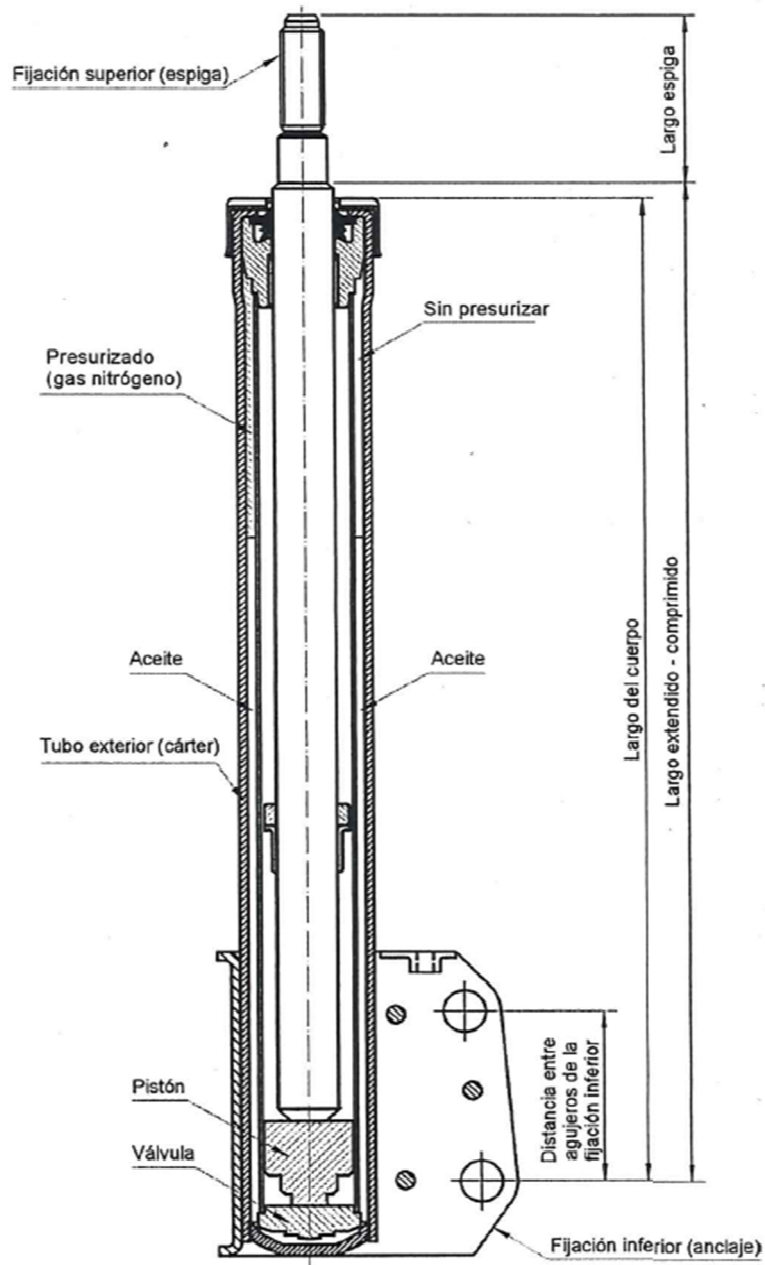
### 3. Tipos de amortiguadores

#### 3.1. Amortiguadores hidráulicos estructurales tipo Mc Pherson

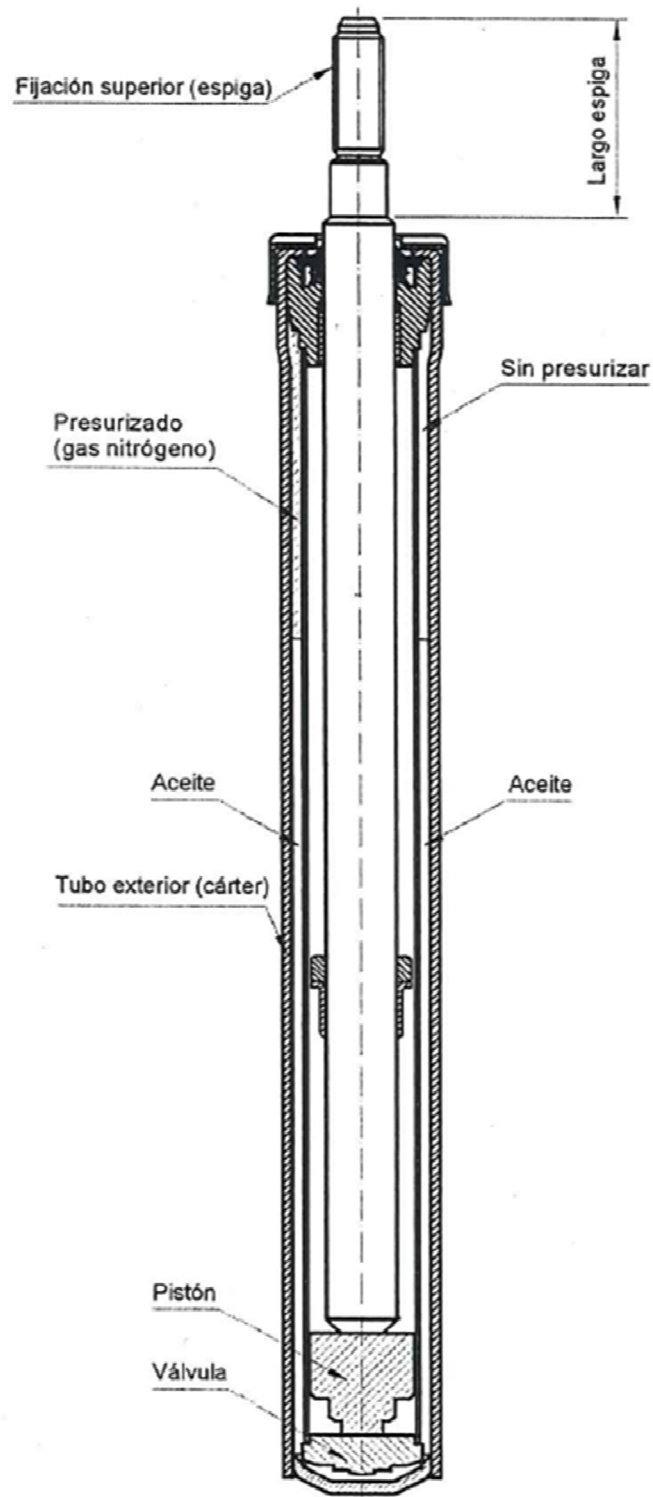
El amortiguador Mc Pherson es un componente del sistema de suspensión de los vehículos, que forma parte de la estructura de la suspensión y que absorbe o disminuye los movimientos oscilatorios del sistema elástico de la suspensión y cuya fijación inferior se vincula con la punta de eje de la rueda y la fijación superior con la carrocería. La ausencia del amortiguador, en este caso, deja al sistema de suspensión incompleto en su geometría de movimiento (ilustraciones 1 y 2).



*Ilustración 1 Esquema de un amortiguador hidráulico telescópico (tipo Mc Pherson) con soporte del elemento elástico, con fijación interior, presurizado y sin presurizar. La mitad de la figura muestra al amortiguado presurizado y la otra mitad sin presurizar.*



*Ilustración 2 Esquema de un amortiguador hidráulico telescópico (tipo Mc Pherson) sin soporte del elemento elástico, con fijación interior, presurizado y sin presurizar. La mitad de la figura muestra al amortiguado presurizado y la otra mitad sin presurizar.*



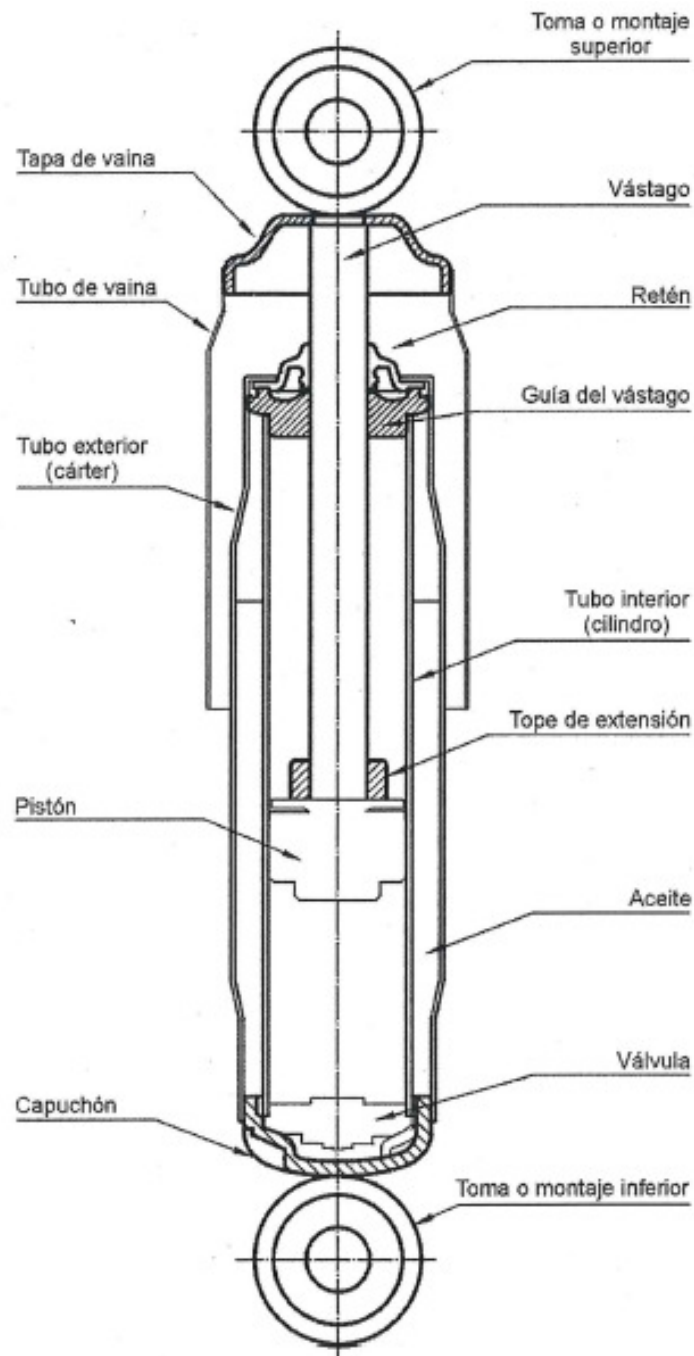
*Ilustración 3 Esquema de Cartucho*



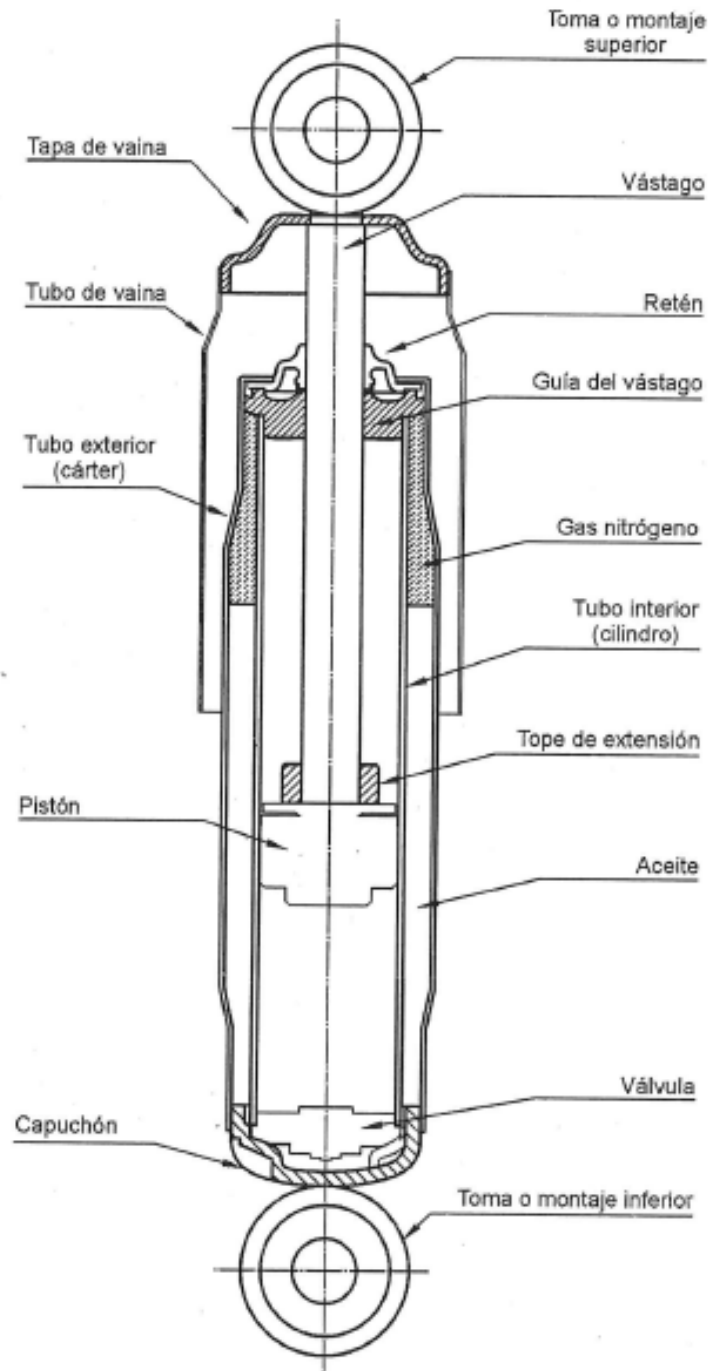
### 3.1.1. Definiciones

- **Cartucho:** Amortiguador sin anclaje inferior ni soporte del elemento elástico que se introduce en la mangueta de la estructura.
- **Soporte del elemento elástico:** Componente solidario al tubo exterior (cárter), donde se apoya el resorte helicoidal o el fuelle de caucho de la suspensión.
- **Largo del amortiguador extendido:** Largo comprendido entre los elementos de fijación cuando el amortiguador esta extendido (Ilustraciones 1 y 2).
- **Largo del amortiguador comprimido:** Largo comprendido entre los elementos de fijación cuando el amortiguador este comprimido (Ilustraciones 1 y 2).
- **Carrera efectiva:** Diferencia entre el largo del amortiguador extendido y el largo del amortiguador comprimido.
- **Mangueta:** Componente tubular de la suspensión que tiene en su extremo inferior incorporada la punta de eje, en su zona media el soporte del elemento elástico por su extremo superior se introduce el cartucho. Una tuerca aprieta y sujeta el cartucho dentro de la mangueta. Al conjunto mangueta-cartucho se lo denomina estructura Mc Pherson.
- **Diagrama de comportamiento:** Diagrama que representa los valores de carga (resistencia), en tracción y en compresión, del amortiguador en función del desplazamiento, para una misma frecuencia.
- **Subconjunto cárter:** En general, parte del amortiguador comprendida por el tubo exterior, el anclaje inferior, el soporte del flexible de frenos, el soporte del cable sensor del ABS, el soporte del elemento elástico y soporte de barra estabilizadora.
- **Altura del soporte del elemento elástico:** Distancia entre el soporte del elemento elástico y la fijación inferior (Ilustración 1).
- **Largo del cuerpo del amortiguador:** Distancia entre el extremo superior del tubo exterior (cárter) y la fijación inferior (Ilustraciones 1 Y 2).
- **Fijación superior (espiga):** Extremo superior del amortiguador destinado a la fijación al vehículo, el que se encuentra comprendido entre el final del diámetro del vástago y el extremo superior de este.
- **Fijación inferior (anclaje):** Extremo inferior del amortiguador destinado a vincularse con el soporte de la punta de eje de la suspensión delantera o con la parrilla o brazo de suspensión trasera (Ilustración 1 y 2), excepto el cartucho.
- **Fuerza de reacción del vástago:** Fuerza debida a la presión interna del gas que actúa sobre le vástago.

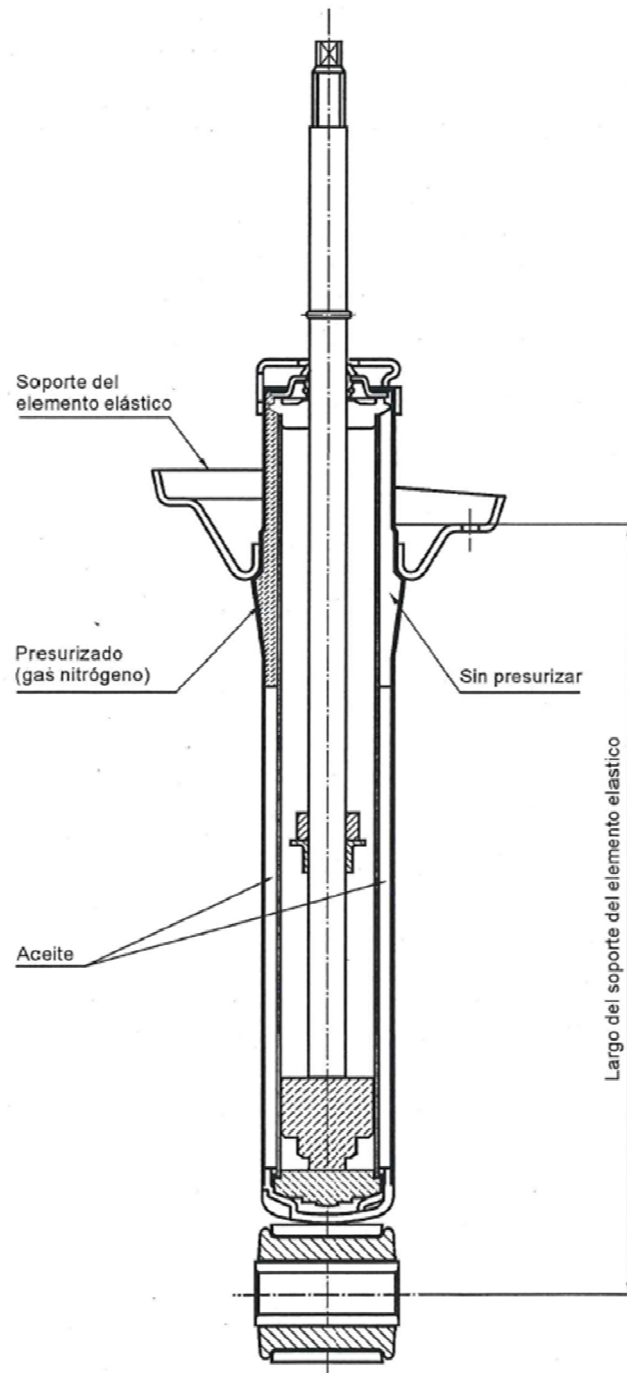
### 3.2. Amortiguadores hidráulicos telescópicos convencionales



*Ilustración 4 Esquema de amortiguador hidráulico convencional*



*Ilustración 5 Esquema de amortiguador hidráulico telescópico convencional presurizado.*

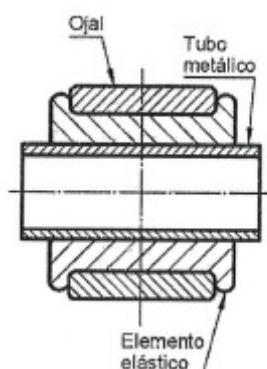


*Ilustración 6 Esquema de amortiguadores hidráulicos telescópicos convencionales con soporte del elemento estático. La mitad izquierda de la figura corresponde al amortiguador presurizado y la otra mitad sin presurizar.*



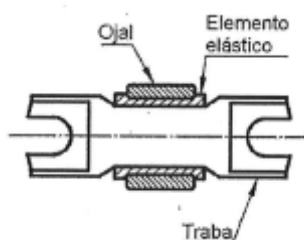
### 3.2.1. Definiciones

- **Amortiguador hidráulico telescópico convencional:** Componente del sistema de suspensión de los vehículos, que absorbe o disminuye los movimientos oscilatorios del sistema elástico de la suspensión. No forma parte de la estructura de la suspensión (Ilustración 4).
- **Amortiguador hidráulico telescópico convencional presurizado:** Amortiguador definido en el ítem anterior que adicionalmente esta provisto de una carga de gas nitrógeno para mejorar su desempeño (Ilustración 5).
- **Amortiguador hidráulico telescópico con soporte del elemento elástico:** Amortiguador definido en el primer ítem, que adicionalmente tiene fijado un soporte del elemento elástico (Ilustración 6).
- **Elementos de fijación o tomas:** Dispositivos que vinculan el amortiguador al vehículo.
  - **Ojal con tubo metálico:** Elemento formado por dos piezas tubulares concéntricas, generalmente metálicas, y un elemento intermedio que las vincula (Ilustración 7).



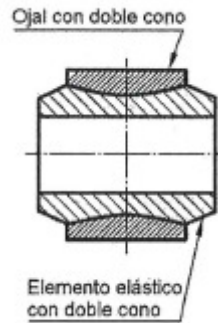
*Ilustración 7 Ojal con tubo metálico.*

- **Ojal con traba:** Elemento formado generalmente por dos piezas tubulares concéntricas, metálicas, y un elemento elástico intermedio que las vincula. La pieza interna presenta sus extremos aplanados de modo que las caras internas opuestas estén en contacto, permitiendo así presentar un orificio pasante abierto como el de la figura 5 o cerrado.



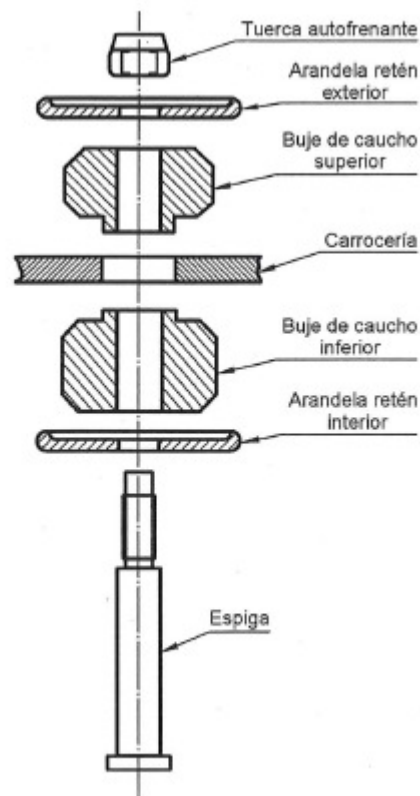
*Ilustración 8 Ojal con traba.*

- **Ojal con doble cono:** Pieza metálica generalmente tubular cuyo diámetro interior es mayor en los extremos en el centro del ojal, en el sentido longitudinal (figura 9).



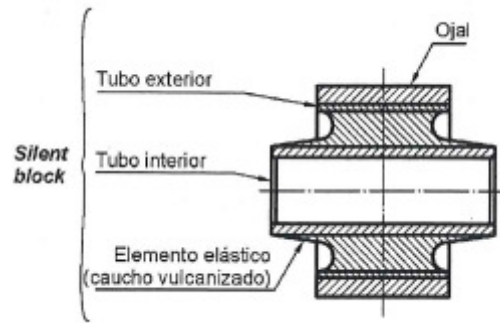
*Ilustración 9 Ojal con doble cono.*

- **Espiga:** Elemento metálico de fijación, con cabeza redonda o hexagonal en un extremo y rosca en el otro, que se asegura con tuerca y accesorios (figura 10).



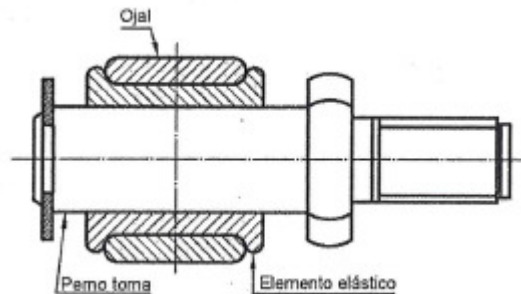
*Ilustración 10 Espiga y sus accesorios.*

- **Ojal con silent block:** Elemento formado por dos tubos concéntricos vinculados con caucho vulcanizado entre ambos. El tubo exterior del silent block se introduce con interferencia en el ojal del amortiguador (figura 11).



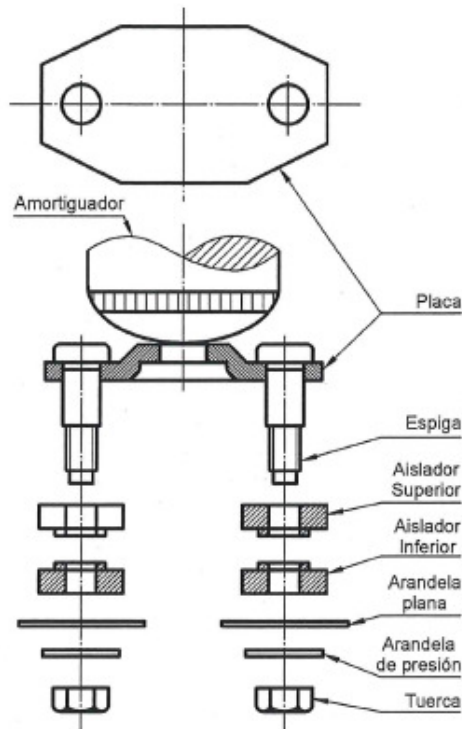
*Ilustración 11 Ojal con silent bolck.*

- **Ojal con perno toma:** Elemento formado por un tubo exterior metálico y un perno interior que se mantiene centrado respecto a la pieza exterior mediante un elemento elástico intermedio (figura 12).



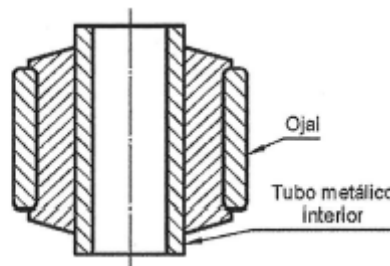
*Ilustración 12 Ojal con perno toma.*

- **Placa:** Pieza metálica plana que esta soldada transversalmente al eje del amortiguador, generalmente en el extremo inferior del amortiguador (Ilustración 13).



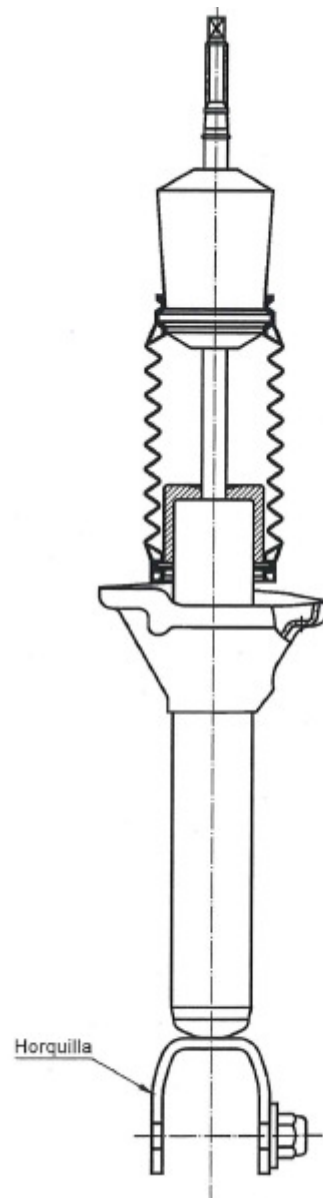
*Ilustración 13 Placa, accesorios y esquema de fijación.*

- **Ojal con subconjunto caucho vulcanizado al tubo metálico:** Elemento en el que el caucho está vulcanizado al tubo metálico interior formando un subconjunto tubo caucho que se introduce con interferencia en el ojal (Ilustración 14).



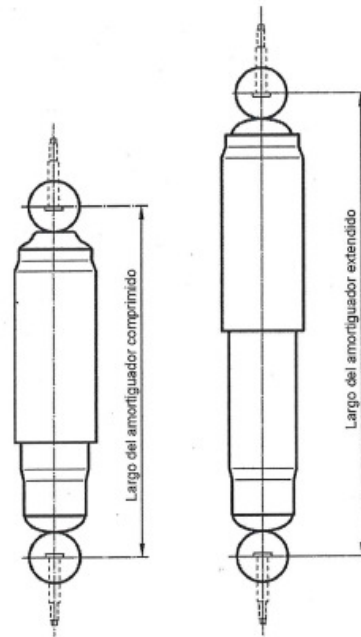
*Ilustración 14 Ojal con tubo metálico y caucho vulcanizado.*

- **Horquilla:** Elemento metálico de fijación en forma de U con dos orificios en cada extremo atravesados por un tornillo (Ilustración 15).



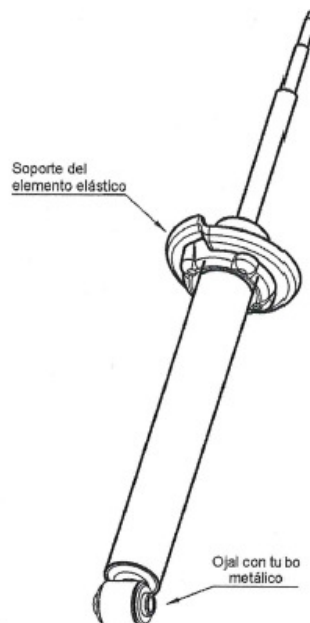
*Ilustración 15 Amortiguador con horquilla.*

- **Largo del amortiguador comprimido:** Largo comprendido entre los elementos de fijación cuando el amortiguador se encuentra comprimido (Ilustración 16).
- **Largo del amortiguador extendido:** Largo comprendido entre los elementos de fijación cuando el amortiguador se encuentra extendido (Ilustración 16).



*Ilustración 16 Largos del amortiguador comprimido y extendido.*

- **Carrera efectiva:** Diferencia entre el largo del amortiguador extendido y el largo del amortiguador comprimido.
- **Carga de gas:** Carga o agregado de gas nitrógeno que se inyecta al amortiguador por su presurización.
- **Sopor del elemento elástico (platillo):** Pieza en que apoya el elemento elástico (espiral o fuelle de caucho), montado al tubo exterior del amortiguador, cuya función es soportar la masa del vehículo, determinando su altura. Además, hace de guía de alineación entre los externos, por lo tanto, puede resultar comprometido con cargas laterales (Ilustración 17).



*Ilustración 17 Esquema del amortiguador con soporte del elemento elástico.*

- **Diagrama de comportamiento:** Diagrama que representa los valores de carga (resistencia), en extensión y compresión del amortiguador, en función del desplazamiento.
- **Fuerza de reacción del vástago:** Fuerza resultante de la presión interna del gas que actúa sobre el vástago.

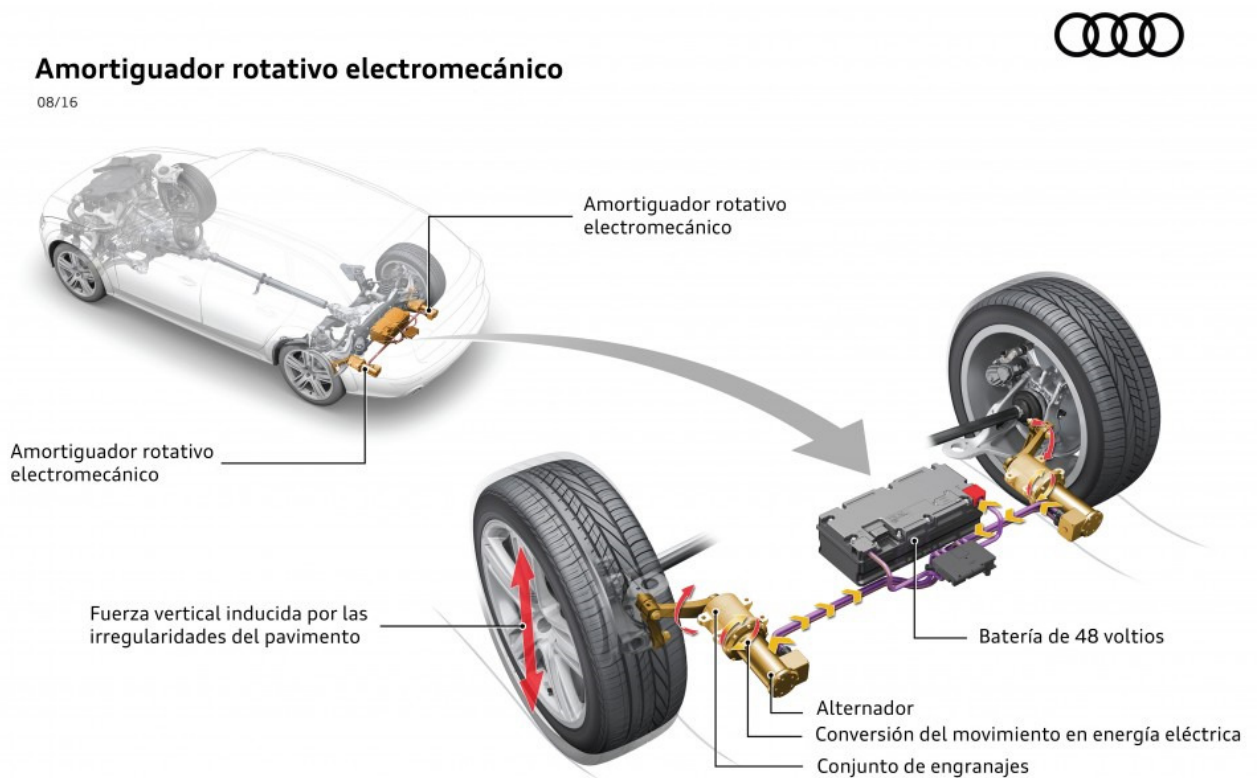
## 4. Amortiguadores Regenerativos: Tecnologías existentes

### 4.1. Amortiguador electromecánico de Audi

Audi trabaja intensamente para maximizar el uso de la energía eléctrica dentro de sus vehículos para un beneficio final sobre el consumo de combustible.

El Audi eROT es un replanteamiento de la idea de amortiguador, sustituyendo el clásico cuerpo vertical por un brazo móvil horizontal que absorbe las irregularidades del terreno y las transforma en energía eléctrica. El movimiento vertical de la rueda es absorbido por una biela que rota en un cuerpo bajo un campo magnético modulable. Este diseño consigue que el amortiguador pueda alterar su dureza ante la absorción de movimientos, del mismo modo que permite transformar la energía cinética en energía eléctrica.

El sistema es capaz de alcanzar picos de potencia de hasta 613 vatios en condiciones de firme muy irregular, pero lo importante es que esa recuperación de energía permite reducir los consumos de combustible en hasta 0,7 l/100 Km y que además consigue un mínimo impacto en cuanto a espacio.



*Ilustración 18 Esquema de funcionamiento de amortiguador regenerativo de Audi.*

Para abastecer los equipos auxiliares con los amortiguadores regenerativos, utilizaremos una batería auxiliar, de esta manera no modificaremos la conexión eléctrica de la Sprinter y podremos poner una batería con la tecnología adecuada que cumpla con las exigencias que se presentaran.

### 5.1. Batería plomo-acido convencional

La batería de plomo ácido con una capacidad de 110 A y 12 V utilizada para vehículos convencionales puede ser una opción óptima para abastecer los equipos auxiliares de la Sprinter. Actualmente se lo que se esta usando en los motorhomes para cumplir esta función. En cuanto a la seguridad la sería necesario mínimamente que posea una cubierta antivibración que impida la fuga de la solución electrolítica. Para nuestro proyecto es vital que posea una vida útil óptima, esto lo logran muchos modelos con una aleación anticorrosión que garantiza menos tiempo en las recargas y reduce la acción corrosiva en las placas y conexiones.

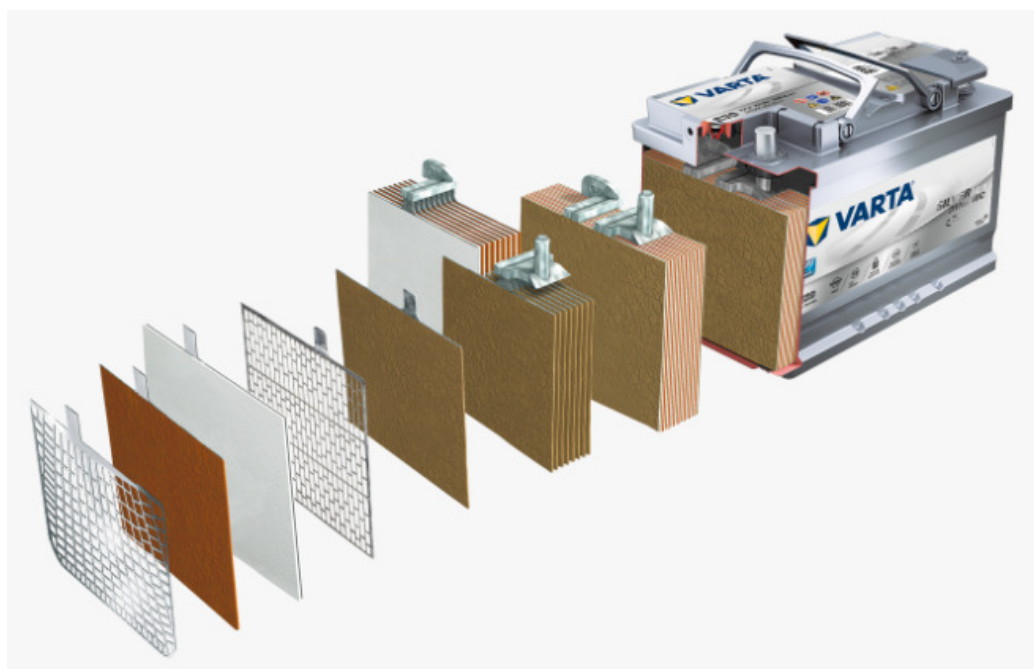
## 5.2. Bateria AGM

La batería de plomo – ácido, con separador de fibra de vidrio absorbente (AGM) y una capacidad de 90 Ah y voltaje de 12 V.

Las ventajas de esta tecnología de baterías es que está fabricada a prueba de fugas, incluso en caso de rotura. Esta tecnología ofrece 3 veces la resistencia de la tecnología de batería convencionales, por lo que resulta perfecta para una rápida recarga de la batería, y actualmente se utiliza para autos con sistema start-stop.

Este producto con plomo-ácido (AGM) integrado ofrece máxima potencia durante una larga vida útil y no requiere mantenimiento alguno.

El separador de fibra de vidrio absorbe el ácido, lo retiene y lo inmoviliza, lo que proporciona una elevada resistencia a los ciclos. Esto hace que la batería se pueda cargar y descargar una y otra vez sin que ello afecte al rendimiento.



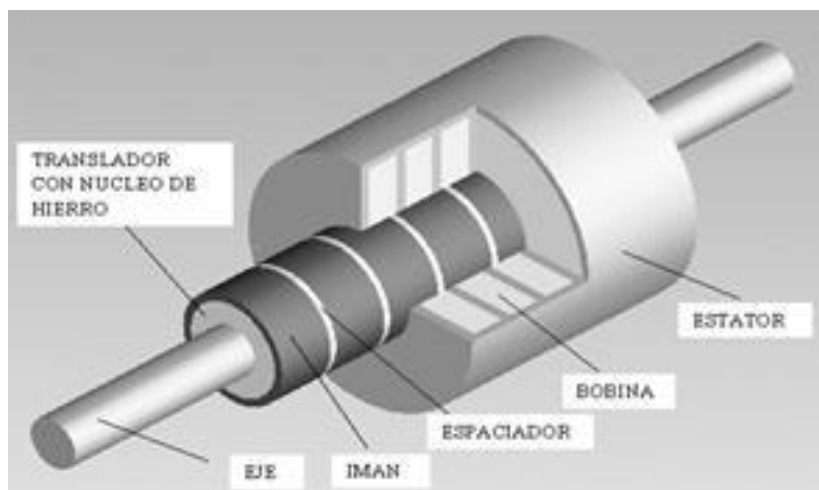
*Ilustración 19 Esquema de batería con tecnología AGM.*



## 6. Alternador lineal

Es el reemplazo directo del amortiguador convencional. Es quien ejercerá la fuerza amortiguante sobre las parrillas de suspensión o eje según corresponda.

El alternador lineal es una máquina eléctrica en cuyo estator se encuentran los bobinados trifásicos. Solidarios al embolo se encuentran los imanes permanentes. Cuando por imperfecciones del camino se desplaza el embolo del alternador lineal, el campo magnético variable sobre la bobina inducirá en ellas una diferencia de potencial.



*Ilustración 20 Esquema de alternador lineal*

La ley de Faraday-Lenz relaciona los cambios producidos en el campo eléctrico en un conductor, con la capacidad de variar el flujo magnético.

$$\phi = B \cdot S$$

Donde “ $\phi$ ” es el flujo magnético, resultante del producto escalar entre las magnitudes vectoriales B (inducción magnética) y S (Superficie normal delimitada por el conductor).

El voltaje inducido instante a instante, es proporcional a la variación del flujo magnético de la siguiente manera:

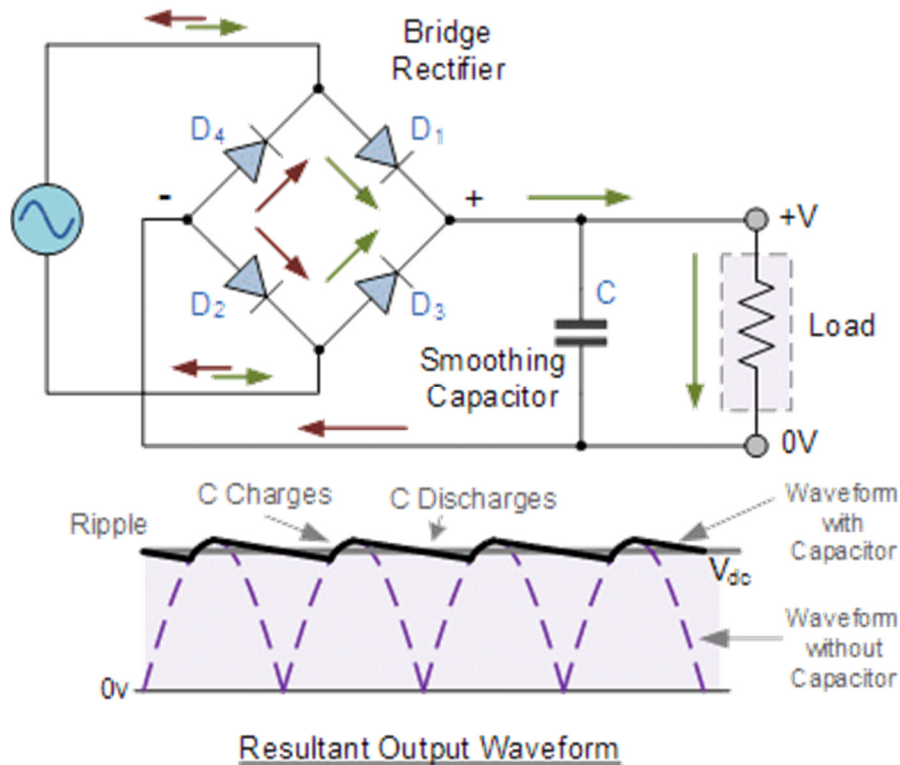
$$\Delta V = -N \cdot \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

Donde N es el número de espiras de la bobina, y el signo menos indica que el voltaje inducido se opone al efecto que lo indujo.

## 7. Controlador

Se encarga de manejar las tensiones, corrientes y potencias generadas por las bobinas del alternador, adaptándolas a valores aprovechables por la batería.

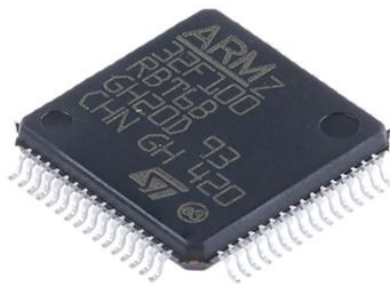
En la entrada del controlador se encuentra un puente rectificador completo y un banco de capacitores de baja resistencia interna, cuya función es rectificar el voltaje de entrada y absorber todos los picos de tensión producto de fuertes aceleraciones en la suspensión.



*Ilustración 21 Esquema del rectificador*

Luego, el microcontrolador, en función del voltaje del banco de capacitores y el voltaje en el sistema 12v, manejará un transformador electrónico (DC step up y DC step down), capaz de regular el voltaje a un valor óptimo de aproximadamente 13,7v, controlando la corriente.

Para el microcontrolador, utilizaremos un modelo de la marca STM (STM 32 F103). Debido a su ancho de banda de 32 bits, gran memoria y velocidad, es el que elegiremos para nuestro sistema.



*Ilustración 22 Microcontrolador STM32 F103*

El controlador tiene también la capacidad de disipar energía en forma de calor en resistencias integradas, ya que, en caso de sobrecarga o falla del circuito 12v, no puede verse comprometida la capacidad de amortiguamiento del sistema.

Por último, contará opcionalmente con una interfaz de conexión de tipo serial, canbus o spi, para comunicarse con otros dispositivos, y así poder regular el factor de amortiguamiento de estos.

## 8. Diseño del amortiguador regenerativo

### 8.1. Plano esquemático

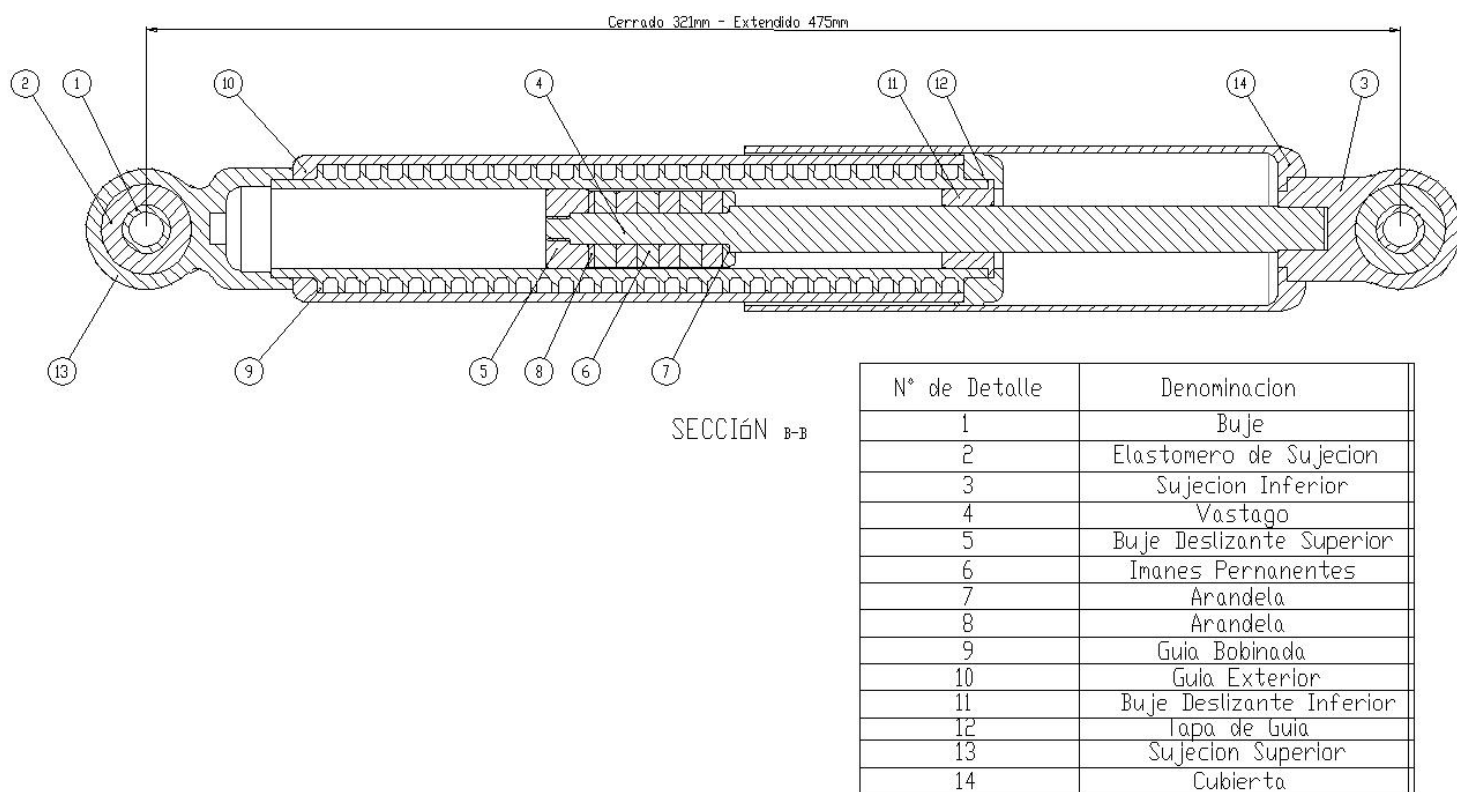


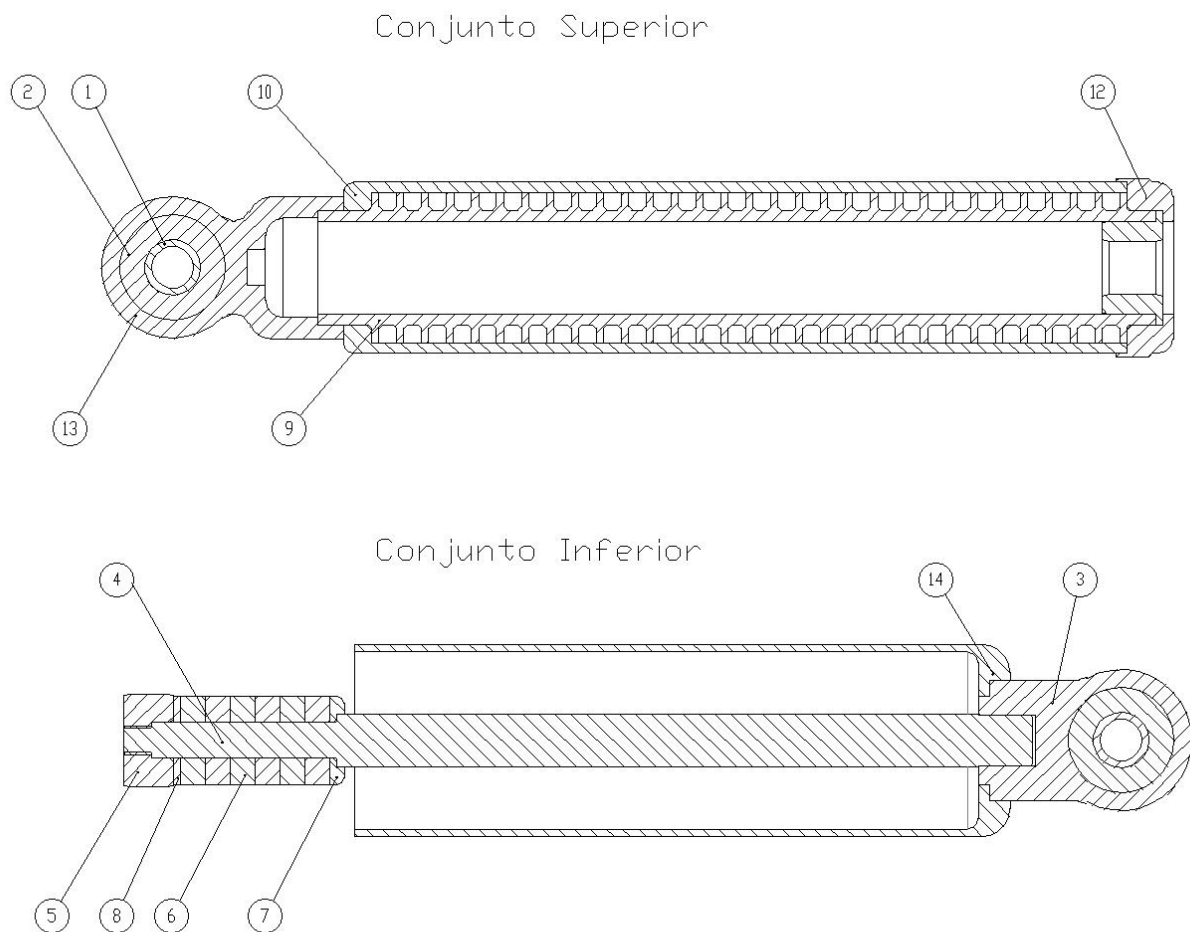
Ilustración 23 Plano de conjunto amortiguador regenerativo

### 8.2. Componentes

- 1) Buje: Elemento de fijación utilizado para vincular los extremos del amortiguador a las sujeciones en el chasis del vehículo
- 2) Elastómero de sujeción: Componente elástico utilizado como interfaz entre los bujes sujetos al chasis y el cuerpo del amortiguador
- 3) Sujeción inferior: Cumple la función de fijar la parte inferior del amortiguador a el vástago y a la cubierta
- 4) Vástago: Componente estructural cuya función es tanto guiar el movimiento, sostener los imanes y funcionar de interfaz con la sujeción inferior
- 5) Buje deslizante superior: Componente encargado de permitir un desplazamiento entre el vástago y la guía bobinada
- 6) Imanes permanentes: Ubicados en el vástago, generan corriente inducida sobre las bobinas que se encuentran en la guía bobinada
- 7) Arandelas: Se colocan al inicio y al final de la fila de imanes para proteger el estado de estos
- 8) Ídem 7)
- 9) Guía bobinada: Cumple la función de fijación con la sujeción superior, posee una geometría apta para realizar el bobinado

- 10) Guía exterior: Recubre la parte bobinada y proporciona más rigidez a la parte superior del amortiguador
- 11) Buje deslizante inferior: Fijado a la guía bobinada proporciona libertad de movimiento longitudinal al vástago
- 12) Tapa de buje: Fija el buje deslizante a la guía bobinada
- 13) Sujeción superior: Genera la interfaz entre el elastómero ubicado en la parte superior y la guía bobinada, además proporciona rigidez
- 14) Cubierta: Se ubica fijada a la sujeción inferior y cumple la función de evitar la suciedad

### 8.3. Subconjuntos



*Ilustración 24 Plano de subconjuntos*



## 8.4. Resumen de componentes

Item	Componente	¿Se compra?	¿Se fabrica?
1	Buje		x
2	Elastómero de sujeción	x	
3	Sujeción inferior	x	
4	Vástago		x
5	Buje deslizante superior		x
6	Imanes permanentes	x	
7	Arandela	x	
8	Arandela	x	
9	Guía bobinada		x
10	Guía exterior		x
11	Buje deslizante inferior	x	
12	Tapa de buje		x
13	Sujeción superior		x
14	Cubierta		x
15	Componentes electrónicos	x	

## 9. Conclusión

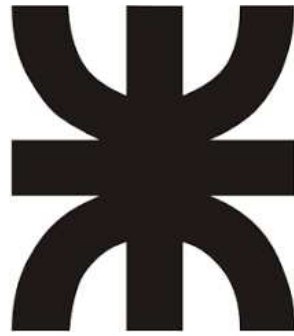
Haciendo un análisis de los distintos componentes y tecnologías que intervienen en nuestro proyecto, no encontramos complicaciones tecnológicas que impidan la fabricación de nuestro amortiguador regenerativo.

Como criterio de diseño de la capacidad de corriente de las bobinas, tomaremos la máxima fuerza amortiguante que necesita el amortiguador convencional, asegurando de esta forma que la suspensión del vehículo no se vea afectada al cambiar los amortiguadores originales de la Sprinter.

También el presente informe nos permitió identificar que es necesario incorporar ciertas funciones de seguridad que permitan asegurar que, ante diferentes modos de falla, la función de amortiguamiento no se vea comprometida. Utilizando como base las soluciones tecnológicas descritas en el presente informe, en la siguiente etapa en la que evaluaremos el análisis de riesgo, estudiaremos como atacar estos posibles riesgos, partiendo de las tecnologías ya definidas.

Si bien el único amortiguador regenerativo utilizado en la actualidad es del tipo mecánico, como exponemos en 4.1, nosotros decidimos diseñar nuestro amortiguador en base a un alternador lineal debido a que de esta forma se puede lograr una mejora del rendimiento ya que las pérdidas mecánicas en la transformación de movimiento se verían eliminadas. Por otro lado, al no ser hidráulico como los amortiguadores convencionales, no existe la posibilidad de pérdidas ni degradación del aceite. De esta forma la limitación de la vida útil del amortiguador se vería prolongada gracias a la ausencia de sellos y componentes de estanqueidad.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**  
**PROYECTO FINAL**

FACTIBILIDAD ECONÓMICA

*“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”*

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua



## Índice

1. Estudio de mercado .....	3
1.1. Volumen de ventas y tendencia .....	3
1.2. Caracterización de los principales clientes.....	5
1.3. Factores externos que podrían influir en el mercado.....	6
1.4. Competencia .....	7
1.5. Necesidades Insatisfechas del mercado.....	7
2. Expectativas de ventas .....	7
2.1. Porción del mercado a captar y precio de venta justificado.....	7
3. Análisis de costos .....	8
3.1. Costos de fabricación .....	8
3.1.1. Costos fijos .....	8
3.1.2. Costos variables (Anexo I) .....	8
3.2. Inversión necesaria en equipos y herramientas de fabricación.....	8
5. Flujo de caja.....	10
6. Evaluación .....	11
6.1. Período de repago.....	11
6.2 VAN.....	11
6.3 TIR.....	11
7. Conclusiones.....	11



## 1. Estudio de mercado

### 1.1. Volumen de ventas y tendencia

En la Argentina hay 10 empresas a lo largo del país que fabrican Motorhomes. Los modelos que estas empresas modifican para realizar las motorhome son Mercedes Benz Sprinter 415/515, Iveco Dally, Renault Master y Fiat Ducato.

Mediante un relevo que hicimos de los modelos fabricados por estas empresas, obtuvimos que las Mercedes Benz Sprinter representan 1/3 del total de motorhomes fabricadas.

Anualmente se fabrica entre 15 y 20 motorhomes por empresa anualmente, por lo tanto, representaría un total de 50 motorhomes Mercedes Benz Sprinter fabricadas por año.

Teniendo en cuenta que la Sprinter 415 se fabrica en la Argentina desde 2012, si estimamos un número de ventas constante durante esos 7 años tenemos un total al 2019 de 350 Sprinter Motorhome en la Argentina entre las que se encuentran en alquiler por empresas de turismo, y las que son de uso particular.

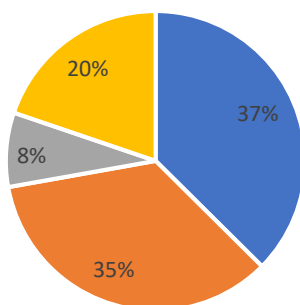
Como nuestra idea de negocio incluye exportar los amortiguadores a lo que es Mercosur, para extrapolar la cantidad de Sprinter Motorhome a los otros países del Mercosur (Brasil, Uruguay y Paraguay) nos basamos en la cantidad de turistas que tuvieron estos países en el último año.

Debido a que el uso del motorhome es una actividad directamente relacionada con el turismo, consideramos realizar la siguiente extrapolación para estimar una cantidad de Motorhomes en el mercado internacional al que podemos acceder.

País	Turistas 2018	Cantidad de Motorhomes
ARGENTINA	7000000	350
BRASIL	6500000	325
PARAGUAY	1500000	75
URUGUAY	3700000	185
TOTAL		935

Mercado de Motorhome Mercosur

■ ARGENTINA ■ BRASIL ■ PARAGUAY ■ URUGUAY







Del estudio de mercado obtuvimos que hay un total de 134 Sprinter motorhomes nuevas por año para venderle el pack de 4 amortiguadores. El primer año que entremos en el mercado habrá un total de 935 Sprinter motorhome en el mercado a las cuales venderles (7 años de fabricación a un promedio de 134 unidades por año). El segundo año por lo tanto la cantidad de unidades a las que se les puede vender será la suma de lo que se fabrique ese año más lo que quedo sin venderle el año anterior. Con ese mismo planteamiento transcurren los próximos 6 años. En el año 7, se espera alcanzar el 100% del mercado, por lo tanto se le vendería a lo que se fabrique ese año, sumado a las Sprinter que hagan el recambio del año 1. Esto se repite de ahora en adelante. Cabe aclarar que debido a su alta tasa de ahorro de combustible, el producto puede adquirirse por más que no sea el tiempo de recambio de los amortiguadores convencionales, sino como una inversión en el vehículo.

Estimamos que no vamos a venderle al 100% del mercado el primer año, solo a un 20%, la cantidad de ventas se detalla debajo del porcentaje. Según el ciclo de vida de un producto nuevo de Heizer<sup>1</sup> (ver Ilustración 2) estudiado en Organización Industrial nos basamos en un modelo en el que las ventas se incrementan con el pasar de los años a medida que uno va haciéndose fuerte en el mercado, consiguiendo el 100% del mercado a los 7 años de ventas (ver ilustración 1)

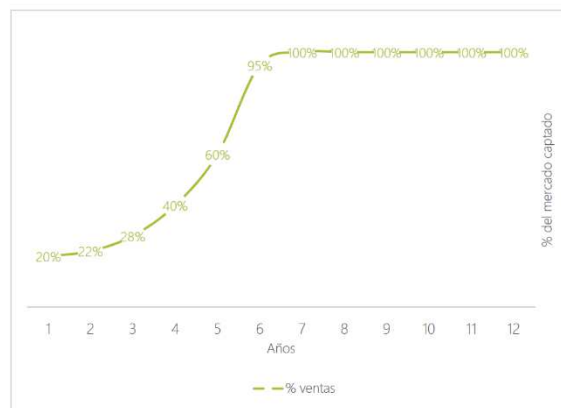


Ilustración 1 Porcentaje de ventas a medida que pasan los años.

	Año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
cant. sprinter	935	882	822	726	569	362	339	328	364	424	476	478
% ventas	20%	22%	28%	40%	60%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
cant. Vendidas	187	194	230	290	342	344	339	328	364	424	476	478
1 CICLO DE VIDA = 120000 KM						1 CICLO DE VIDA = 120000 KM						

<sup>1</sup> Gráfico basado en el Modelo del Ciclo de vida de Heizer, extraído de “Principios de administración de operaciones” 7ma edición, de Jay Heizer y Barry Render, pagina 159.

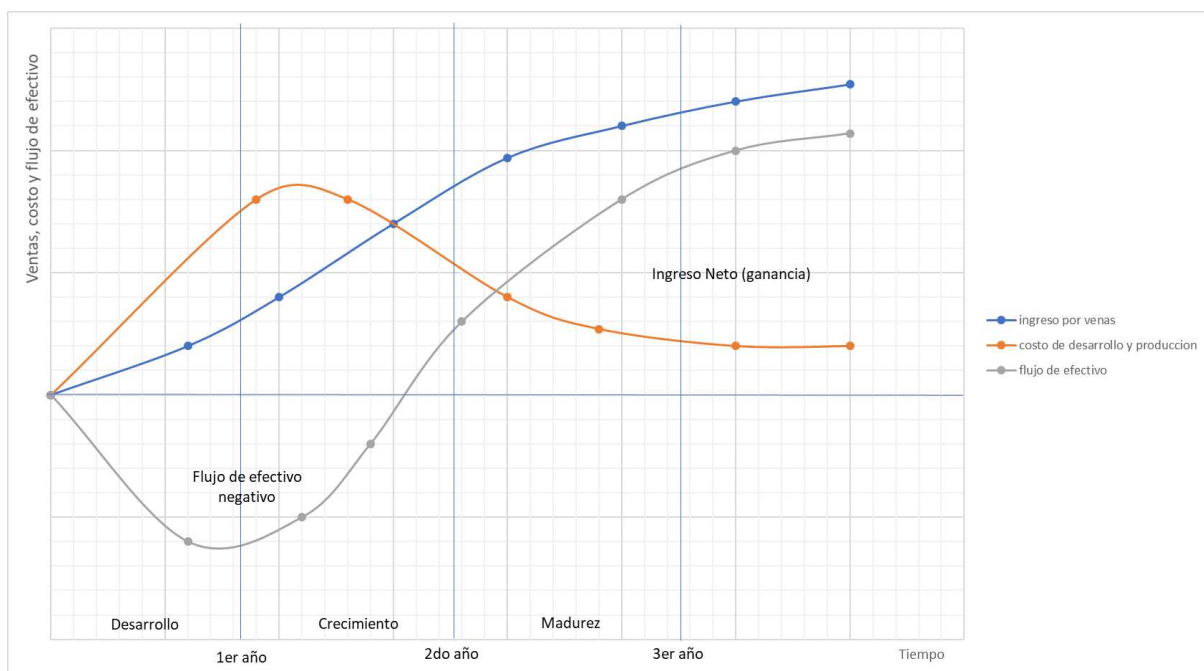


Ilustración 2 Ciclo de vida del producto, ventas, costo y utilidad.

En la Ilustración 2 se observa como en un principio las ventas crecen lentamente para luego aumentar su pendiente y llegar hasta el valor asintótico que es 100% del mercado.

La curva de costo de desarrollo y producción, por el contrario, en un principio va en aumento en la etapa de desarrollo ya que es donde más se deberá invertir en herramientas y afinación del producto. Esta curva comienza a decrecer a lo largo del tiempo considerando las mejoras de proceso y de diseño que se irán aplicando para reducir al máximo posible los costos de fabricación y así obtener una ganancia mayor.

El flujo de efectivo crece en forma negativa durante el desarrollo del producto ya que es donde invertiremos en producción e instalaciones y aun las ventas son muy bajas. En la etapa de crecimiento esto se ira revirtiendo hasta empezar a ver ganancias producto del retorno de la inversión a causa de que se ira alcanzando un mayor número de ventas.

### 1.2. Caracterización de los principales clientes

Nuestros principales clientes son aquellas empresas que modifican las Mercedes-Benz Sprinter en motor-home, los que brindan el servicio de alquiler de estas y aquellos propietarios particulares de dichas camionetas. En un principio nos enfocaremos en ser proveedores de los fabricantes nacionales para ir creciendo localmente, y así en un futuro poder exportar nuestro producto. Algunos de los fabricantes nacionales son:

**SILFRED**MOTORHOME

Ilustración 3 Silfred Motorhome

**King of the Road**  
Motorhomes.com

Ilustración 4 King of the Road



Ilustración 5 Gilbert Car



Ilustración 6 Royal Home



Ilustración 7 Tu lugar motorhome

### 1.3. Factores externos que podrían influir en el mercado

Nuestro mercado se podría ver afectado por una caída en el turismo, tanto interno como externo, ya que es proporcional al uso de las motor-home.

También cabe destacar que un aumento de los precios de los combustibles disminuiría el periodo de repago del amortiguador haciéndolo aún más eficiente.

MES/AÑO ▼	SUPER ▼	PREMIUM ▼	GASOIL ▼	EURO ▼	Aumento del Euro ▼
1/5/2019	\$ 42,01	\$ 48,47	\$ 39,65	\$ 46,40	4,50%
1/4/2019	\$ 40,43	\$ 46,65	\$ 37,94	\$ 44,40	4,89%
1/3/2019	\$ 38,67	\$ 44,62	\$ 36,17	\$ 42,33	2,79%
1/2/2019	\$ 37,62	\$ 43,40	\$ 35,18	\$ 41,18	1,70%
1/1/2019	\$ 36,99	\$ 42,89	\$ 34,59	\$ 40,49	-0,91%
1/12/2018	\$ 37,21	\$ 43,35	\$ 34,84	\$ 40,86	3,00%
1/11/2018	\$ 37,59	\$ 44,01	\$ 33,76	\$ 39,67	3,01%
1/10/2018	\$ 36,76	\$ 43,47	\$ 32,54	\$ 38,51	10,69%
1/9/2018	\$ 33,23	\$ 40,02	\$ 28,89	\$ 34,79	11,54%
1/8/2018	\$ 29,60	\$ 35,65	\$ 25,94	\$ 31,19	7,51%
1/7/2018	\$ 27,83	\$ 33,20	\$ 24,20	\$ 29,01	8,00%
1/6/2018	\$ 26,50	\$ 30,74	\$ 23,05	\$ 26,86	-0,41%
1/5/2018	\$ 25,41	\$ 29,98	\$ 22,70	\$ 26,97	

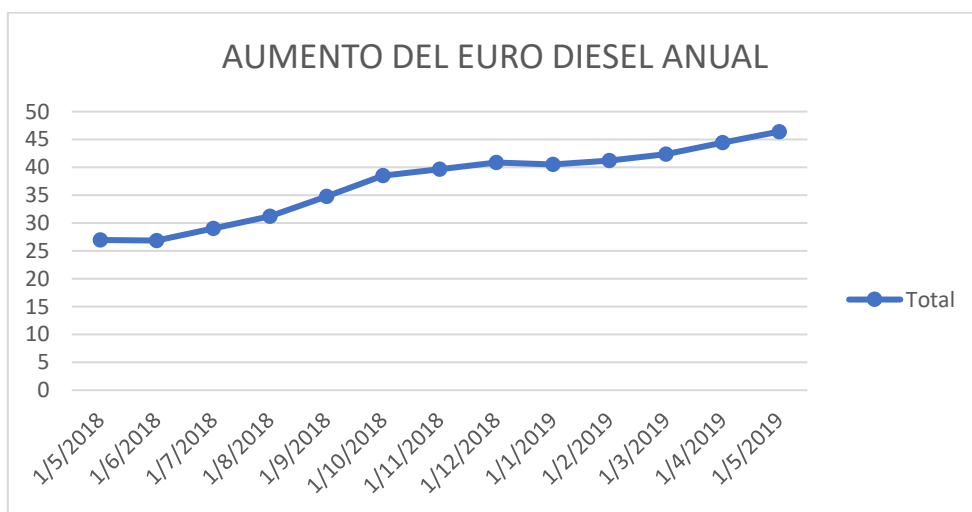


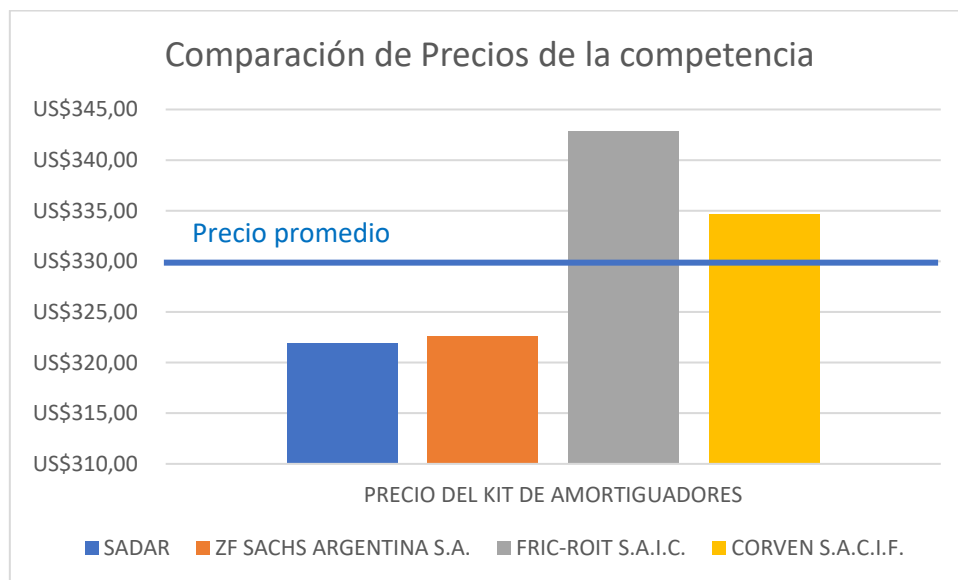
Ilustración 8 Aumento del euro diesel en 2018 en la Argentina.



### 1.4. Competencia

Si bien actualmente no tenemos competencia directa ya que es un producto único e innovador, cabe aclarar que debemos tener en cuenta a los fabricantes de amortiguadores convencionales ya que el valor de nuestro producto está relacionado al mismo.

En el siguiente grafico se muestra una comparación del precio de venta del kit de amortiguadores en dólares.



### 1.5. Necesidades Insatisfechas del mercado

Nuestro producto propone una solución al consumo de combustible para cargar la batería auxiliar de las motor-home, reduciendo la cantidad consumida de combustible como así también el costo de cada viaje. Otra necesidad del mercado es mejorar la conexión de los equipos auxiliares, ya que, para abastecerlos, se puentea el sistema eléctrico de la Sprinter lo cual no es recomendable por el fabricante, y con nuestro diseño, esto se evitaría<sup>2</sup>.

## 2. Expectativas de ventas

### 2.1. Porción del mercado a captar y precio de venta justificado

En cuanto a las empresas que alquilan motorhomes creemos que gran parte de ellas van a hacer uso de nuestro amortiguador ya que propone una disminución importante en los costos como así también una ventaja frente a otras empresas del mismo mercado.

En cuanto a los propietarios particulares creemos que una gran porción del mercado va a estar interesado en el producto ya que, al cumplirse los km de recambio, los 4 amortiguadores se amortizaron en un 75% de su valor total. Cabe aclarar que los amortiguadores tienen el doble de vida útil que uno convencional. Por lo tanto, el conjunto de amortiguadores regenerativos termina saliendo al comprador la mitad de lo que le saldría adquirir un conjunto de amortiguadores convencionales y se ahorraría un cambio de amortiguadores. En la tabla de abajo podemos observar los calculos.

<sup>2</sup> Esquema y descripción de la conexión propuesta en la introducción del proyecto.



	Amortiguador convencional	Amortiguador Regenerativo
precio (u\$s)	330,00	670,00
% repago	0%	75%
precio final (u\$s)	330,00	167,50
vida útil (km)	60000	120000

En el caso de los fabricantes de motorhomes es el mismo criterio que el de los propietarios ya que el cliente elige el equipamiento de esta y debido a su periodo de amortización es muy conveniente el uso de nuestro amortiguador.

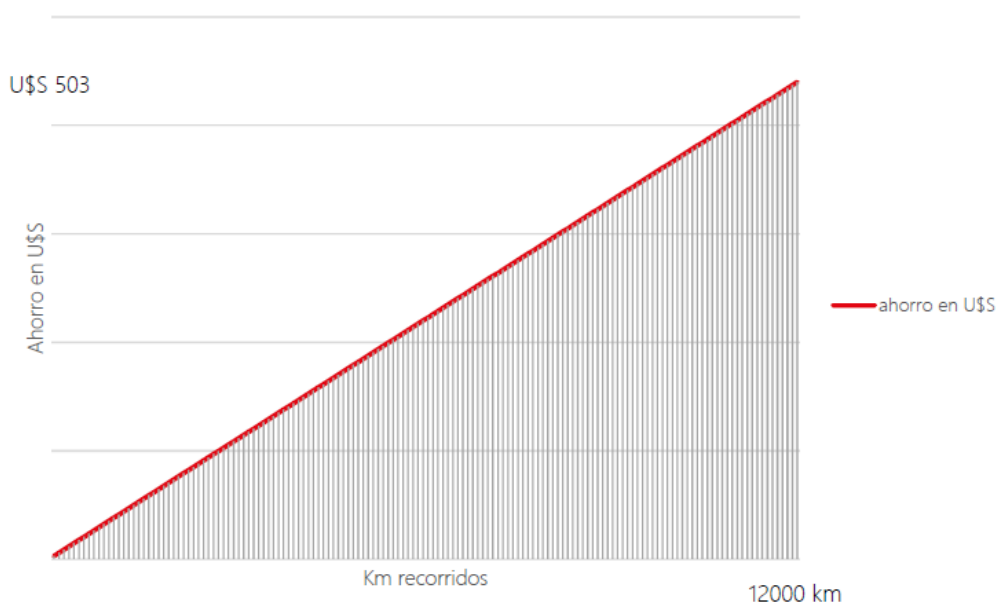


Ilustración 9 Gráfico de la amortización de los amortiguadores en función de los km.

En este gráfico se observa como a los 120000 km, que sería el kilometraje de recambio, se logra un ahorro de 530 dólares de combustible (Euro Diesel).

### 3. Análisis de costos

#### 3.1. Costos de fabricación

##### 3.1.1. Costos fijos

Alquiler taller	USD 340
Servicios	USD 160

##### 3.1.2. Costos variables (Anexo I)

Insumos de fabricación	USD 450
Horas hombre	USD 12

#### 3.2. Inversión necesaria en equipos y herramientas de fabricación



Equipo de soldadura	USD 646
Torquímetro	USD 73,28
Prensa 15 Tn	USD 172,41
Herramental para ensamblaje	USD 500
Acondicionamiento de la fábrica	USD 2000
Matrices	USD 10000
Máquina de ensayo	USD 4000

#### 4. Modo de financiación

Necesitamos USD 17500 para los herramentales de fabricación y USD 7500 en concepto de insumos de fabricación para las primeras ventas, dando un total de 25000.

Del monto total, un 20% va a ser financiado por nosotros mismos. En cambio, el otro 80%, USD 20000, va a ser por medio del Banco Provincia el cual otorga un crédito para Pymes llamado "Programa Pyme productivo- Inversión en moneda extranjera". Con las siguientes características:

Beneficiarios: Empresas (personas humanas y jurídicas), que resulten sujeto de crédito, y se encuentren radicadas en la Provincia de Buenos Aires y/o en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires:

A. Exportadores, productores, procesadores o acopiadores de bienes que requieran financiar la adquisición de bienes de capital, incluidas las importaciones temporarias de insumos que incrementen o estén vinculados a la producción de mercaderías para su exportación.

Destino: Adquisición de bienes de capital nuevos.

Moneda: Dólares estadounidenses.

Porcentaje de Financiamiento: Bienes de capital nacionales: Hasta el 100% del valor neto.

Plazo: Inversión: Hasta 48 meses, con hasta 12 meses de gracia para el pago del capital

Forma de pago:

Capital: el reembolso del préstamo se efectuará en cuotas mensuales, trimestrales o semestrales, iguales y consecutivas, según la generación de recursos. Sistema de amortización alemán.

Interés: los servicios de interés se abonarán en forma mensual, trimestral o semestral, coincidente con la amortización de capital.

Comisión: 1% sobre el monto otorgado, a percibirse en forma adelantada.

CFTEAV: 4,65%

Características del Sistema de Amortización Alemán:



Cuota de amortización periódicas constantes.

Intereses decrecientes, al calcularse sobre un saldo que disminuye siempre en una suma fija.

Cuota total decreciente como consecuencia de las características mencionadas más arriba.

En el anexo II se encuentra el detalle mensual de cada cuota.

Decidimos devolver el préstamo en 36 meses haciendo uso del periodo de 12 meses de gracia.

## 5. Flujo de caja

Flujo de caja mensual												
Detalle	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b>Ingresos</b>												
Ventas	0	0	2680	4020	6700	8040	11390	13400	16080	17420	22780	22780
Unidades Vendidas	0	0	4	6	10	12	17	20	24	26	34	34
Prestamo banco	20000											
<b>Egresos</b>												
Unidades Producidas	4	6	8	8	10	16	19	22	23	23	24	24
Costos Fijos	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costos Variables	1848	2772	3696	3696	4620	7392	8778	10164	10626	10626	11088	11088
Herramentales	17500											
<b>Valor Neto</b>	<b>152</b>	<b>-3272</b>	<b>-1516</b>	<b>-176</b>	<b>1580</b>	<b>148</b>	<b>2112</b>	<b>2736</b>	<b>4954</b>	<b>6294</b>	<b>11192</b>	<b>11192</b>
<b>Acumulado</b>	<b>152</b>	<b>-3120</b>	<b>-4636</b>	<b>-4812</b>	<b>-3232</b>	<b>-3084</b>	<b>-972</b>	<b>1764</b>	<b>6718</b>	<b>13012</b>	<b>24204</b>	<b>35396</b>

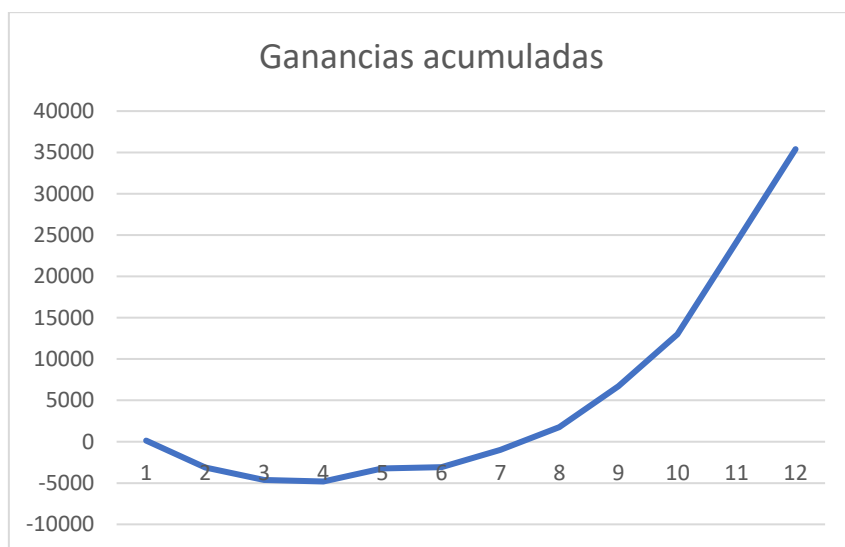


Ilustración 11 Grafico de la ganancias en función de los meses.



Flujo de caja anual												
Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
<b>Ingresos</b>												
Ventas	125290	129980	154100	194300	229140	230480	227130	219760	243880	284080	318920	320260
Unidades Vendidas	187	194	230	290	342	344	339	328	364	424	476	478
<b>Egresos</b>												
Costos Fijos	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Costos Variables	86394	89628	106260	133980	158004	158928	156618	151536	168168	195888	219912	220836
Devolucion Prestamo		7524	7212	6902								
	<b>32896</b>	<b>26828</b>	<b>34628</b>	<b>47418</b>	<b>65136</b>	<b>65552</b>	<b>64512</b>	<b>62224</b>	<b>69712</b>	<b>82192</b>	<b>93008</b>	<b>93424</b>

## 6. Evaluación

### 6.1. Período de repago

Tal como podemos observar en el flujo de caja mensual el periodo de repago es al octavo mes de comenzado el negocio.

### 6.2 VAN

El Valor Actual Neto lo obtuvimos por medio del Excel. Aplicamos la formula a los valores netos obtenidos anualmente en los primeros seis años, restándole la inversión inicial de \$20000. Tuvimos en cuenta una tasa de interés del 3%.

Tiene un valor de USD 222.131,29

### 6.3 TIR

La Tasa Interna de Retorno, como el VAN, lo obtuvimos por medio del Excel. Tuvimos en cuenta los valores netos anuales incluyendo la inversión inicial.

Nos da un valor del 163% en el periodo de un año. Comparándolo con una tasa de interés de un plazo fijo en dólares que es del 3% podemos asegurar que es más rentable invertir en nuestro proyecto.

## 7. Conclusiones

Luego de evaluar el proyecto por medio del periodo de repago, el VAN y el TIR, concluimos que nuestro proyecto es rentable. Cabe destacar el alto valor del VAN y del TIR al cabo de los 6 años y que el periodo de repago es inferior al año.





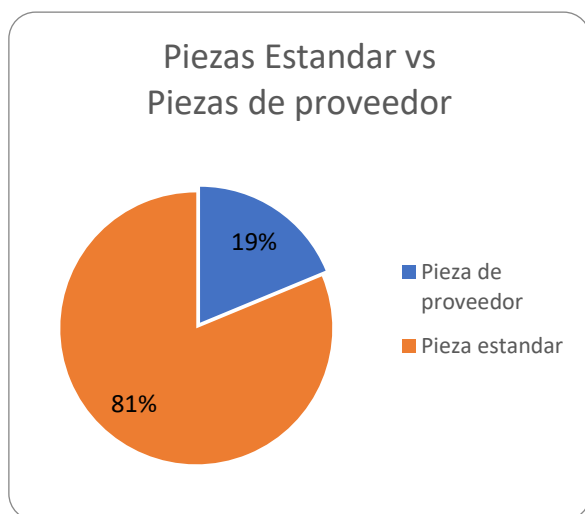
Anexo I

Costo (Por amortiguador trasero)		
Pieza	Cantidad	Costo USD
Vastago	1	\$ 0,44
Deflector de acero	1	\$ 1,55
Arandela	2	\$ 0,39
Imanes	6	\$ 3,10
Piston	1	\$ 2,59
Carter	1	\$ 1,92
Anclaje	2	\$ 0,30
Buje	2	\$ 7,76
Elastómero	2	\$ 7,76
Base del carter	1	\$ 1,29
Cilindro	1	\$ 1,72
Estator	1	\$ 1,42
Arandela aluminio 1	30	\$ 5,82
Alambre de cobre	1	\$ 1,03
Deflector de aluminio	2	\$ 3,10
Arandela de aluminio 2	30	\$ 5,82
Plaqueta	0,25	\$ 25,0
Cables	0,25	\$ 1,0
Packaging	1	\$ 0,52
Ensayo	1	\$ 5,17
Zincado	1	\$ 2,00

Calculamos que los amortiguadores delanteros cuestan un 120% que los amortiguadores traseros, por equivalencia a la competencia, quedándonos el costo del pack de los 4 amortiguadores más los accesorios para la instalación en un valor de USD 450.

Si a esto le sumamos la hora hombre, de USD 3 considerando que un pack se hace en 4hs, el costo es de USD 12.

Quedándonos un costo total de USD 462 por amortiguador.





Anexo II

N° de cuota	Capital al inicio de período	Amortización	Intereses del período	Cuota
1	20.200,00	561,11	77,77	638,88
2	19.638,89	561,11	75,61	636,72
3	19.077,78	561,11	73,45	634,56
4	18.516,67	561,11	71,29	632,40
5	17.955,56	561,11	69,13	630,24
6	17.394,44	561,11	66,97	628,08
7	16.833,33	561,11	64,81	625,92
8	16.272,22	561,11	62,65	623,76
9	15.711,11	561,11	60,49	621,60
10	15.150,00	561,11	58,33	619,44
11	14.588,89	561,11	56,17	617,28
12	14.027,78	561,11	54,01	615,12
13	13.466,67	561,11	51,85	612,96
14	12.905,56	561,11	49,69	610,80
15	12.344,44	561,11	47,53	608,64
16	11.783,33	561,11	45,37	606,48
17	11.222,22	561,11	43,21	604,32
18	10.661,11	561,11	41,05	602,16
19	10.100,00	561,11	38,89	600,00
20	9.538,89	561,11	36,72	597,84
21	8.977,78	561,11	34,56	595,68
22	8.416,67	561,11	32,40	593,52
23	7.855,56	561,11	30,24	591,36
24	7.294,44	561,11	28,08	589,19
25	6.733,33	561,11	25,92	587,03
26	6.172,22	561,11	23,76	584,87
27	5.611,11	561,11	21,60	582,71
28	5.050,00	561,11	19,44	580,55
29	4.488,89	561,11	17,28	578,39
30	3.927,78	561,11	15,12	576,23
31	3.366,67	561,11	12,96	574,07
32	2.805,56	561,11	10,80	571,91
33	2.244,44	561,11	8,64	569,75
34	1.683,33	561,11	6,48	567,59
35	1.122,22	561,11	4,32	565,43
36	561,11	561,11	2,16	563,27



Anexo III

lts	km	precio del Euro Diesel	recambio del amortiguador (Km)	km anuales	ahorro/400 km	Capacidad del tanque (lt)	AR\$/U\$S	Precio del Eurodiesel AR\$	Precio del conjunto de amortiguadores U\$S	Precio Amortiguador AR\$
10,5	100	\$ 1,00	90000	20000	4,0%	75	46,5	46,4	670	31155
km	lts									
100	10,5									
400	42									
REPAGO										
1 AÑO	20000 km									
US\$	83,82									
2 AÑOS	40000 km									
US\$	167,64									
3 AÑOS	60000 km									
US\$	251,46									
Porcentaje de la compra de amortiguadores amortizada por el ahorro en combustible		km recorridos	gasto en U\$S	ahorro en U\$S	km recorridos	gasto en U\$S	ahorro en U\$S	km recorridos	gasto en U\$S	ahorro en U\$S
		400	42,00	1,68	20400	2137,39	85,50	40400	4232,88	169,32
		800	83,82	3,35	20800	2179,30	87,17	40800	4274,79	170,99
		1200	125,73	5,03	21200	2221,21	88,85	41200	4316,70	172,67
		1600	167,64	6,71	21600	2263,12	90,52	41600	4358,61	174,34
		2000	209,55	8,38	22000	2305,03	92,20	42000	4400,52	176,02
		2400	251,46	10,06	22400	2346,94	93,88	42400	4442,43	177,70
		2800	293,37	11,73	22800	2388,85	95,55	42800	4484,34	179,37
		3200	335,28	13,41	23200	2430,76	97,23	43200	4526,25	181,05
		3600	377,19	15,09	23600	2472,67	98,91	43600	4568,15	182,73
4000	419,10	16,76	24000	2514,58	100,58	44000	4610,06	184,40		
4400	461,01	18,44	24400	2556,49	102,26	44400	4651,97	186,08		
4800	502,92	20,12	24800	2598,40	103,94	44800	4693,88	187,76		
5200	544,83	21,79	25200	2640,31	105,61	45200	4735,79	189,43		
5600	586,74	23,47	25600	2682,22	107,29	45600	4777,70	191,11		
6000	628,65	25,15	26000	2724,13	108,97	46000	4819,61	192,78		
6400	670,55	26,82	26400	2766,04	110,64	46400	4861,52	194,46		
6800	712,46	28,50	26800	2807,95	112,32	46800	4903,43	196,14		
7200	754,37	30,17	27200	2849,86	113,99	47200	4945,34	197,81		
7600	796,28	31,85	27600	2891,77	115,67	47600	4987,25	199,49		
8000	838,19	33,53	28000	2933,68	117,35	48000	5029,16	201,17		
8400	880,10	35,20	28400	2975,59	119,02	48400	5071,07	202,84		
8800	922,01	36,88	28800	3017,50	120,70	48800	5112,98	204,52		
9200	963,92	38,56	29200	3059,41	122,38	49200	5154,89	206,20		
9600	1005,83	40,23	29600	3101,32	124,05	49600	5196,80	207,87		
10000	1047,74	41,91	30000	3143,23	125,73	50000	5238,71	209,55		
10400	1089,65	43,59	30400	3185,14	127,41	50400	5280,62	211,22		
10800	1131,56	45,26	30800	3227,05	129,08	50800	5322,53	212,90		
11200	1173,47	46,94	31200	3268,95	130,76	51200	5364,44	214,58		
11600	1215,38	48,62	31600	3310,86	132,43	51600	5406,35	216,25		
12000	1257,29	50,29	32000	3352,77	134,11	52000	5448,26	217,93		
12400	1299,20	51,97	32400	3394,68	135,79	52400	5490,17	219,61		
12800	1341,11	53,64	32800	3436,59	137,46	52800	5532,08	221,28		
13200	1383,02	55,32	33200	3478,50	139,14	53200	5573,99	222,96		
13600	1424,93	57,00	33600	3520,41	140,82	53600	5615,90	224,64		
14000	1466,84	58,67	34000	3562,32	142,49	54000	5657,81	226,31		
14400	1508,75	60,35	34400	3604,23	144,17	54400	5699,72	227,99		
14800	1550,66	62,03	34800	3646,14	145,85	54800	5741,63	229,67		
15200	1592,57	63,70	35200	3688,05	147,52	55200	5783,54	231,34		
15600	1634,48	65,38	35600	3729,96	149,20	55600	5825,45	233,02		
16000	1676,39	67,06	36000	3771,87	150,87	56000	5867,35	234,69		
16400	1718,30	68,73	36400	3813,78	152,55	56400	5909,26	236,37		
16800	1760,21	70,41	36800	3855,69	154,23	56800	5951,17	238,05		
17200	1802,12	72,08	37200	3897,60	155,90	57200	5993,08	239,72		
17600	1844,03	73,76	37600	3939,51	157,58	57600	6034,99	241,40		
18000	1885,94	75,44	38000	3981,42	159,26	58000	6076,90	243,08		
18400	1927,85	77,11	38400	4023,33	160,93	58400	6118,81	244,75		
18800	1969,75	78,79	38800	4065,24	162,61	58800	6160,72	246,43		
19200	2011,66	80,47	39200	4107,15	164,29	59200	6202,63	248,11		
19600	2053,57	82,14	39600	4149,06	165,96	59600	6244,54	249,78		
20000	2095,4839	83,8193548	40000	4190,967742	167,6387097	60000	6286,45	251,46		



Anexo IV

Evolución de los precios combustibles YPF

MES/AÑO	SUPER	PREMIUM	GASOIL	EURO	Aumento del Euro
5/1/2019	\$ 42,01	\$ 48,47	\$ 39,65	\$ 46,40	4,50%
4/1/2019	\$ 40,43	\$ 46,65	\$ 37,94	\$ 44,40	4,89%
3/1/2019	\$ 38,67	\$ 44,62	\$ 36,17	\$ 42,33	2,79%
2/1/2019	\$ 37,62	\$ 43,40	\$ 35,18	\$ 41,18	1,70%
1/1/2019	\$ 36,99	\$ 42,89	\$ 34,59	\$ 40,49	-0,91%
12/1/2018	\$ 37,21	\$ 43,35	\$ 34,84	\$ 40,86	3,00%
11/1/2018	\$ 37,59	\$ 44,01	\$ 33,76	\$ 39,67	3,01%
10/1/2018	\$ 36,76	\$ 43,47	\$ 32,54	\$ 38,51	10,69%
9/1/2018	\$ 33,23	\$ 40,02	\$ 28,89	\$ 34,79	11,54%
8/1/2018	\$ 29,60	\$ 35,65	\$ 25,94	\$ 31,19	7,51%
7/1/2018	\$ 27,83	\$ 33,20	\$ 24,20	\$ 29,01	8,00%
6/1/2018	\$ 26,50	\$ 30,74	\$ 23,05	\$ 26,86	-0,41%
5/1/2018	\$ 25,41	\$ 29,98	\$ 22,70	\$ 26,97	

PROMEDIO DE INFLACION MENSUAL DEL EURO DIESEL	5,77%
AUMENTO ANUAL	72%

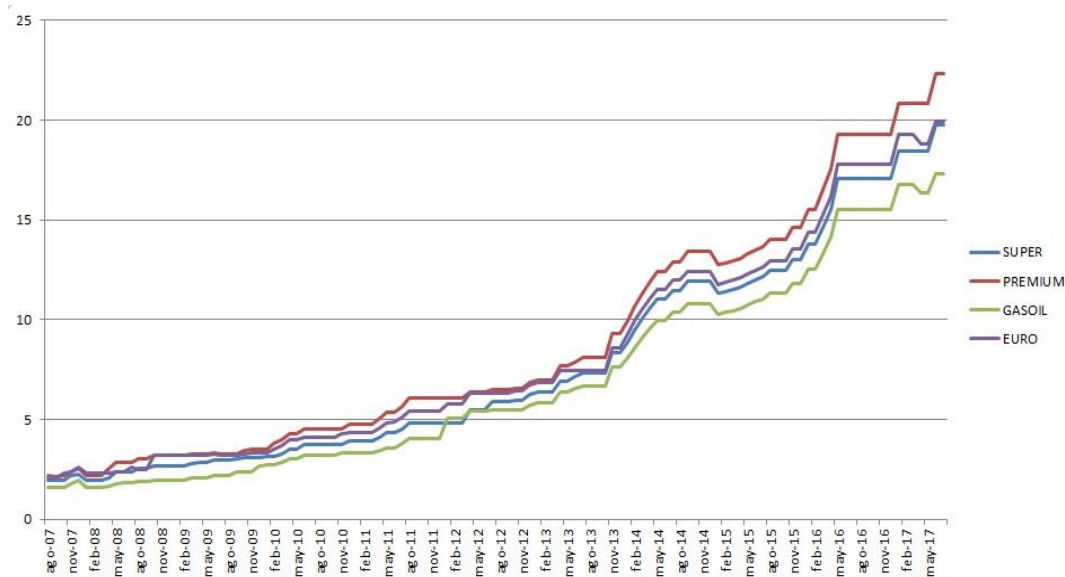


Grafico I: Evolución del precio de los combustibles tomando un margen mayor de tiempo, desde Octubre de 2007 a Mayo de 2017

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**  
**PROYECTO FINAL**

Análisis FODA

*“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”*

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua



## Contenido

1. Objetivo .....	3
2. Parámetros del FODA .....	3
2.1. Fortalezas .....	3
2.2. Oportunidades .....	3
2.3. Debilidades .....	3
2.4. Amenazas .....	3
3. Ponderación .....	3
4. Matriz FODA .....	5
5. Estrategias .....	5
5.1. FO .....	5
5.2. FA .....	5
5.3. DO .....	5
5.4. DA .....	5
6. Conclusión .....	6



## 1. Objetivo

A continuación, se expondrán las Amenazas, Debilidades, Fortalezas y Oportunidades existentes para la producción de un amortiguador regenerativo nuevo en el mercado de autopartes. Estudiando estos aspectos se busca conocer los factores internos y externos que afectan la viabilidad del proyecto.

## 2. Parámetros del FODA

### 2.1. Fortalezas

Son los atributos internos, propios de la empresa. Se especifican los siguientes:

- Operarios capacitados
- Productos con estándares altos de calidad
- Tecnología de fabricación simple
- Producto amortizable en un 75% del total de su valor
- Producto innovador

### 2.2. Oportunidades

Evidencia los factores del ambiente externo de la empresa que pueden resultar en un beneficio para la misma.

- Aumento del combustible
- Crecimiento de las políticas de estado en favor de los proyectos ecológicos
- Aumento de la producción de autos eléctricos e híbridos
- Apertura de nuevos mercados internacionales

### 2.3. Debilidades

Factores desfavorables internos que pueden perjudicar la realización del proyecto.

- Empresa en desarrollo, con estructura pequeña.
- Campo de aplicación limitado a dos modelos momentáneamente
- Falta de experiencia
- Mercado reducido

### 2.4. Amenazas

Factores externos a la empresa que perjudicarían la realización del proyecto.

- Inestabilidad económica a nivel nacional
- Competidores fuertes en el mercado
- Caída del turismo
- Modificación de normas regulativas vigentes

## 3. Ponderación

Se valoró del 1 al 10 cada uno de estos factores mencionados anteriormente, tanto los internos como los externos, con el objetivo de definir el vector representativo del posicionamiento del proyecto.



Tabla 1 Fortalezas

FORTALEZAS	
Operarios capacitados	7
Producto con estándares altos de calidad	7
Tecnología de fabricación simple	8
Producto amortizable en un 75%	9
Producto innovador	7
TOTAL	38

Tabla 2 Oportunidades

OPORTUNIDADES	
Aumento del combustible	9
Crecimiento de las políticas de estado en favor de los proyectos ecológicos	7
Aumento en la producción de autos eléctricos e híbridos	6
Apertura de nuevos mercados	7
TOTAL	29

Tabla 3 Debilidades

DEBILIDADES	
Empresa con estructura pequeña	5
Campo de aplicación limitado a dos modelos momentáneamente	8
Falta de experiencia	7
Mercado reducido	9
TOTAL	29

Tabla 4 Amenazas

AMENZAS	
Inestabilidad económica a nivel nacional	8
Competidores fuertes en el mercado	6
Caída en turismo	6
Modificación de normas regulativas	5
TOTAL	25





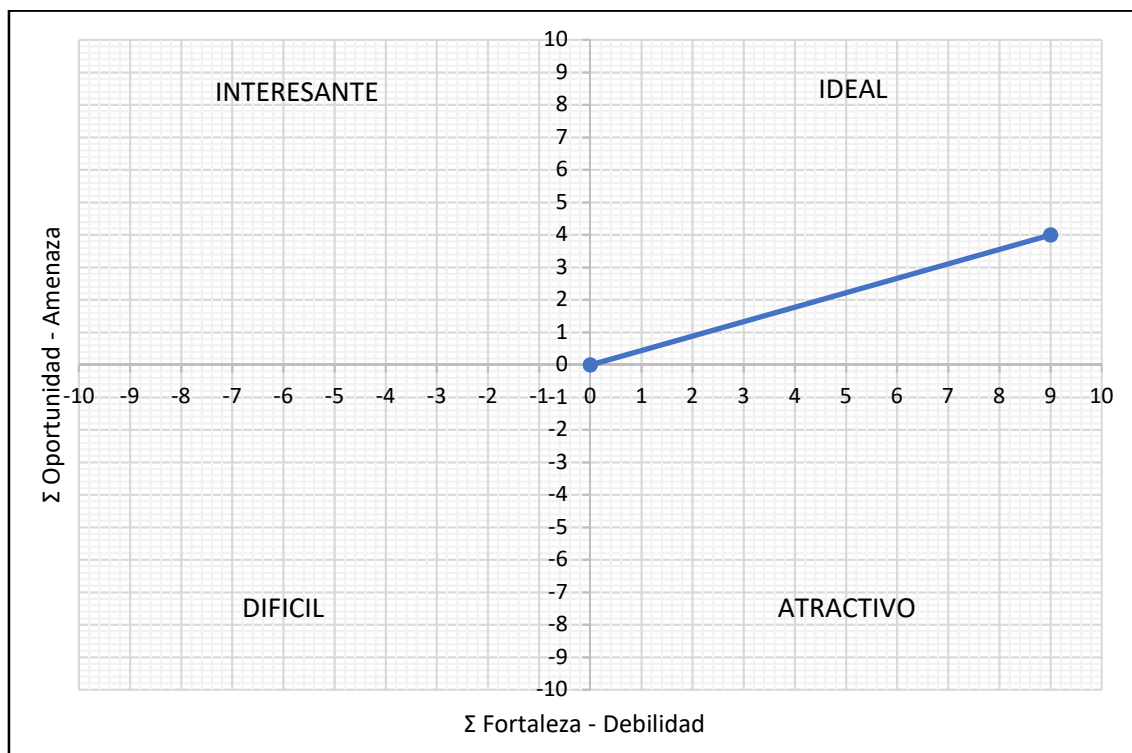
Componentes internas de la matriz

- $X: \Sigma \text{ Fortaleza} - \text{Debilidad} = 9$

Componentes externas de la matriz

- $Y: \Sigma \text{ Oportunidad} - \text{Amenaza} = 4$

#### 4. Matriz FODA



#### 5. Estrategias

Desarrollamos 4 estrategias en base a los factores enumerados en el punto 2.

##### 5.1. FO

Estrategia para utilizar las fortalezas de la empresa para aprovechar oportunidades

##### 5.2. FA

Estrategia de utilización de fortalezas para disminuir amenazas

##### 5.3. DO

Estrategia para disminuir debilidades en función de las oportunidades

##### 5.4. DA

Estrategia de retiro



Tabla 5 Estrategias

	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Disminuir los costos de nuestro producto volviéndolo aún más rentable	Aumentar el mercado desarrollando el mismo producto para otros automóviles
Amenazas	Desarrollar norma regulatoria en base a nuestros estándares en línea con la normativa actual	Disminución en el volumen de producción

## 6. Conclusión

Luego del análisis FODA, podemos observar que nuestro producto tiene un futuro prometedor por la ola ecológica que se está desarrollando tanto actualmente como en el futuro.

Creemos que una vez que logremos una regularidad en nuestra producción podemos desarrollar nuevos productos, ya sea para otros modelos de automóviles modificados a motor home, como así también desarrollarnos como proveedores a terminales de autos eléctricos e híbridos.

Creemos también posible la reducción de costos ya que con el tiempo podemos ir desarrollando proveedores disminuyendo así el costo de la materia prima.

En conclusión, la matriz FODA nos indica que el proyecto es viable. Por lo tanto, se buscará enfocarse en el desarrollo de las fortalezas del proyecto, y trabajar en convertir las amenazas en oportunidades de mejora.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**  
**PROYECTO FINAL**

USO DEL PRODUCTO

*“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”*

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua



## Tabla de contenido

1. Objetivo.....	3
2. Uso pretendido.....	3
2.1. Aspecto visual.....	3
2.2. Medidas.....	3
2.3. Corrosión .....	4
2.4. Vida útil .....	4
2.5. Instalación .....	4
2.6. Parámetros de funcionamiento .....	5
2.7. Ruido .....	5
2.8. Alternador lineal.....	5

## 1. Objetivo

Definir las condiciones específicas de funcionamiento que deberá cumplir el amortiguador regenerativo. Esto incluye parámetros estándar para una correcta amortiguación, del mismo modo que lo haría un amortiguador convencional, y condiciones a cumplir para la recolección necesaria de energía eléctrica a utilizar en los componentes eléctricos de los motorhome.

Definiremos también componentes adaptables o polivalentes para futuras adaptaciones y componentes críticos del producto que condicionan el correcto uso pretendido del producto.

## 2. Uso pretendido

El amortiguador es el enlace final entre la suspensión y la carrocería del vehículo. Es primordial para la seguridad, debido a que al relentizar las vibraciones en el muelle de suspensión reduce el movimiento en la carrocería del vehículo.

Al conducir por un terreno irregular el impacto sufrido por el vehículo es absorbido por la suspensión. Las masas suspendidas (M2: carrocería del vehículo y carga útil) no entran en contacto con las masas no suspendidas (M1: ejes y ruedas) gracias a la suspensión. Los amortiguadores permiten que las vibraciones resultantes del eje y la carrocería disminuyan.

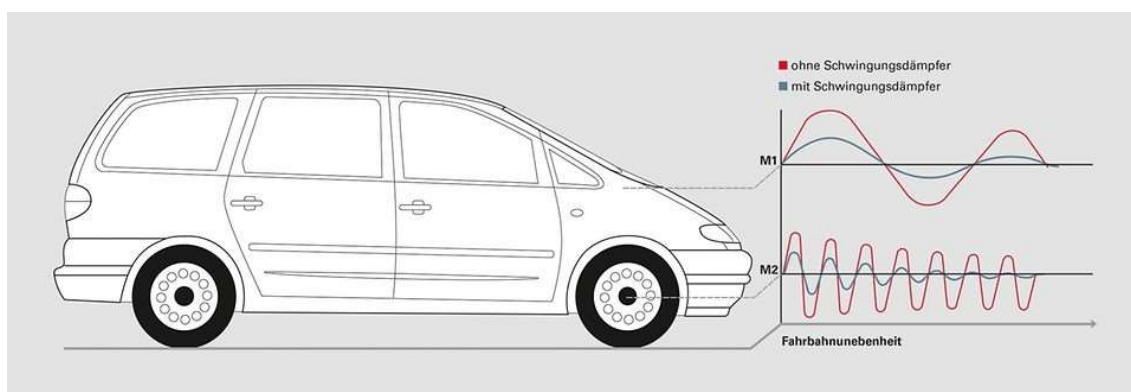


Ilustración 1 Curvas de comportamiento de M1 y M2.

### 2.1. Aspecto visual

Los amortiguadores no deben presentar fallas en los materiales, componentes deteriorados, óxido, golpes o cualquier otro defecto que impida su correcta instalación o afecte su funcionamiento.

### 2.2. Medidas

Los amortiguadores deben cumplir con las medidas establecidas en los planos de diseño. Esto es indispensable para el correcto reemplazo de los amortiguadores de fábrica de la Sprinter. De existir alguna desviación en sus dimensiones, podría impedirse el correcto montaje o que se generara una interferencia con otro componente del vehículo.

Todas las dimensiones del amortiguador, tanto delantero como trasero, se especificarán con sus respectivas tolerancias en la ingeniería de detalle.

La tolerancia para los valores nominales de los largos de los amortiguadores al encontrarse comprimidos y extendidos es de  $\pm 5mm$ .

### 2.3. Corrosión

Los amortiguadores, no deben presentar en la superficie, signos de corrosión que superen el 10% de la superficie total.

La zona de trabajo del vástago de los amortiguadores (determinada por la carrera efectiva), debe tener, como máximo, tres puntos de corrosión.

La zona ensayada del vástago es la comprendida entre 10mm debajo de la base de la espiga superior y 10mm sobre el tope metálico.



*Ilustración 2 Amortiguador corroído*

### 2.4. Vida útil

Los fabricantes recomiendan cambiar los amortiguadores convencionales y estructurales a los 60000 km. Para los vehículos el recambio de estos significa una mejora en las características de maniobrabilidad y comodidad del vehículo.

A diferencia de otros componentes del automóvil, los amortiguadores pueden comprimirse y extenderse varias veces por km en un camino en buen estado, o varios cientos de veces por km en un camino deteriorado o irregular. Lo cual genera que dependiendo el uso, las condiciones climáticas regionales, los hábitos de conducción la carga del vehículo y el estado general de la suspensión hagan que el cambio de los amortiguadores pueda realizarse unos kilómetros antes o después de alcanzar los 60000 km.

### 2.5. Instalación

La instalación debe ser sencilla de forma tal de no interferir con la originalidad del vehículo.

De esta forma aseguramos no alterar los parámetros originales de la instalación eléctrica y no perder la garantía del vehículo. Debe permitir la eventual y sencilla conexión de la batería auxiliar con el alternador, de este modo podremos cargar la batería auxiliar con el motor en caso de necesidad. Así mismo podremos arrancar el vehículo con la batería auxiliar en caso de necesitarla.

Las dimensiones del amortiguador deben ser tal que garanticen los parámetros de funcionamiento estándar del fabricante. Los parámetros cuyas dimensiones son inamovibles son longitud extendido y longitud cerrado. Respecto a otras medidas, se debe respetar dentro de cierto margen el tamaño original de forma tal que no se produzcan interferencias con la carrocería, u otros componentes de la suspensión.

## 2.6. Parámetros de funcionamiento

Respetaremos la curva característica de amortiguación tal como la diseñó el fabricante. Esto lo haremos a través de la realización de mediciones con el amortiguador original las cuales nos permitirán emular exactamente la misma curva característica en nuestro amortiguador regenerativo. En la figura se muestra una curva característica de respuesta de un amortiguador para el tipo de categoría a la que pertenece la sprinter (Large european van).

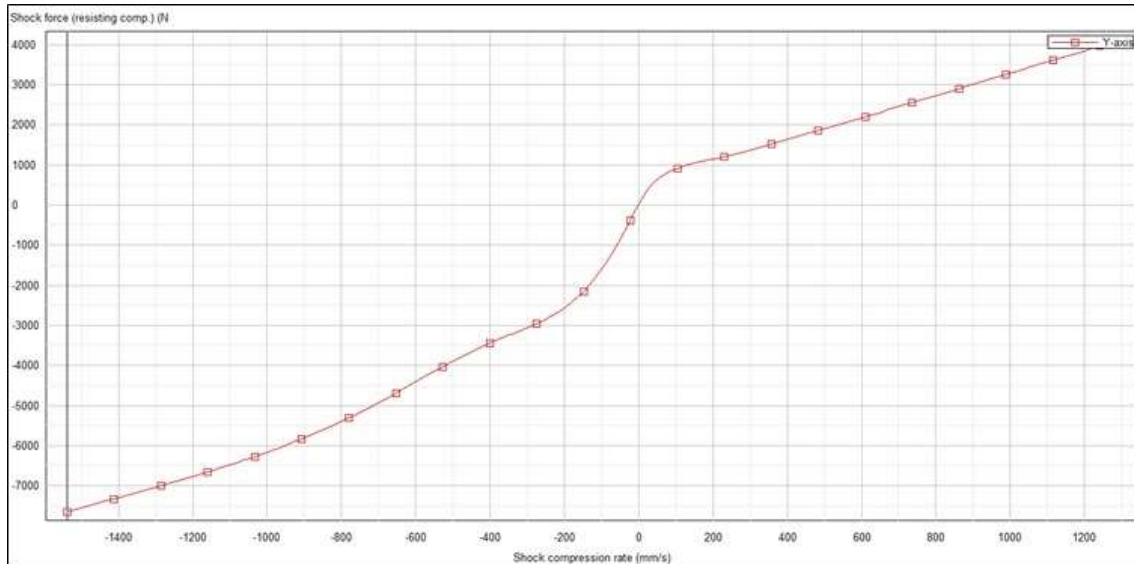


Ilustración 3 Curva de amortiguación

## 2.7. Ruido

Con respecto a las emisiones sonoras del dispositivo, planteamos como parámetro de diseño y posterior validación, que nuestro amortiguador deberá emitir un nivel de ruido menor que el amortiguador convencional en cada situación de carga en la que se ensaya.

## 2.8. Alternador lineal

Si bien, la regeneración va a estar dirigida por el módulo de control en función de cumplir la curva característica de amortiguación, se espera una capacidad de regeneración estimada en 500 watt. Esta potencia regenerada de 500 watt se mide en la máquina cicladora a una velocidad de funcionamiento de 500mm/s a una carga de  $\frac{1}{2}$  de la carrera máxima durante 1000 ciclos.

De cumplir con este valor de regeneración aseguramos el abastecimiento del sistema auxiliar según lo previsto en la factibilidad tecnológica.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**  
**PROYECTO FINAL**

**ANÁLISIS DE RIESGO**

**“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”**

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua





## Tabla de contenido

<b>Análisis de Riesgo .....</b>	<b>3</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>4</b>

ANÁLISIS DE RIESGO - AMORTIGUADOR REGENERATIVO

FUNCIÓN	REQUERIMIENTOS	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO(S) POTENCIAL	ASV	CAUSA(S) POTENCIAL	OCUR	CONTROLES PREVENTIVOS	CONTROLES DE DETECCIÓN	DET	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	RESULTADOS DE LAS ACCIONES				
												ACCIONES TOMADAS Y FECHAS	SEV	OCUR	DET	NPR
Vástago	Guiar los movimientos axiales y soportar los esfuerzos correspondientes	Flexión o deformación en el vástago	Amortiguador atascado	10	Material en mal estado	3	Controles en la colada	Ensayo de flexión	5	150	Intensificar los controles de colada y realizar tratamiento térmico	Nuevo esquema de control	10	3	3	90
					Bujes en mal estado	2	Especificaciones del fabricante	Ensayo de flexión	2	40						
		Rotura en el extremo roscado	Perdida de amortiguacion en el vehículo	7	Fatiga en el material o tensiones excesivas	5	Verificación de resistencia con CAD	Ensayo de tracción	5	175	Sobredimensionar sujeción	Rediseño	10	1	5	50
		Rotura en el extremo soldado a la fijación	Perdida de sustentación en el vehículo	10	Falla en la soldadura	5	Verificar maquinaria y proceso realizado	Control por lote	4	200	Capacitar a los operarios. Mantener en condiciones adecuadas los equipos de soldadura.	Capacitaciones	10	2	4	80
		Medidas fuera de especificación	Imposibilidad de montaje	8	Medidas fuera de especificación	3	Medición de cotas críticas finalizado el mecanizado	Control por lote	3	72						
Tubo exterior	Genera la interacción entre lo bujes y el vástago permitiendo movimientos axiales. Contiene a los demas elementos del sistema .	Rotura en el extremo soldado a la fijación	Perdida de sustentación en el vehículo	10	Falla en la soldadura	4	Verificar maquinaria y proceso	Control por lote	5	200	Capacitar a los operarios. Mantener en condiciones adecuadas los equipos de soldadura.	Capacitaciones	10	2	3	60
	Aislación del sistema	Corrosión	Pérdidas de aislación y aspecto fuera de estandar	7	Falla en el material	3	Verificar material	Control por lote	5	105						
		Fisuras del material	Pérdida de aislación	5	Falla en el material	2	Verificar material	Pruebas estanquiedad	1	10						
Conjunto superior	Soporta esfuerzos axiales ademas de aportar rigidez al amortiguador	Rotura en los componentes soldados y soporte de buje	Pérdida de sustentación en el vehículo	10	Falla en la soldadura	3	Verificar maquinaria y proceso realizado	Ensayo de funcionamiento	2	60						
Fijación de carrera	Fijar los imanes al vástago y soportar efectos axiales	Rotura en la unión	Imanes fuera de su posicion original	8	Falla en la soldadura	5	Verificar maquinaria y proceso	Ensayo de funcionamiento	4	160	Capacitar a los operarios. Mantener en condiciones adecuadas los equipos de soldadura.	Capacitaciones	10	2	4	80
Retén	No entre suciedad al sistema	Degradación del elemento	Aumenta el desgaste	5	Falla material	3	Pedir certificación del producto	Ensayo de funcionamiento	2	30						
Imanes	Provee del campo magnético tanto para la amortiguación como para la recuperación de energía	No tengan la capacidad magnética requerida	Amortiguación incompleta y regeneración de energía insuficiente	7	Falla material	3	Ensayo de funcionamiento del imán	Control por lote	5	105						
Fijación Inferior	Soporta esfuerzos axiales ademas de aportar rigidez al amortiguador	Rotura en los componentes soldados y soporte de buje	Perdida de sustentación en el vehículo	10	Falla soldadura	3	Verificar maquinaria y proceso	Ensayo de funcionamiento	2	60						
Tapon superior	Funciona de tope y aísla el sistema del exterior	Falla en el componente o un a longitud de rosca insuficiente.	Perdida de sustentación en el vehículo	10	Falla en la rosca	2	Verificar maquinaria y proceso	Control por lote	5	100						
Tapa inferior	Funciona de tope y aísla el sistema del exterior	Falla componente o soldadura	Pérdida de sustentación en el vehículo	10	Falla soldadura	2	Verificar máquina y proceso	Control por lote	5	100						
Pistón de Grilón	Guía al vástago dentro del amortiguador	Descentre la carrera del amortiguador	Amortiguador atascado	10	Medidas fuera de especificación	2	Verificar medidas	Control por lote	2	40						
Unidad de Bobinado	Conduce corriente y genera fuerza electro motriz	Deje de conducir corriente	Falla en la carga de batería y pérdida en la amortiguación	7	Falla en el material	2	Verificar material	Control por lote	2	28						
					Error en montaje	4	Verificar maquinaria y proceso	Ensayo de funcionamiento	2	56						
Placa	Regula comportamiento sistema	No se adecua a la curva de funcionamiento	No se puede homologar	10	Error de diseño	4	Verificar diseño	Ensayo de funcionamiento	4	160	Rediseñar placa aumentando confiabilidad	Rediseño	10	2	4	80
	Controla la corriente que fluye por las bobinas	Deje de regular la corriente	Falla del sistema	10	Error de diseño	2	Ensayo de funcionamiento	Control por lote	4	80						
					Falla soldadura	3	Verificar máquina y proceso	Control por lote	3	90						
Anclaje *	Funciona como anclaje a la parilla	Falla material	Perdida de la sustencion en el vehiculo	10	Tensiones excesivas	3	Verificar máquina y proceso	Ensayo de funcionamiento	2	60						
					Falla soldadura	3	Verificar máquina y proceso	Control por lote	2	60						
		Bujes con deformación permanente mayor a 1mm	No se puede homologar	10	Falla en el material	3	Verificar material	Control por lote	2	60						
Camisa de plástico *	Aislación del sistema	Fisuras en el material	Perdida en la amortiguacion	7	Falla en el material	2	Verificar material	Control por lote	1	14						
					Falla en el material	2	Verificar material	Control por lote	1	14						
Tubo para cableado	Contiene los cables del bobinado	Fisuras en el material	Exposición de cables	3	Falla en el material	2	Verificar material	Control por lote	1	6						
Apoyo de bronce	Funciona de tope y guía al vástago	Desprendimiento de la unión	Amortiguador atascado	10	Falla soldadura	4	Verficar proceso	Control por lote	2	80						
Amortiguador	Durabilidad	Falla antes de 120000 km	No se puede homologar	10	Error de diseño	2	Verificar diseño	Ensayo de funcionamiento	5	100						
	Resistencia a la tracción	Desprendimiento de uniones	No se puede homologar	10	Falla soldadura	4	Verificar maquina y proceso	Ensayo de funcionamiento	2	80						

\*Componentes pertenecientes unicamente al amortiguador trasero



## 2. Conclusión

Luego de realizar el Análisis de Modos de Falla y sus Efectos del amortiguador regenerativo creemos necesaria la contratación de un soldador certificado ya que la mitad de nuestros procesos críticos están ligados a una correcta soldadura. De esta forma nos estaríamos asegurando una soldadura de calidad y disminuiríamos ampliamente los efectos negativos que tendría una mala soldadura en nuestro producto.

Es importante también el correcto diseño de los componentes partícipes de nuestro amortiguador. Para esto, no solo se van a verificar por medio de softwares de diseño, sino que también, son importantes los ensayos para asegurar su correcto funcionamiento respectivamente.

Cabe destacar que debemos prestar una especial atención a la placa electrónica ya que en función al correcto diseño de la misma se podrá homologar el amortiguador.

Por último pero no menos importante, es necesario verificar la calidad del material utilizado para hacer el vástago ya que es un elemento clave de nuestro sistema y si el material no es el correcto podría sufrir deformaciones.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**  
**PROYECTO FINAL**

Cálculo y selección de componentes

*“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”*

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua



## Contenido

1.	Dimensionamiento Imanes/Bobinado .....	3
2.	Dimensionamiento del Vástago .....	6
2.1.	Amortiguador Delantero .....	6
2.1.1.	Dimensionamiento por carga Axil .....	6
2.1.2.	Dimensionamiento a la flexión. ....	9
2.2.	Amortiguador trasero .....	10
3.	Requerimientos de los componentes electrónicos. ....	13
4.	Dimensionamiento Anclaje .....	12
4.1.	Amortiguador Delantero .....	12
4.2.	Amortiguador Trasero .....	12
5.	Dimensionamiento Tubo Exterior .....	13
5.1.	Amortiguador Delantero .....	13
5.2.	Amortiguador Trasero .....	15
6.	Tapa amortiguador trasero .....	14

## 1. Dimensionamiento Imanes/Bobinado

Para el dimensionamiento geométrico del conjunto rotor/estator, tomamos como base varios trabajos científicos realizados por investigadores de distintas universidades. En dichos trabajos, se analizan las variables geométricas involucradas en el dimensionamiento, así como los valores característicos del campo magnético.

Como criterio de diseño, se toma la curva de amortiguación de Fuerza vs Velocidad. Esta curva se obtiene mediante el programa de simulación Carsim.

Carsim es un software de simulación de automóviles con 20 años de desarrollo y validaciones, es una de las herramientas mejor ponderadas para el análisis dinámico de vehículos.

Seleccionando en el programa el Dataset para la Mercedes Benz Sprinter (Large European Van), y modificando los valores precargados para adaptarlos con las dimensiones y las características de la Sprinter 515 obtuvimos la siguiente curva de amortiguación para los dos amortiguadores, tanto trasero como delantero.

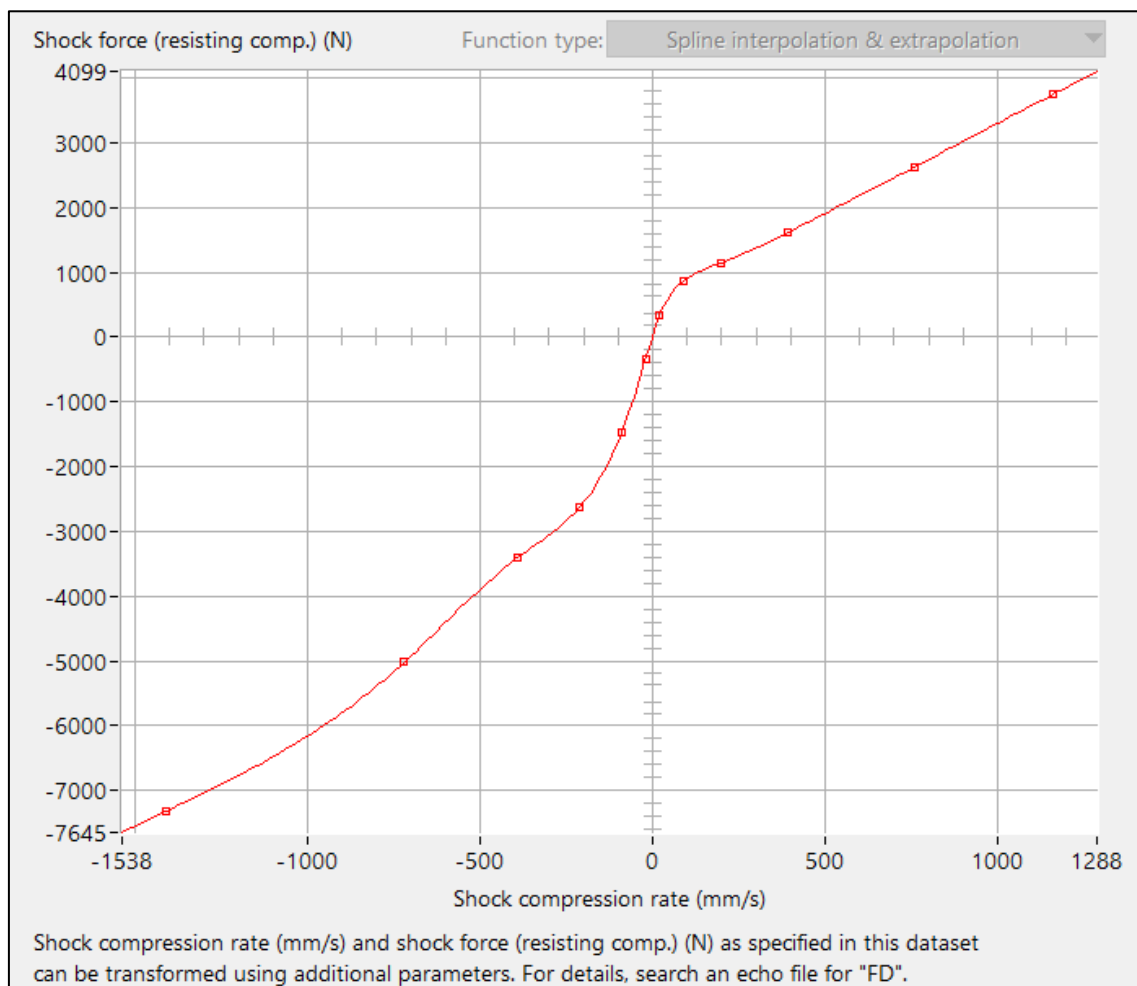


Ilustración 1 Fuerza del amortiguador (resistencia a la compresión) Vs Carrera de compresión del amortiguador.

En el apéndice I, se muestran distintos ensayos realizados con el Carsim, variando las condiciones de manejo y las pistas de prueba, como también los obstáculos y esfuerzos a los que está sometida la Sprinter y los amortiguadores.



Para verificar que la constante de amortiguamiento, tanto en el amortiguador delantero como en el trasero, son iguales, contrastamos la información obtenida en el Carsim con un estudio del departamento de ingeniería mecánica de Michigan.

En este estudio, donde se ensayan pares de amortiguadores delanteros y traseros, se llega a la conclusión de que la constante de amortiguamiento es la misma para los amortiguadores tanto delanteros como los traseros.

Shock Absorber	Excitation	RMS Disp., mm	RMS Force, N	Stiffness K, N/mm	Damping c, Ns/mm
Front	Rough Road	0.025	1.30	32.73	0.170
Front	Smooth Road	0.013	0.91	35.19	0.231
Rear	Rough Road	0.031	1.64	24.16	0.200
Rear	Smooth Road	0.019	1.15	25.42	0.231

Ilustración 2 Rigidez equivalente (K) y Amortiguación (c) para cada caso testeado: Rango de frecuencia 25-300 Hz

Una vez obtenida curva de Amortiguamiento, realizaremos el dimensionamiento en función de una carga máxima de  $P = 7645\text{N}$ .

Podemos entonces conocer ahora, la potencia absorbida por el amortiguador en función de la velocidad del mismo.

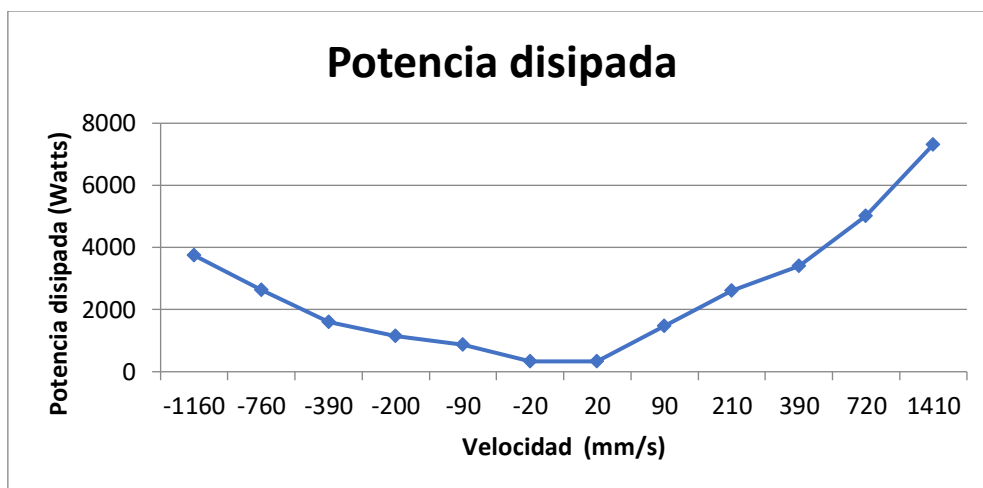


Ilustración 3 Potencia disipada por el amortiguador.

Tomamos como criterio de diseño la velocidad máxima de diseño será  $v = 1\text{m/s}$ , en función de los ensayos realizados expuestos en el Apéndice I, y la bibliografía consultada. De acuerdo con esto, Identificamos la potencia máxima como  $6,1\text{kW}$ . Con este valor procedemos a verificar los componentes eléctricos.

Por especificación del fabricante del alambre de cobre, se busca una densidad de corriente aproximada de  $13.25\text{ ampere por mm}^2$ .

La fuerza electromotriz inducida de diseño fue de  $60\text{v}$  en función de los ensayos previamente mencionados.

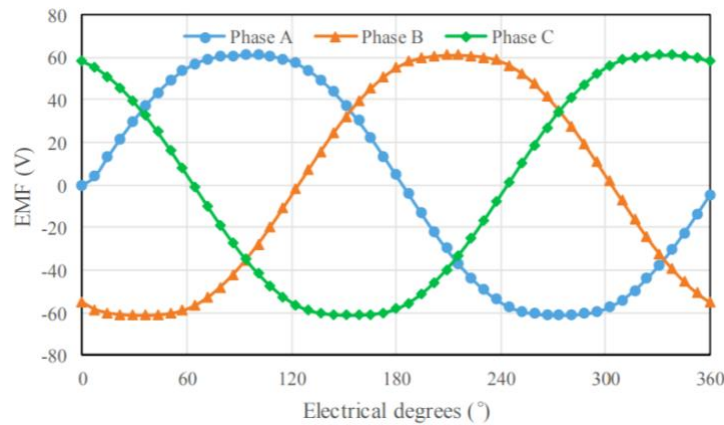


Ilustración 4

El alambre seleccionado para el bobinado es un alambre de cobre esmaltado de la marca AC Argentina Diterm180 diámetro 1.2mm, logrando así un área de 1.131mm<sup>2</sup>. Debido a la limitación de diseño impuesta de 13.25A/mm<sup>2</sup>, la corriente máxima por nuestras bobinas será de 13.25A/mm<sup>2</sup> \* 1.131mm<sup>2</sup> = 15A.

La cantidad de elementos generando al mismo tiempo es de 7 bobinas, por lo tanto, la potencia generada será de 7\*15\*60=6300W.

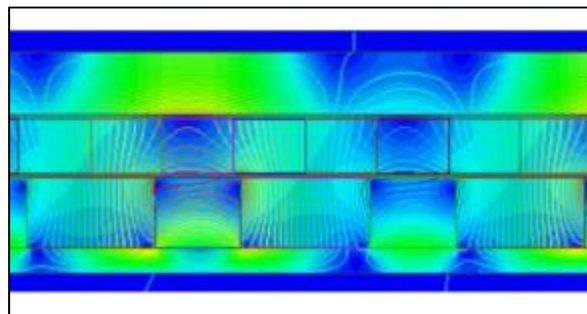


Ilustración 5 Representación del comportamiento de los campos magnéticos con la disposición de bobinas-ímanes elegida.

En la figura 5, se observa esquemáticamente cómo se comporta el campo magnético. En cualquier posición que se encuentre el conjunto de imanes de la carrera del amortiguador, siempre existirá un conjunto de 7 unidades de bobinado generando la potencia necesaria requerida para la amortiguación.

Podemos afirmar que la potencia generada supera a la potencia necesaria de disipación en el amortiguador original, por lo cual, electrónicamente puede ajustarse la generación, respetando así la curva de amortiguación original del vehículo.

Según distintos ensayos consultados, se toma como criterio de diseño la disposición mostrada en la Ilustración 5, donde el ancho del conjunto Imán saliente-entrante, equivale a la longitud de 3 unidades de bobinado.

Se adopta como gap conveniente entre los imanes y el bobinado una distancia de 0,5mm.



## 2. Dimensionamiento del Vástago

### 2.1. Amortiguador Delantero

#### 2.1.1. Dimensionamiento por carga Axil

El material utilizado para el vástago será SAE 1045, el mismo utilizado por Corven en sus repuestos de Amortiguadores para el modelo de Sprinter que nos interesa.

Del tipo de material obtenemos los siguientes parámetros:

- Límite de Rotura:  $\sigma_R = 8500 \text{ kg/cm}^2$
- Límite de fluencia:  $\sigma_F = 6400 \text{ kg/cm}^2$
- Dureza Brinell: HB = 248

Ahora procederemos a dimensionar por fatiga según el criterio de Wholer. Adoptamos este criterio ya que es el más desfavorable para una pieza sometida a cargas axiales repetidas.

Para la carga  $P_{\max}=P_{\min}$  se toma el valor obtenido de la curva de amortiguamiento, 7645 N.

El coeficiente  $k_\sigma$  para determinar el límite de fatiga  $\sigma_W$ , lo adoptamos para tracción/compresión para aceros laminados con  $\sigma_R < 140 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  o  $< 400 \text{ HB}$ .  $k_\sigma=0.425$ .

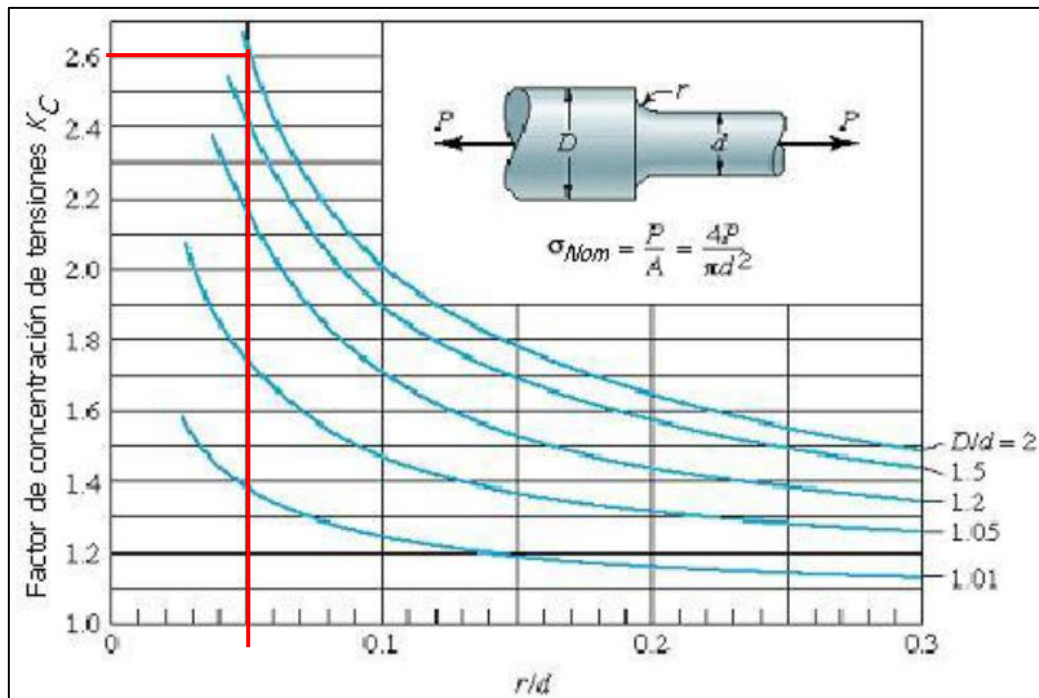
Para el coeficiente de seguridad tomamos un  $N_s=2$  con un nivel de exigencia de servicio seguro para aceros y materiales dúctiles contra fluencia.

El coeficiente de acabado superficial para el vástago pulido será  $K_a=1$ .

Debido a la geometría del vástago, tenemos un cambio de sección como se puede observar en la figura 6.



Ilustración 6 Amortiguador delantero Mercedes Benz Sprinter 515



Por lo tanto, deberemos obtener un coeficiente de concentración de tensiones “Kc”.

Este lo obtenemos utilizando como referencia, para una primera aproximación, las medidas del vástago de los amortiguadores originales de la Sprinter.

- D=28mm
- d=16mm
- D/d=1.75
- r/d=0.05

Finalmente, Kc=2.6. Esto nos da un Kf=2.38 según el Kc obtenido y una dureza HB>200 para aceros.

El coeficiente del tipo de sollicitación kw=1.25 para tracción-compresión.

El coeficiente de confianza Kc=1.33 eligiéndolo para una confianza de 99.99% de supervivencia.

El coeficiente de masa Km para tracción/compresión y un diámetro entre 7.62 y 50 mm es de 1 y el de temperatura KT para una temperatura ambiente de 23°C menora a 70°C es también igual a 1.

En resumen:

- Ns = 2
- Ka = 1
- Kf = 2.38
- Kw = 1.25
- Kc = 1.33
- Km = 1
- KT = 1



Ahora con los datos definidos anteriormente, obtenemos el Límite de fatiga probeta pulida

$$\sigma W = k\sigma \times \sigma R = 0.425 \times 8500 \frac{kg}{cm^2} = 3612.5 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_w = \frac{\sigma W}{N_s K_a K_f K_w K_c K_m K_T} = \frac{3612.5 \frac{kg}{cm^2}}{2.1.2,38.1,25.1,33.1.1} = 456.5 \frac{kg}{cm^2}$$

Finalmente utilizando el criterio de Wohler mencionado anteriormente, nos da un área final de:

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{A_{min}}$$

$$A_{min} = \frac{P_{max}}{\sigma_w} = \frac{780 \text{ kg}}{456.5 \frac{kg}{cm^2}} = 1.7 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \pi \cdot r^2$$

$$\sqrt{\frac{A_{min}}{\pi}} = r$$

$$r = \sqrt{\frac{1.7 \text{ cm}^2}{\pi}} = 0.74 \text{ cm} = 7.35 \text{ mm para la sección mas comprometida.}$$

Esto nos da un diámetro de la sección más comprometida de 14.71 mm

Y como sabemos que:  $\frac{D}{d} = 1.75$  entonces  $D = 1.75 \times d = 1.75 \times 14.71 \text{ mm} = 25.74 \text{ mm}$

Finalmente, se elige por catálogo un diámetro comercial de 28mm de modo que:

$$\emptyset_{seleccionado} > \emptyset_{calculado}$$

De esta forma, verificamos que el diámetro elegido asegura que el vástago soportará los esfuerzos máximos axiales a los que podría estar sometido.

### 2.1.2. Dimensionamiento a la flexión.



Ilustración 8 Diagrama de esfuerzos suspensión delantera.

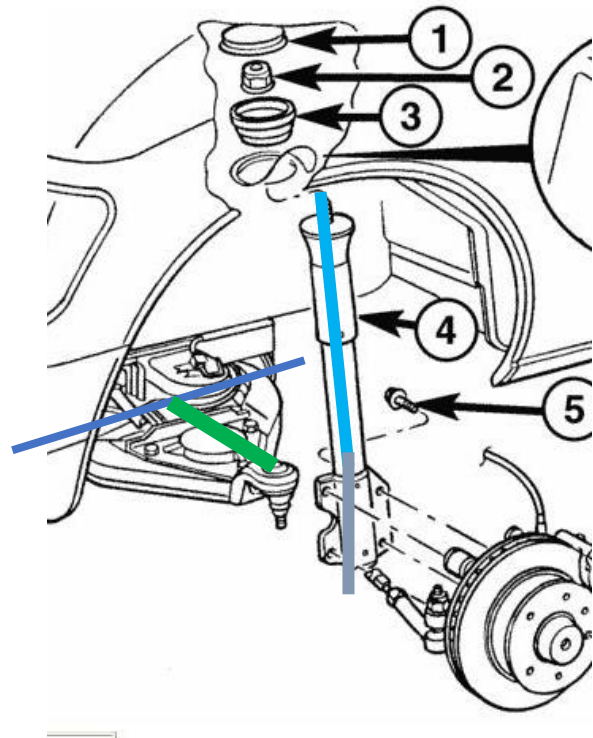


Ilustración 7 Diagrama simplificado suspensión delantera.

En el gráfico 7 se muestra la peor situación. Donde el amortiguador se encuentra en la situación que genera más flexión (parrilla paralela al suelo) y con la mayor carga posible (7645N en el amortiguador).

El momento generado es de 1.2kNm. Procedemos a verificar que la tensión generada no supere la admisible, con un coeficiente de seguridad de 1,4.

$$\frac{M_f}{\frac{I_p}{r}} \leq \sigma_{adm}$$

$$\frac{1200nm}{\frac{1}{4}\pi * r^4}{r} \leq 600MPa$$

$$\frac{1200nm}{6000000000 \frac{n}{m^2}} * \frac{4}{\pi} \leq r^3$$

$$\sqrt[3]{2,54648 \times 10^{-6}} \leq r$$

$$\phi = 27mm$$

Concluimos que el diámetro del vástago deberá ser de 27mm o superior. Si bien el diámetro menor del amortiguador es de 16mm (ver ilustración 6), puede observarse en el gráfico de arriba que dicha situación se da solamente cerca del montaje superior, por lo que no hay

momento en dicha zona. La medida adoptada para el vástago de 28mm verifica a la solicitación por flexión.

### 2.1.3 Dimensionamiento por pandeo

El material utilizado para el vástago será SAE 1045, el mismo utilizado por Corven en sus repuestos de Amortiguadores para el modelo de Sprinter que nos interesa.

Teniendo en cuenta la ecuación de Euler para pandeo se plantea evaluar que la Fuerza crítica de pandeo ( $F_p$ ) dada por el material y las dimensiones del vástago no sea superada por la fuerza máxima a la que es sometido el amortiguador, dicha fuerza es de 7645N.



Ilustración 9 Vástago amortiguador delantero.

Consideraciones:  $E = 210000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$        $r = 14\text{mm}$        $L = 120,85\text{mm}$

$\alpha = 0,5$  (Coef. de sustentacion)       $I = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (r^4)$        $L_p = L \cdot \alpha$

$$F_p = \frac{\pi \cdot E \cdot I}{L_p^2} \quad 7645\text{N} < \frac{\pi \cdot 210000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,014\text{m})^4)}{(0,120\text{m} \cdot 0,5)^2}$$

$$7645 < 552928\text{N}$$

Teniendo en cuenta los valores dados por la ecuación de Euler concluimos que las dimensiones del vástago son aptas para soportar pandeo.

### 1.1. Amortiguador trasero

Para dimensionar el amortiguador trasero a la tracción/compresión, utilizaremos el mismo criterio que para el delantero.

El material también será SAE 1045, y a partir de allí obtenemos los siguientes parámetros:

- Límite de Rotura:  $\sigma_R = 8500 \text{ kg/cm}^2$
- Límite de fluencia:  $\sigma_F = 6400 \text{ kg/cm}^2$
- Dureza Brinell: HB = 248

Debido a la soldadura eléctrica del vástago con el anclaje superior, debemos introducir un coeficiente de soldadura. Para una soldadura a tope o con cubrejuntas, se toma un  $K_s=1.2$ .



*Ilustración 10 Proceso de soldadura del conjunto vástago-anclaje.*



*Ilustración 11 Vástago soldado al anclaje.*

Al no tener un cambio de sección, el  $K_t=1$ , y el  $K_f=1$ .

El resto de los coeficientes no varía en comparación con el amortiguador delantero. Quedando en resumen:

- $N_s = 2$
- $K_a = 1$
- $K_f = 1$
- $K_w = 1,25$
- $K_c = 1,33$
- $K_m = 1$
- $K_T = 1$
- $K_s = 1,2$
- $K_\sigma = 0,425$

$$\sigma W = k\sigma \times \sigma R = 0.425 \times 8500 \frac{kg}{cm^2} = 3612.5 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma W = \frac{\sigma W}{N_s K_a K_f K_w K_s K_c K_m K_T} = \frac{3612.5 \frac{kg}{cm^2}}{2.1.1.1.25.1.2.1.33.1.1} = 905.39 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma W = \frac{P_{max}}{A_{min}}$$

$$A_{min} = \frac{P_{max}}{\sigma W} = \frac{780 \text{ kg}}{905.39 \frac{kg}{cm^2}} = 0.86 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \pi \cdot r^2$$

$$\sqrt{\frac{A_{min}}{\pi}} = r$$

$$r = 0.5236 \text{ cm} = 5.23 \text{ mm}$$

$$\phi_{min} = 10.47 \text{ mm}$$

Adoptamos un Diámetro de barra de hierro redondo por catálogo de 14mm de manera que  $\phi_{seleccionado} > \phi_{min}$

#### Dimensionamiento por pandeo

El material utilizado para el vástago será SAE 1045, el mismo utilizado por Corven en sus repuestos de Amortiguadores para el modelo de Sprinter que nos interesa.

Teniendo en cuenta la ecuación de Euler para pandeo se planea evaluar que la Fuerza crítica de pandeo ( $F_p$ ) dada por el material y las dimensiones del vástago no sea superada por la fuerza máxima a la que es sometido el amortiguador, dicha fuerza es de 7645N.

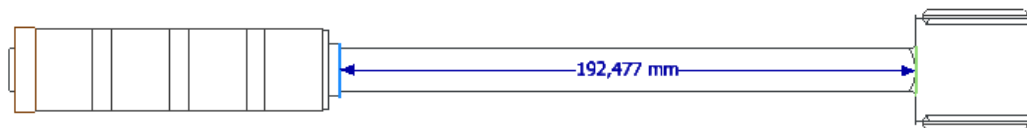


Ilustración 12 Vástago amortiguador trasero.

Consideraciones:  $E = 210000 \frac{kg}{cm^2}$   $r = 7 \text{ mm}$   $L = 192,5 \text{ mm}$

$\alpha = 0,5$  (Coef. de sustentacion)  $I = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (r^4)$   $L_p = L \cdot \alpha$

$$F_p = \frac{\pi \cdot E \cdot I}{L_p^2} \quad 7645 \text{ N} < \frac{\pi \cdot 210000 \frac{kg}{cm^2} \cdot (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,007 \text{ m})^4)}{(0,1925 \text{ m} \cdot 0,5)^2}$$

$$7645 < 13429 \text{ N}$$

Teniendo en cuenta los valores dados por la ecuación de Euler concluimos que las dimensiones del vástago son aptas para soportar pandeo.



## 2. Requerimientos de los componentes electrónicos.

El diseño de la placa se realizará de forma externa. Sin embargo, a continuación, se detallan los criterios de diseño que deben respetarse.

Placa interna (una por amortiguador): debe tener todos los diodos rectificadores. Los diodos deben poder soportar las corrientes transitorias de 100 ampere durante periodos de 100uS, y una corriente media de 15A. La placa debe contar con islas de cobre protegidas claramente identificadas donde se soldarán los alambres de diámetro 1.2mm (28 en el delantero y 32 en el trasero). Contará con 2 terminales de salida (uno positivo y uno negativo), donde se soldarán los cables de salida del amortiguador.

Placa controladora: el controlador de los amortiguadores (de aquí en adelante SCU por Suspensión Control Unit) es la encargada de manejar las corrientes producidas por los amortiguadores, así como de regular el voltaje y corriente de carga.

Contará con una interfaz (a definir) para comunicarse a través de protocolo CAN con otros dispositivos. Esta función se encontrará inutilizada en el primer diseño, sin embargo, el firmware de la unidad de control SCU debe estar preparado para que las configuraciones sean alteradas a través de este protocolo de comunicación, ya que de esta forma será posible modificar las propiedades del amortiguador en tiempo real, permitiendo así el “control de chasis adaptativo”, una función de confort y performance cada vez más común en los autos comerciales.

La unidad de control SCU gestionará las corrientes en función de la configuración, para que las corrientes de carga a la batería no superen las máximas estipuladas por el fabricante de la misma, al igual que el voltaje.

Debe poder contar también con una forma de disipar energía internamente, para que, en caso de encontrarse la batería cargada a su máxima capacidad, no se pierdan las funciones de amortiguación del sistema.

Debe contar con un dispositivo de almacenamiento interno de energía para absorber las variaciones rápidas de tensión, por lo que se utilizará un banco de capacitores de baja resistencia interna.

Tanto los conectores como el housing de la SCU deben ser estancos y contar con certificación IP67 contra el agua y el polvo.

## 3. Dimensionamiento Tubo Exterior

### 3.1. Amortiguador Delantero

Dimensionaremos el tubo a fatiga con una carga máxima de  $P = 7645 \text{ N}$ . El material del tubo será SAE 1045.

Para el dimensionamiento necesitaremos los siguientes coeficientes:

- Límite de Rotura:  $\sigma_R = 8500 \text{ kg/cm}^2$
- Límite de fluencia:  $\sigma_F = 6400 \text{ kg/cm}^2$
- Dureza Brinell:  $HB = 248$
- $N_s = 2$
- $K_a = 1,94$  Laminado para un:  $\sigma_R = 8500 \text{ kg/cm}^2$
- $K_f = 1$



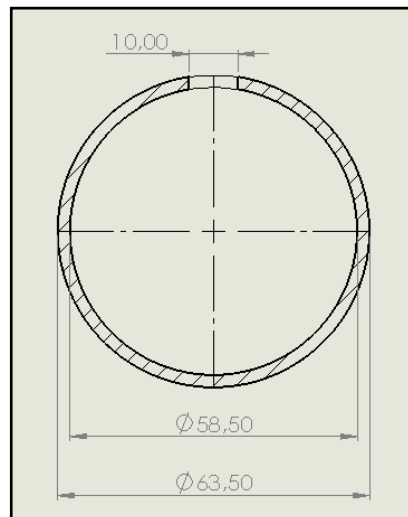
- $K_w = 1,25$
- $K_c = 1,33$
- $K_m = 1$
- $K_T = 1$
- $K_s = 1,2$
- $K_\sigma = 0,425$

$$\sigma_W = k_\sigma \times \sigma_R = 0,425 \times 8500 \frac{kg}{cm^2} = 3612,5 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_w = \frac{\sigma_W}{N_s K_a K_f K_w K_s K_c K_m K_T} = \frac{3612,5 \frac{kg}{cm^2}}{2,1,94,1,1,25,1,2,1,33,1,1} = 467 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{A_{min}}$$

$$A_{min} = \frac{P_{max}}{\sigma_w} = \frac{780 \text{ kg}}{467 \frac{kg}{cm^2}} = 1,67 \text{ cm}^2$$



*Ilustración 13 Corte transversal del tubo exterior donde se observa la sección para el paso del cableado del bobinado.*

Para el diseño del tubo exterior adoptamos un tubo de  $\varnothing = 63,50 \text{ mm}$  (medida comercial de 1 2 ½ "), de espesor 2.5mm.

El tubo exterior con la disposición mostrada en la figura 13 posee un área de  $A = 479 \text{ mm}^2$ . De esta forma finalmente nos verifica ya que:

$$A_{\text{tubo exterior}} > A_{min}$$

### 3.2. Amortiguador Trasero

Dimensionaremos el tubo a fatiga con una carga máxima de  $P = 7645 \text{ N}$ . El material del tubo será SAE 1045.

Para el dimensionamiento necesitaremos los siguientes coeficientes:

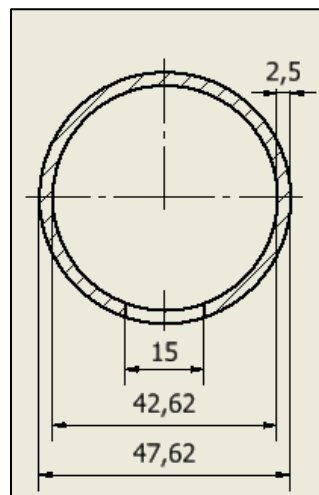
- Límite de Rotura:  $\sigma_R = 8500 \text{ kg/cm}^2$
- Límite de fluencia:  $\sigma_F = 6400 \text{ kg/cm}^2$
- Dureza Brinell:  $HB = 248$
- $N_s = 2$
- $K_a = 1,94$  Laminado para un:  $\sigma_R = 8500 \text{ kg/cm}^2$
- $K_f = 1$
- $K_w = 1,25$
- $K_c = 1,33$
- $K_m = 1$
- $K_T = 1$
- $K_s = 1,2$
- $K_\sigma = 0,425$

$$\sigma_W = k_\sigma \times \sigma_R = 0,425 \times 8500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 3612,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_w = \frac{\sigma_W}{N_s K_a K_f K_w K_s K_c K_m K_T} = \frac{3612,5 \text{ kg/cm}^2}{2,1,94,1,1,25,1,2,1,33,1,1} = 467 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{A_{\min}}$$

$$A_{\min} = \frac{P_{\max}}{\sigma_w} = \frac{780 \text{ kg}}{467 \text{ kg/cm}^2} = 1,67 \text{ cm}^2$$



*Ilustración 14 Corte transversal del tubo exterior donde se observa la sección para el paso del cableado del bobinado.*

Para el diseño del tubo exterior adoptamos un tubo de  $\phi = 47,62 \text{ mm}$  (medida comercial de 1 7/8"), de espesor 2,5mm.



El tubo exterior con la disposición mostrada en la figura 11 posee un área de  $A = 316.142$  mm<sup>2</sup>. De esta forma finalmente nos verifica ya que:

$$A_{\text{tubo exterior}} > A_{\text{min}}$$

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



**FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO**  
**PROYECTO FINAL**

**PLAN DE VALIDACIÓN**

**“AMORTIGUADOR REGENERATIVO”**

**GRUPO N°3**

**INTEGRANTES:**

- Chej, Lucas
- Mazzara, Mauro
- Orellano, Gerónimo
- Ramos, Mariano

**PROFESORES:**

- Ing. Juan Fructuoso
- Ing. Leandro Brandi
- Ing. Horacio Mirassou
- Ing. Pablo Bevilaqua



## Índice

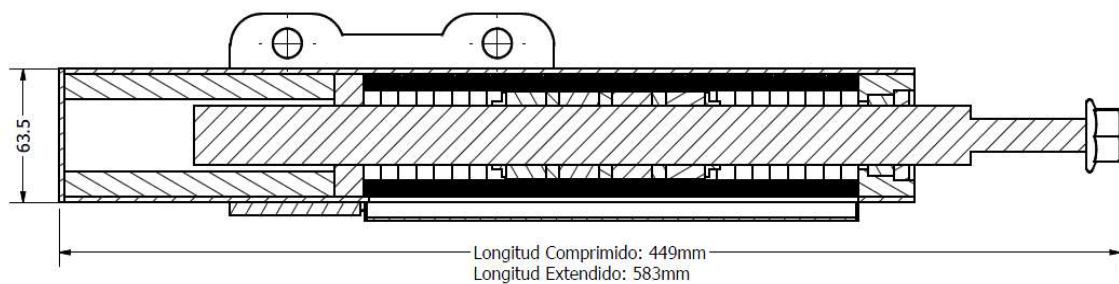
<b>1.</b>	<b>ASPECTO VISUAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>MEDIDAS.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>DIAGRAMA DE COMPORTAMIENTO .....</b>	<b>3</b>
3.1	Dispositivos de ensayo .....	3
3.2	Procedimiento .....	4
3.3	Diagramas de referencia .....	4
3.4	Tolerancias del diagrama .....	5
<b>4.</b>	<b>RESISTENCIA AL IMPACTO TRANSVERSAL DE LOS ELEMENTOS DE FIJACION .....</b>	<b>6</b>
4.1	Dispositivo de ensayo.....	6
4.2	Procedimiento .....	6
<b>5.</b>	<b>RESISTENCIA A LA TRACCION .....</b>	<b>7</b>
5.1	Dispositivo de ensayo.....	7
5.2	Procedimiento .....	7
<b>6.</b>	<b>DURABILIDAD.....</b>	<b>7</b>
6.1	Dispositivo de ensayo.....	7
6.3	Verificación.....	10
<b>7.</b>	<b>VASTAGO .....</b>	<b>10</b>
<b>8.</b>	<b>CORRIMIENTO DE LOS BUJES .....</b>	<b>10</b>
8.2	Procedimiento .....	11
<b>9.</b>	<b>FUERZA DE REACCION DEL VASTAGO .....</b>	<b>11</b>
<b>10.</b>	<b>RESISTENCIA A LA CORROSION.....</b>	<b>12</b>
<b>11.</b>	<b>ADHERENCIA DE LA PINTURA DEL CUERPO DEL AMORTIGUADOR .....</b>	<b>13</b>
<b>12.</b>	<b>FLEXION DEL VASTAGO (AMORTIGUADOR DELANTERO) .....</b>	<b>13</b>
<b>13.</b>	<b>RESISTENCIA ELASTICA DE LAS UNIONES .....</b>	<b>15</b>
<b>14.</b>	<b>ENSAYO DE ESTANQUEIDAD DEL SISTEMA DE CONTROL .....</b>	<b>16</b>
<b>15.</b>	<b>IMANES DE NEODIMIO .....</b>	<b>16</b>
15.1.	Inspección de apariencia:.....	16
15.2.	Características magnéticas.....	18
<b>16.</b>	<b>PRUEBA DE RODAJE .....</b>	<b>18</b>

## 1. ASPECTO VISUAL

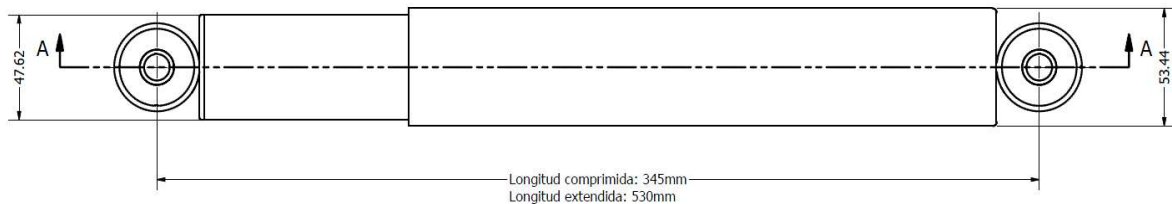
Los amortiguadores no deben presentar fallas en los materiales, componentes deteriorados, oxido, golpes, o cualquier otro defecto que impida su correcta instalación o afecte su funcionamiento. Esto se verifica con controles de calidad realizados en lotes de piezas terminadas.

## 2. MEDIDAS

Los amortiguadores deben cumplir con las medidas establecidas en los planos de diseño. De no ser especificada, la tolerancia para los valores nominales de los largos del amortiguador comprimido y extendido debe ser de  $\pm 5\text{mm}$



**Figura 1 - Medidas amortiguador delantero**



**Figura 2 - Medidas amortiguador trasero**

## 3. DIAGRAMA DE COMPORTAMIENTO

### 3.1 Dispositivos de ensayo

**3.1.1** Máquina dinamométrica que permita una carrera mínima de 100 mm y opere con una frecuencia de, como mínimo, 200 ciclos por minuto.

**3.1.2** Dispositivo para graficar un diagrama para cada velocidad de ensayo.

**3.1.3** La temperatura ambiente debe ser de  $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ .

### 3.2 Procedimiento

**3.2.1** Se ajusta la carrera de la máquina de ensayo en función del amortiguador a ensayar.

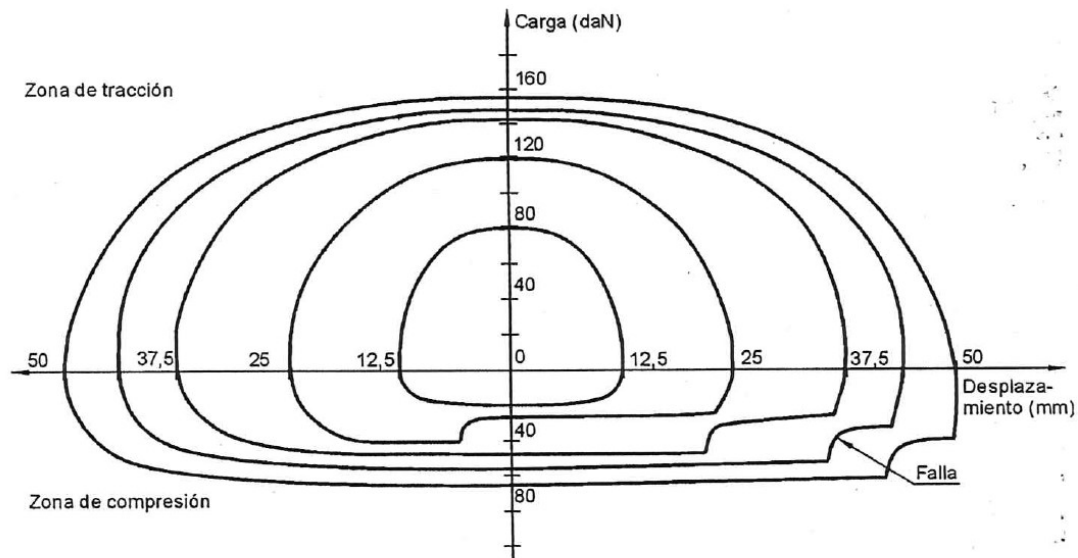
**3.2.2** Se instala el amortiguador en la máquina, en posición vertical, con el vástago paralelo a la dirección del desplazamiento de la máquina, de modo que el amortiguador trabaje en la parte media de su carrera total.

**3.2.3** Se pone en funcionamiento la máquina y se determina el diagrama luego de que se hayan cumplido las velocidades establecidas para el amortiguador a ensayar.

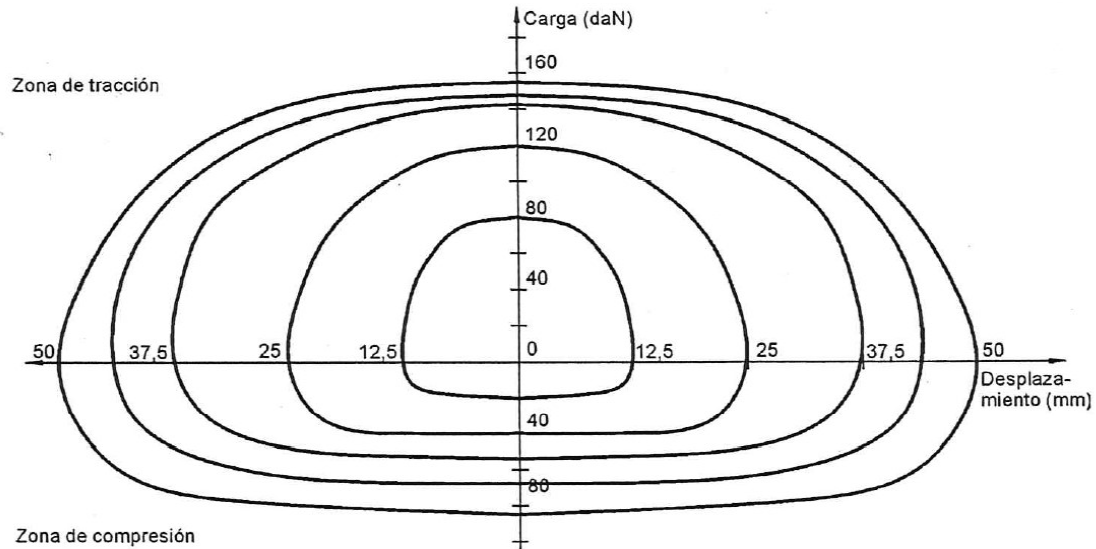
**3.2.4** Se registran los valores de carga directamente de la máquina de ensayo o del diagrama.

### 3.3 Diagramas de referencia

Los amortiguadores ensayados no deben presentar diagramas de comportamiento defectuoso, que puede presentarse tanto en tracción como en compresión.



**Figura 2 - Diagrama incorrecto (ejemplo)**



**Figura 3 - Diagrama correcto (ejemplo)**

Una vez realizado el diagrama de comportamiento el amortiguador debe cumplir con lo especificado en el punto 1.

### 3.4 Tolerancias del diagrama

La tolerancia para los valores de carga del diagrama de comportamiento, tanto en tracción como en compresión y para cada velocidad, debe ser de  $\pm$  (15% del valor nominal de la carga +10) daN para amortiguadores que tengan hasta 100 daN a 390 mm/s y de  $\pm$  (20% el valor nominal de la carga +10) daN a partir de los 100 daN para la misma velocidad.

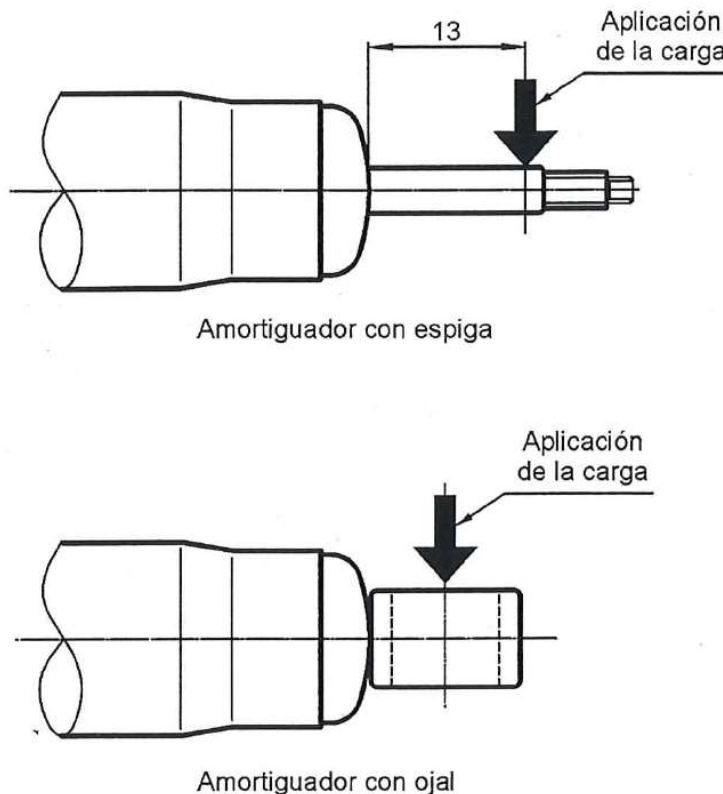


## 4. RESISTENCIA AL IMPACTO TRANSVERSAL DE LOS ELEMENTOS DE FIJACION

### 4.1 Dispositivo de ensayo

Se utiliza un dispositivo que permita realizar los ensayos, según lo indicado en la figura 4.

Medidas en milímetros



**Figura 4 - Esquema para el ensayo de resistencia al impacto transversal de los elementos de fijación**

### 4.2 Procedimiento

4.2.1 Se instala firmemente el amortiguador a ensayar en el dispositivo de ensayo.

4.2.2 Se impacta transversalmente el amortiguador con la energía de impacto, según lo establecido en la tabla 1, en un punto a 13 mm del plano de las uniones soldadas en los amortiguadores con espiga y en el centro del ojal en los amortiguadores con ojal, según se indica en la figura 5

Energía Ubicación de Elemento de fijación Nominal | Tolerancia Ojal de ancho menor o igual a 25,4 mm 160 Inferior soldada | Ojal de ancho mayor que 25,4 mm y menor que 36 mm 190 al capuchón Ojal de ancho mayor o igual a 36 mm 250 + 10% Espiga o placa 160 Superior soldada Para toda toma soldada al eje sin tener en cuenta el 120 al vástago diámetro.



4.2.3 Se verifica que los amortiguadores ensayados no presenten grietas y/o fisuras, provocadas por el impacto, en los cordones de soldadura de los elementos de fijación.

Tabla 1 - Energía de impacto transversal

Ubicación de la toma	Elemento de fijación	Energía (J)	
		Nominal	Tolerancia
Inferior soldada al capuchón	Ojal de ancho menor o igual a 25,4 mm	160	± 10%
	Ojal de ancho mayor que 25,4 mm y menor que 36 mm	190	
	Ojal de ancho mayor o igual a 36 mm	250	
	Espiga o placa	160	
Superior soldada al vástago	Para toda toma soldada al eje sin tener en cuenta el diámetro	120	

## 5. RESISTENCIA A LA TRACCION

### 5.1 Dispositivo de ensayo

Se utiliza una máquina universal para ensayo de tracción.

### 5.2 Procedimiento

5.2.1 Se instala firmemente el amortiguador a ensayar en la máquina de ensayo, mediante sus elementos de fijación.

5.2.2 Se somete el amortiguador a una fuerza de tracción gradual y progresiva hasta 1 800 dan

5.2.3 Se libera la carga y se desmonta del dispositivo de ensayo.

5.2.4 Se verifica que los amortiguadores no presenten separaciones en sus componentes.

## 6. DURABILIDAD

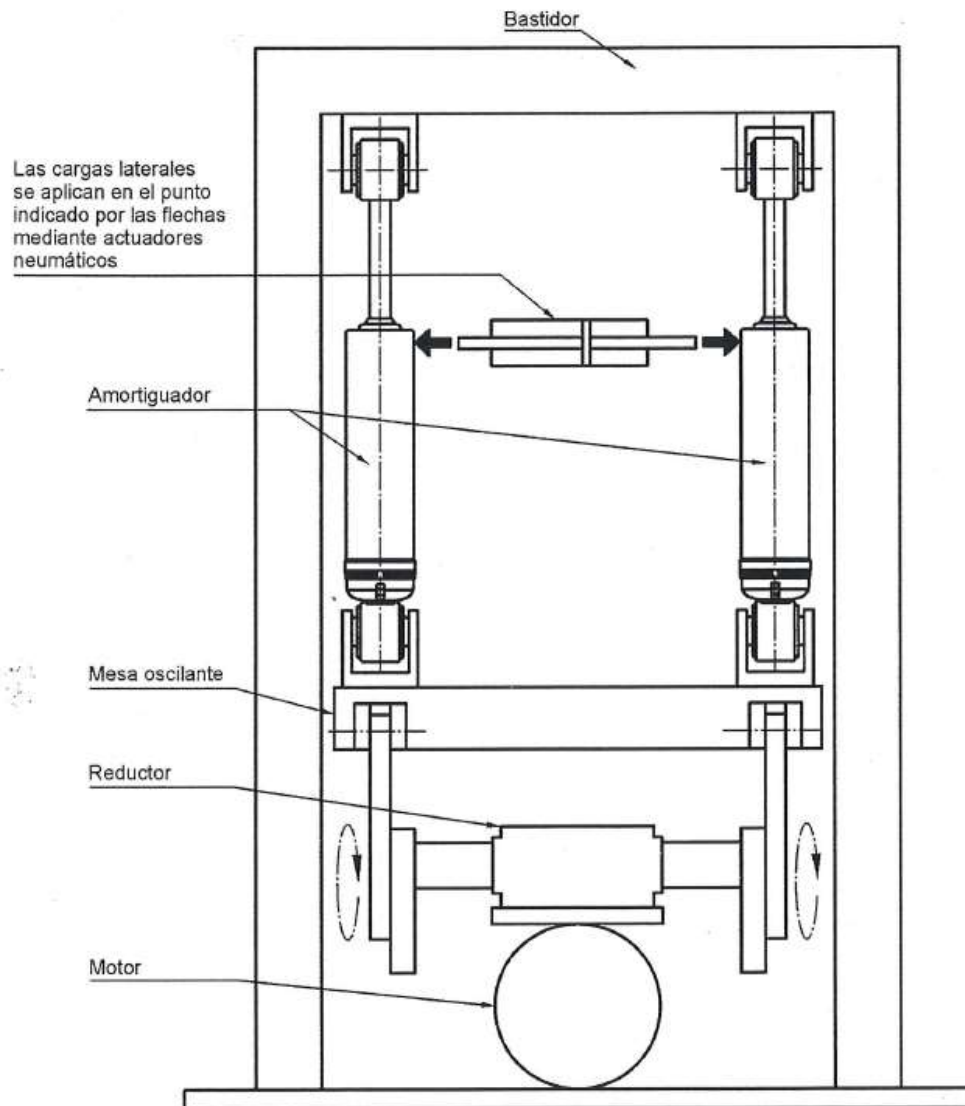
### 6.1 Dispositivo de ensayo

6.2.1 Se utiliza una maquina de ensayo similar a la mostrada en la figura 6.

6.2.2 Termocuplas e indicador de temperaturas con una presión de 1°C.

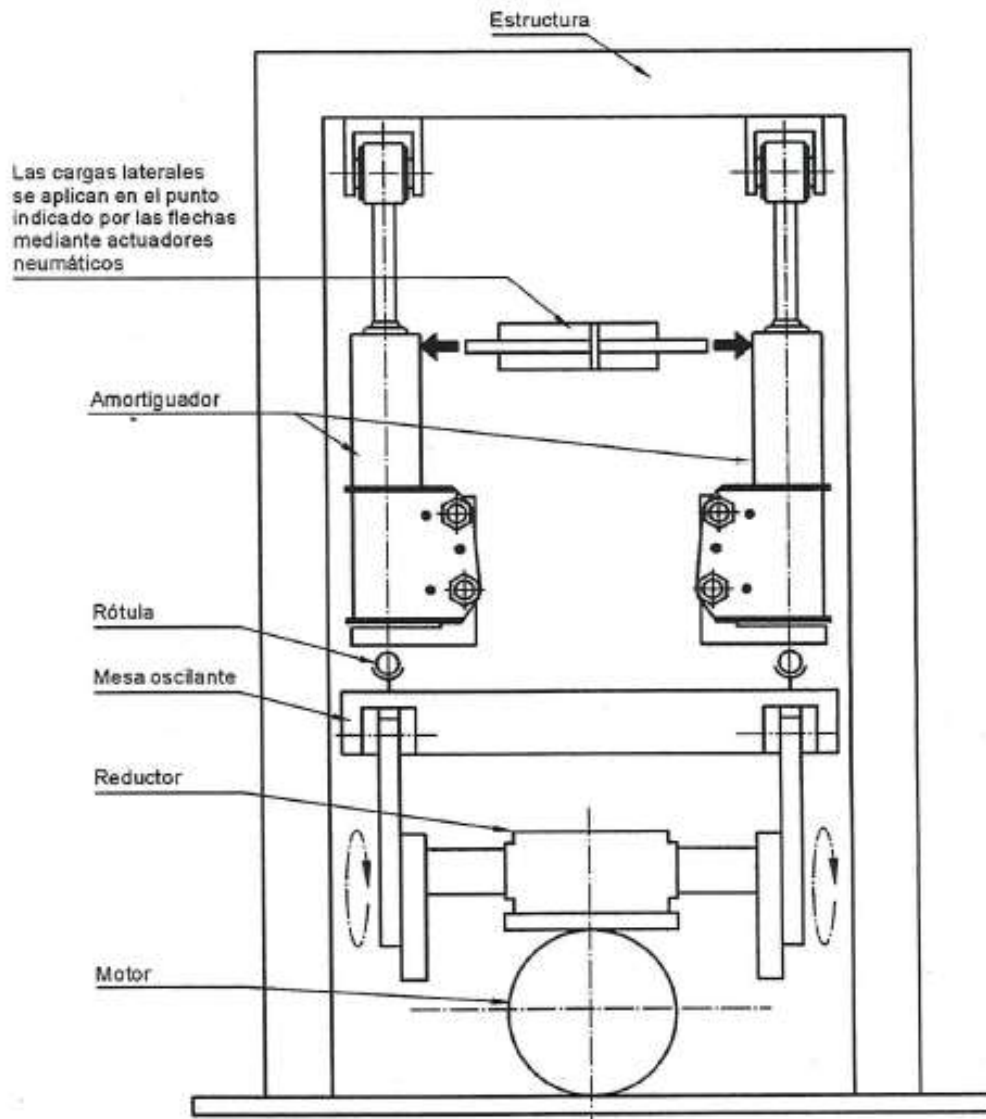
6.2.3 Contador de ciclos.

### Montaje amortiguador trasero



**Figura 5 - Esquema de una máquina para el ensayo de durabilidad amortiguadores Convencional (trasero)**

## Montaje amortiguador delantero



**Figura 6 - Esquema de una máquina para el ensayo de durabilidad amortiguadores Mc Pherson (delantero)**

### 6.2 Procedimiento

6.2.1 Se aplica el mismo procedimiento que el indicado en 5.2, para determinar el diagrama de comportamiento del amortiguador a ensayar.

6.2.2 Se instala el amortiguador con sus elementos de fijación en la máquina de ensayo, tal como se instalan en el vehículo.

6.2.3 Se ajusta la carrera entre un máximo de 100 mm y un mínimo del 75% de su carrera efectiva.



6.2.4 Se instalan las termocuplas en el amortiguador a la altura de la guía, con el fin de mantener su temperatura entre 75 °C y 85 °C.

NOTA. Para mantener la temperatura de ensayo, el amortiguador puede ser refrigerado por medio de una camisa de agua o ventilación forzada.

6.2.5 Se somete el amortiguador a un total de 1 000 000 de ciclos a una frecuencia comprendida entre 80 y 100 ciclos por minuto, con una carga lateral constante comprendida entre 9 daN y 13 daN, aplicada según se indica en la figura 6; para el amortiguador trasero y una carga de lateral constante de  $(100 \pm 10)$  daN, para el delantero.

6.2.6 Al finalizar el ciclado se desmonta el amortiguador y se verifica que no presente grietas y/o fisuras visibles ni defectos de funcionamiento. También se debe cumplir con lo establecido en 3, pero la variación de los valores finales de carga del diagrama debe estar comprendida dentro de  $\pm (15\% + 10)$  daN, para las velocidades de  $(131 \pm 5)$  mm/s ;  $(262 \pm 5)$  mm/s;  $(393 \pm 5)$  mm/s y  $(524 \pm 5)$  mm/s, respecto de los valores iniciales de carga del amortiguador.

6.2.7 Se aplica el procedimiento indicado en 3.2 para determinar nuevamente el diagrama de compartimiento y el procedimiento indicado en 5.7 para determinar la fuerza de reacción del vástago.

### 6.3 Verificación

6.3.1 los amortiguadores ensayados según 6.1 y 6.2, no deben presentar fallas visibles ni defectos que afecten su funcionamiento.

6.3.2 El de comportamiento debe cumplir con lo establecido en 3, pero la variación de los valores finales de carga del diagrama debe estar comprendida dentro de  $\pm (15\% + 10)$  daN, para las velocidades de  $(131 \pm 5)$  mm/s ;  $(262 \pm 5)$  mm/s;  $(393 \pm 5)$  mm/s y  $(524 \pm 5)$  mm/s, respecto de los valores iniciales de carga del amortiguador.

## 7. VASTAGO

El vástago debe tener algún tratamiento protector contra la corrosión que permita cumplir con lo establecido en 11 (resistencia a la corrosión). Este requisito también se aplica cuando el amortiguador posea vaina o guardapolvo de protección.

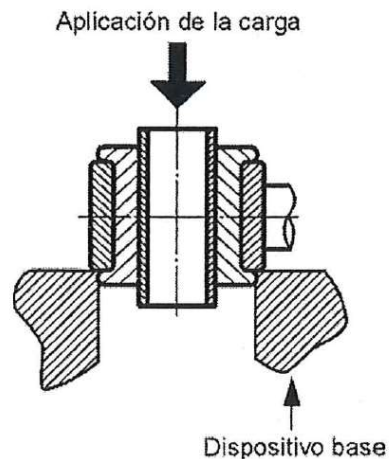
## 8. CORRIMIENTO DE LOS BUJES

Los bujes de los amortiguadores verificados, deben soportar carga axial, establecida en la tabla 2, admitiendo una deformación permanente máxima de 1mm.

### 8.1 Dispositivos de ensayo

8.1.1 Prensa hidráulica universal o equipo análogo.

8.1.2 Dispositivo de adaptación, tal como el mostrado en la figura 7.



**Figura 7 - Dispositivo para el ensayo de corrimiento de los bujes**

## 8.2 Procedimiento

**8.2.1** Se instala el amortiguador a ensayar en el dispositivo de ensayo, tal como se muestra en la figura 7.

**8.2.2** Se le aplica al buje metálico la carga axial establecida en la tabla 2 a una velocidad igual a 60 mm/min

**Tabla 2 - Carga axial para el ensayo de corrimiento de los bujes**

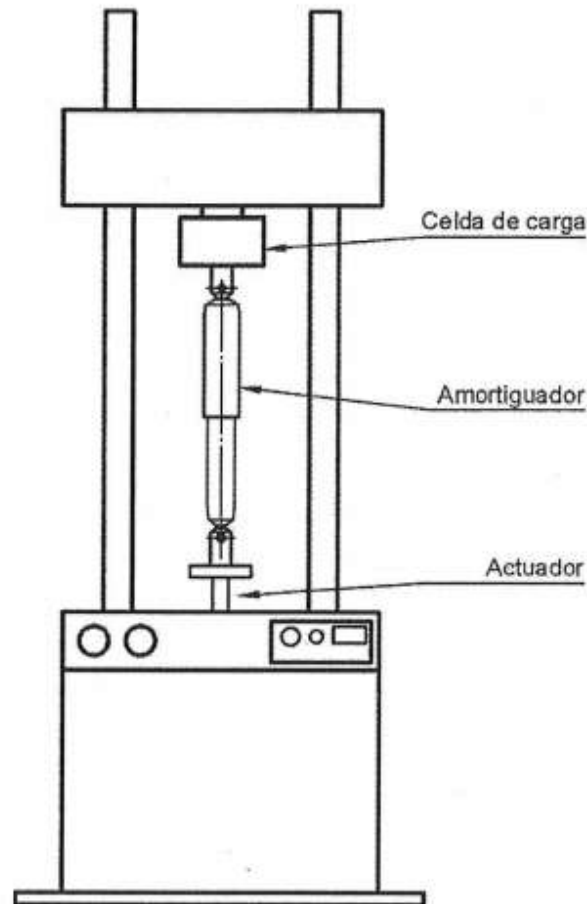
Tipo de ojal	Diámetro exterior del ojal $d$ (mm)	Carga axial (daN)	
		Nominal	Tolerancia
Ojal con buje metálico	Todos	100	± 10%
Ojal con traba	$d < 45$	100	
	$d \geq 45$	250	
Ojal con <i>silent block</i>	Todos	350	
Ojal con elemento elástico intermedio y caucho vulcanizado	$d < 45$	200	
	$d \geq 45$	250	
Ojal con perno toma	$d < 45$	250	
	$d \geq 45$	450	
Ojal con <i>silent block</i> con tubo exterior plástico	Todos	250	

## 9. FUERZA DE REACCION DEL VASTAGO

La fuerza de reacción del vástago debe cumplir con lo establecido en los planos de diseño de cada amortiguador.

## 10.1 Dispositivos de ensayo

Maquina provista de celda de carga o instrumento análogo; dispositivo para registrar el valor de la carga aplicada y dispositivo móvil de ajuste para la correcta ubicación del amortiguador a ensayar (figura 9).



**Figura 8 - Ejemplo de máquina para ensayo de la fuerza de reacción de vástago**

## 10.2 Procedimiento

10.2.1 El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de  $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ .

10.2.2 Se lo instala en la máquina de ensayo, con el vástago ubicado en la mitad de su correspondiente carrera.

10.2.3 Se mide y se registra la fuerza de reacción que genera el vástago mediante una celda de carga o instrumento análogo.

10.2.4 Se verifica el cumplimiento con lo establecido en 10.

## 10. RESISTENCIA A LA CORROSION

Los amortiguadores ensayados no deben presentar, en la superficie, signos de corrosión que superen el 10% de la superficie total.

La zona de trabajo del vástago de los amortiguadores (determinada por la carrera efectiva), debe tener, como máximo, tres puntos de corrosión.

## 11.1 Dispositivos de ensayo



Se utilizan los dispositivos indicados en la ASTM B117.



**Figura 9 – Máquina de ensayo de niebla salina.**

## 11.2 Procedimiento

11.2.1 El procedimiento de ensayo es el establecido en la ASTM B117.

11.2.2 La zona de trabajo del vástago de los amortiguadores (dada por la carrera) debe encontrarse libre de sustancias tales como aceite y agua.

11.2.3 El tiempo de exposición a la niebla salina para evaluar la superficie total del amortiguador (ver 4.11.1) es de 96 h.

11.2.4 El tiempo de exposición a la niebla salina para evaluar la zona de trabajo del vástago del amortiguador es de 48 h.

11.2.5 Se verifica el cumplimiento con lo establecido en 11.

## 11. ADHERENCIA DE LA PINTURA DEL CUERPO DEL AMORTIGUADOR

Debe cumplir con lo establecido en la IRAM 1109-B6 para la clasificación 8 o 10 y se determina según dicha norma.

## 12. FLEXION DEL VASTAGO (AMORTIGUADOR DELANTERO)

El vástago removido del amortiguador y ensayado, debe presentar una carga de flexión comprendida entre las establecidas en la tabla 3, según el diámetro del vástago.



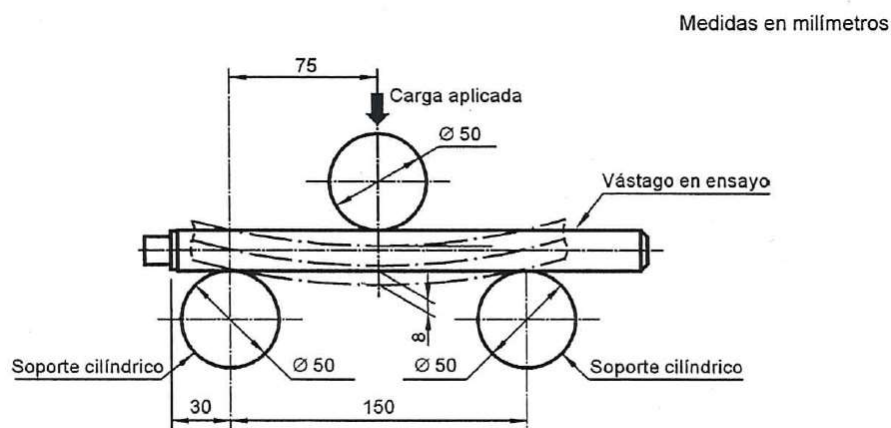
Diámetro del vástago (mm)	Carga mínima (daN)	Carga máxima (daN)
18	3 500	4 000
20	4 000	4 450
22	4 970	6 223
25	7 156	8 268
28	11 275	13 011

## 14.1 Dispositivos de ensayo

14.1.1 Maquina que permita aplicar las cargas establecidas en la tabla 3.

14.1.2 Registrador de valores de carga y deflexión.

14.1.3 Dispositivo de deflexión con dos soportes cilíndricos de  $(50 \pm 1)$  mm de diámetro y una dureza mínima de 55 HRC, separados  $(150 \pm 2)$  mm, donde se apoya el vástago (figura 10)



**Figura 10 - Esquema para ensayo de flexión de vástago**

## 14.2 Procedimiento

14.2.1 Se instala el vástago removido del amortiguador en posición horizontal, en dispositivo de deflexión (figura 10).

14.2.2 Se aplica la carga, aumentándola gradualmente, según la disposición indicada en la figura 10, hasta que se produzca una deflexión de 8mm. Se verifica si la carga que produce esta deflexión se encuentra comprendida entre los valores establecidos en la tabla 3.

## 13. RESISTENCIA ELÁSTICA DE LAS UNIONES

### 15.1 Las uniones posibles son:

#### 15.1.1 Tope metálico al vástago.

#### 15.1.2 Soporte del elemento elástico al tubo exterior (cárter)

#### 15.1.3 Anclaje inferior al tubo exterior (cárter)

15.1.4 En los amortiguadores ensayados según 15.2, las uniones deben resistir las cargas indicadas en la tabla 4 sin producirse roturas, fisuras ni deformaciones.

### 15.2 Dispositivos de ensayo

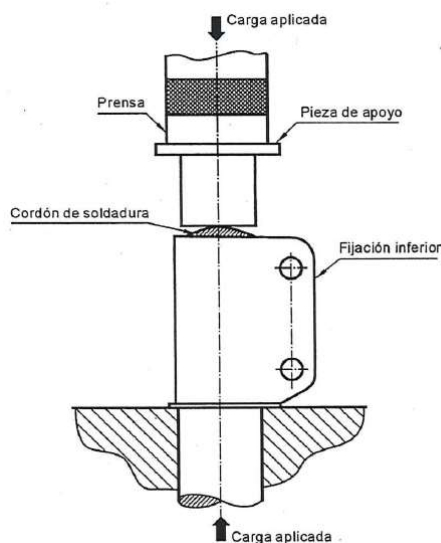
15.2.1 Prensa hidráulica con capacidad de carga de 4000 daN y elementos necesarios para sujetar firmemente el amortiguador bajo ensayo.

15.2.2 Registrador de valores de carga.

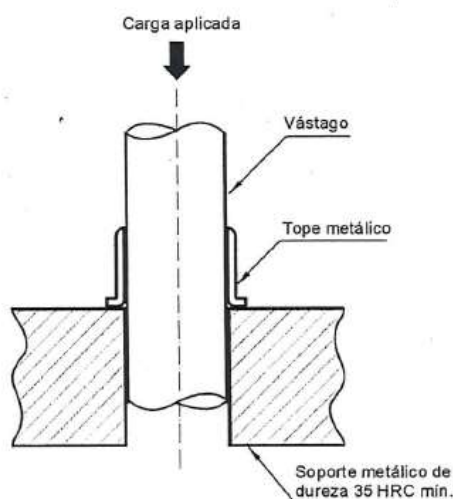
### 15.2 Procedimiento

Cada una de las uniones se somete a la carga mínima establecida en la tabla 4, según el esquema de carga mostrado en las figuras 11, 12 y 13. La carga aplicada debe ser continua y progresiva. La presencia de fisuras se verifica mediante el método de líquidos penetrantes.

Tipo de unión	Carga mínima (daN)
Inferior (anclaje) al tubo exterior	3 500
Soporte del elemento elástico al tubo exterior	2 500
Tope metálico al vástago	1 800



**Figura 11 - Esquema para ensayo de la resistencia estática de la soldadura de la unión de la fijación inferior al tubo exterior**



**Figura 12 - Esquema para ensayo de la resistencia estática de la unión del tope metálico al vástago**

## 14. ENSAYO DE ESTANQUEIDAD DEL SISTEMA DE CONTROL

Al tercerizar el diseño y fabricación del sistema de control es necesario exigirle un ensayo de estanqueidad según las normas:

[ASTM D3078](#), [ASTM F1140](#), [ASTM F2054](#), [DIN 11607](#), [EN 11607](#), [ISO 11607](#), [UNE 11607](#)

Para verificar el cumplimiento con las normas se exigirá un certificado de calidad.

## 15. IMANES DE NEODIMIO

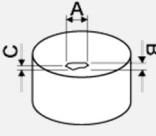


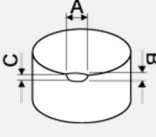


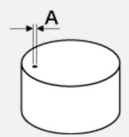

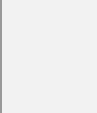

Es necesario verificar que luego del proceso de fabricación, los imanes de neodimio no hayan perdido las características especificadas en el certificado de calidad, enviado por el fabricante

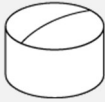

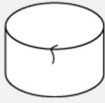


### 15.1. Inspección de apariencia:

Las inspecciones de apariencia son todas visuales. Al tratarse de inspecciones visuales, lamentablemente no es posible descubrir todos los defectos de apariencia y otros fallos. El rango de aceptación en cuanto a defectos de apariencia varía en función del tamaño. En principio, los rangos de aceptación se determinan de acuerdo con la siguiente explicación. Los rangos de aceptación se determinan de antemano y se indican en la especificación de los productos para los que la apariencia se considera importante y requieren resistencia mecánica. No es posible evitar completamente las virutas y las rayas en los imanes ya que tienen características físicas similares a la porcelana y al vidrio y por tanto se rompen con facilidad. Por esta razón, a menos que haya una viruta pronunciada que pueda minar las características magnéticas o descascarillar el tratamiento superficial dejando el producto expuesto a la corrosión, el producto será aceptado bajo concesión.



### Muestra límite de apariencia

Artículo	Diagrama	Dimensión	A	B	C	Número de defectos aceptados	Observaciones	Aceptado	Rechazado
Cara polar desconchada		φ5	≤1.0mm	≤1.0mm	≤0.5mm	≤1 ud.	La zona desconchada debe recibir tratamiento superficial		
		φ10	≤2.0mm	≤2.0mm	≤1.0mm	≤1 ud.			
		φ20	≤2.0mm	≤2.0mm	≤1.0mm	≤1 ud.			
		φ30	≤2.5mm	≤2.5mm	≤2.0mm	≤1 ud.			
		φ40	≤2.5mm	≤2.5mm	≤2.0mm	≤1 ud.			
		φ50	≤3.0mm	≤3.0mm	≤2.5mm	≤1 ud.			
Cara polar desconchada		φ5	≤1.0mm	≤1.0mm	≤0.5mm	≤2 uds.	La zona desconchada debe recibir tratamiento superficial		
		φ10	≤2.0mm	≤2.0mm	≤1.0mm	≤2 uds.			
		φ20	≤2.0mm	≤2.0mm	≤1.0mm	≤2 uds.			
		φ30	≤2.5mm	≤2.5mm	≤2.0mm	≤2 uds.			
		φ40	≤2.5mm	≤2.5mm	≤2.0mm	≤2 uds.			
		φ50	≤3.0mm	≤3.0mm	≤2.5mm	≤2 uds.			
Poro		Todos	≤0.5mm	-	-	≤2 uds.	La zona con poros debe recibir tratamiento superficial		
Rayas			No se aceptan rayas, excluyendo las producidas por clavos.				La zona rayada debe recibir		

				tratamiento superficial			
Grieta				Determinar si es una grieta o una veta			
Decoloración por óxido			No se aceptan en ninguna forma	No debe presentar decoloración por óxido y ninguna zona puede estar pandeada ni descascarillada.			

✖1 Todos los defectos se determinarán por inspección visual.

## 15.2. Características magnéticas

Mediante el uso de un Telemetro se verifican que las características de los imanes no hayan cambiado luego del proceso de fabricación, haciendo mediciones sobre los imanes antes y después del proceso. Controlando por lote.

### Teslámetro, gaussímetro:

El teslámetro o gaussímetro mide la densidad del flujo magnético. Sobre la superficie del imán u otra superficie se instala un dispositivo de efecto Hall que mide la densidad del flujo magnético que pasa a través de un área de 1 cm<sup>2</sup>. De acuerdo con la definición de densidad del flujo magnético, cuando un flujo magnético de 1 Mx atraviesa perpendicularmente la superficie, la densidad del flujo magnético es de 1 gauss. La unidad utilizada comúnmente en los dispositivos de medición es tesla o gauss. Es el dispositivo de comprobación magnética más ampliamente utilizado ya que permite comprobar fácilmente las características magnéticas.



Figura 13. Teslámetro

## 16. PRUEBA DE RODAJE

Se monta una unidad experimental equipada con:

- Sistema de amortiguador regenerativo completo
- Galgas extensiométricas ubicadas en el vástago, soldaduras, y en la tapa.
- Amperímetro (1 por amortiguador)



- Voltímetro (1 por amortiguador)
- Acelerómetro (2 en la parrilla de suspensión y 2 en cada extremo del eje trasero)
- Sensor de temperatura (1 por tubo exterior y 1 en el controlador)
- gps

Procedimiento de ensayo:

- Se recorren 15000 km
- 21 días

Verificaciones

- Desarme de los amortiguadores
- Inspección visual externa e interna
- Chequear estanqueidad
- Medición de las resistencias individuales de cada bobina (que ninguna se haya sobrecalentado y haya variado su resistencia)
- Verificación del funcionamiento de los diodos rectificadores
- Chequear que todas las conexiones entre los amortiguadores y la sprinter estén según los parámetros estipulados (torque en la fijación, cableado, sujeción del controlador)
- Integridad de los cables de potencia.
- Conexiones a la batería

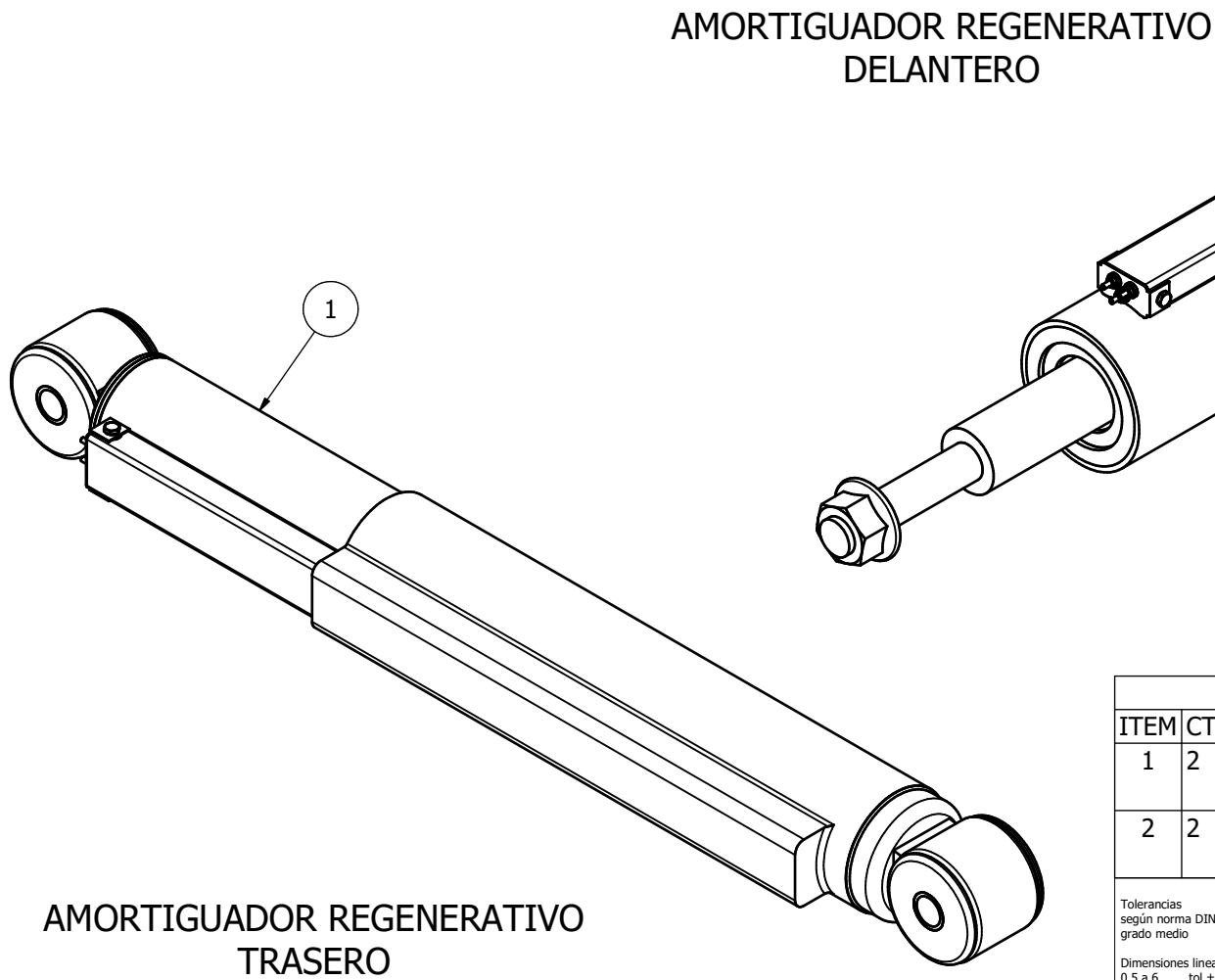
Verificación datalogger


- Un datalogger recolecta cada 50 ms los siguientes datos con los sensores dichos anteriormente:
  - Intensidad de corriente, voltaje, potencia (picos y promedio)
  - Temperatura
  - Velocidad y aceleración.
  - Velocidad, posición, distancia recorrida.

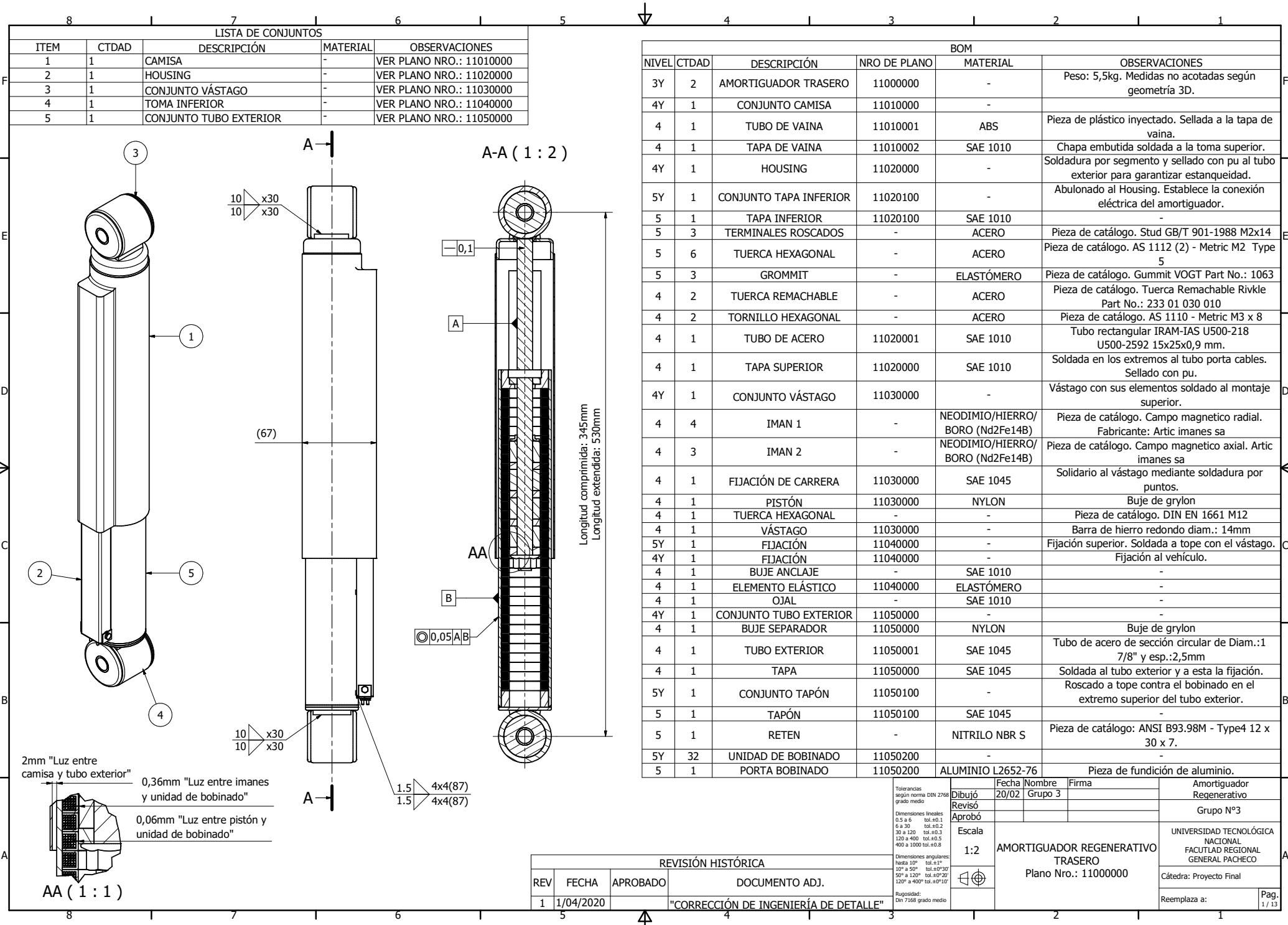
Solo se realiza cuando un cambio de diseño lo amerite.



**Figura 14 – Ruta a recorrer para la realización de las pruebas de rodaje.**



LISTA DE MATERIALES						
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN			MATERIAL	OBSERVACIONES
1	2	AMORTIGUADOR REGENERATIVO DELANTERO			-	VER PLANO NRO.: 12000000
2	2	AMORTIGUADOR REGENERATIVO TRASERO			-	VER PLANO NRO.: 11000000
<div>Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio</div> <div>Dimensiones lineales 0.5 a 6      tol.±0.1 6 a 30      tol.±0.2 30 a 120    tol.±0.3 120 a 400   tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8</div> <div>Dimensiones angulares: hasta 10°    tol.±1° 10° a 50°    tol.±0°30' 50° a 120°   tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'</div> <div>Rugosidad: Din 7168 grado medio</div>			Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
		Dibujó	30/09	Grupo 3		Grupo N°3
		Revisó				
		Aprobó				
<div>Escala</div> <div>1:2</div> <div></div>		<div>CONJUNTO AMORTIGUADORES REGENERATIVOS</div> <div>Plano Nro.: 10000000</div>			UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO	
					Cátedra: Proyecto Final	
					Reemplaza a:	
					Pag. 1 / 1	



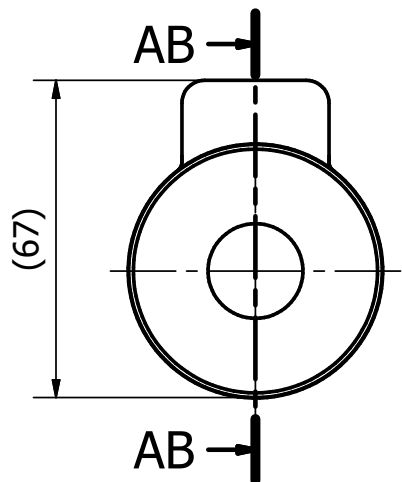
LISTA DE CONJUNTOS				
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	CAMISA	-	VER PLANO NRO.: 11010000
2	1	HOUSING	-	VER PLANO NRO.: 11020000
3	1	CONJUNTO VÁSTAGO	-	VER PLANO NRO.: 11030000
4	1	TOMA INFERIOR	-	VER PLANO NRO.: 11040000
5	1	CONJUNTO TUBO EXTERIOR	-	VER PLANO NRO.: 11050000

BOM					
NIVEL	CTDAD	DESCRIPCIÓN	NRO DE PLANO	MATERIAL	OBSERVACIONES
3Y	2	AMORTIGUADOR TRASERO	11000000	-	Peso: 5,5kg. Medidas no acotadas según geometría 3D.
4Y	1	CONJUNTO CAMISA	11010000	-	
4	1	TUBO DE VAINA	11010001	ABS	Pieza de plástico inyectado. Sellada a la tapa de vaina.
4	1	TAPA DE VAINA	11010002	SAE 1010	Chapa embutida soldada a la toma superior.
4Y	1	HOUSING	11020000	-	Soldadura por segmento y sellado con pu al tubo exterior para garantizar estanqueidad.
5Y	1	CONJUNTO TAPA INFERIOR	11020100	-	Abulonado al Housing. Establece la conexión eléctrica del amortiguador.
5	1	TAPA INFERIOR	11020100	SAE 1010	-
5	3	TERMINALES ROSCADOS	-	ACERO	Pieza de catálogo. Stud GB/T 901-1988 M2x14
5	6	TUERCA HEXAGONAL	-	ACERO	Pieza de catálogo. AS 1112 (2) - Metric M2 Type 5
5	3	GROMMIT	-	ELASTÓMERO	Pieza de catálogo. Gummit VOGT Part No.: 1063
4	2	TUERCA REMACHABLE	-	ACERO	Pieza de catálogo. Tuerca Remachable Rivkle Part No.: 233 01 030 010
4	2	TORNILLO HEXAGONAL	-	ACERO	Pieza de catálogo. AS 1110 - Metric M3 x 8
4	1	TUBO DE ACERO	11020001	SAE 1010	Tubo rectangular IRAM-IAS U500-218 U500-2592 15x25x0,9 mm.
4	1	TAPA SUPERIOR	11020000	SAE 1010	Soldada en los extremos al tubo porta cables. Sellado con pu.
4Y	1	CONJUNTO VÁSTAGO	11030000	-	Vástago con sus elementos soldado al montaje superior.
4	4	IMAN 1	-	NEODIMIO/HIERRO/BORO (Nd2Fe14B)	Pieza de catálogo. Campo magnetico radial. Fabricante: Artic imanes sa
4	3	IMAN 2	-	NEODIMIO/HIERRO/BORO (Nd2Fe14B)	Pieza de catálogo. Campo magnetico axial. Artic imanes sa
4	1	FIJACIÓN DE CARRERA	11030000	SAE 1045	Solidario al vástago mediante soldadura por puntos.
4	1	PISTÓN	11030000	NYLON	Buje de gylon
4	1	TUERCA HEXAGONAL	-	-	Pieza de catálogo. DIN EN 1661 M12
4	1	VÁSTAGO	11030000	-	Barra de hierro redondo diam.: 14mm
5Y	1	FIJACIÓN	11040000	-	Fijación superior. Soldada a tope con el vástago.
4Y	1	FIJACIÓN	11040000	-	Fijación al vehículo.
4	1	BUJE ANCLAJE	-	SAE 1010	-
4	1	ELEMENTO ELÁSTICO	11040000	ELASTÓMERO	-
4	1	OJAL	-	SAE 1010	-
4Y	1	CONJUNTO TUBO EXTERIOR	11050000	-	-
4	1	BUJE SEPARADOR	11050000	NYLON	Buje de gylon
4	1	TUBO EXTERIOR	11050001	SAE 1045	Tubo de acero de sección circular de Diam.:1 7/8" y esp.:2,5mm
4	1	TAPA	11050000	SAE 1045	Soldada al tubo exterior y a esta la fijación.
5Y	1	CONJUNTO TAPÓN	11050100	-	Roscado a tope contra el bobinado en el extremo superior del tubo exterior.
5	1	TAPÓN	11050100	SAE 1045	-
5	1	RETEN	-	NITRILO NBR S	Pieza de catálogo: ANSI B93.98M - Type4 12 x 30 x 7.
5Y	32	UNIDAD DE BOBINADO	11050200	-	-
5	1	PORTA BOBINADO	11050200	ALUMINIO L2652-76	Pieza de fundición de aluminio.

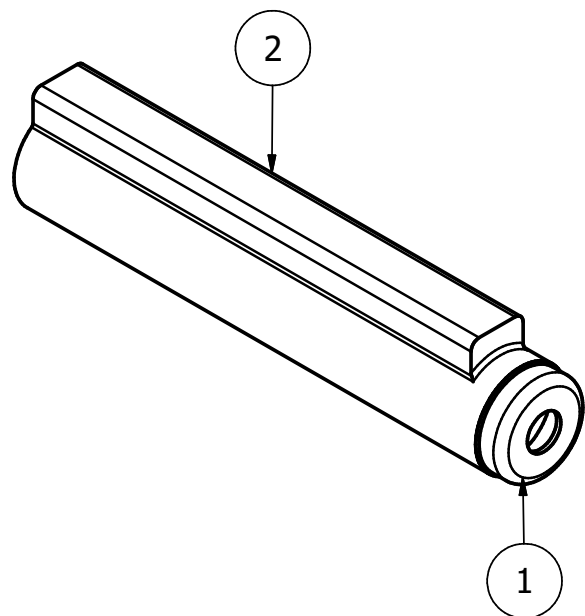
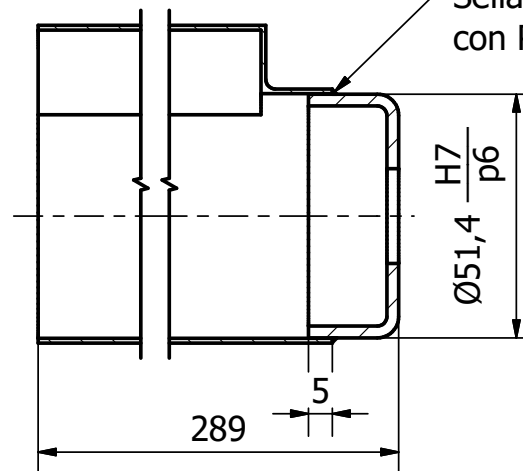
REVISIÓN HISTÓRICA			
REV	FECHA	APROBADO	DOCUMENTO ADJ.
1	1/04/2020		"CORRECCIÓN DE INGENIERÍA DE DETALLE"

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio  Dimensiones lineales 0.5 a 6 tol.+0.1 6 a 30 tol.+0.2 30 a 120 tol.+0.3 120 a 400 tol.+0.5 400 a 1000 tol.+0.8  Dimensiones angulares hasta 10° tol.+1° 10° a 50° tol.+0°30' 50° a 120° tol.+0°30' 120° a 400° tol.+0°10'  Rugosidad: Din 7168 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo Grupo N°3  UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO  Cátedra: Proyecto Final  Reemplaza a:
	Revisó	20/02	Grupo 3		
	Aprobó				
	Escala				
1:2		AMORTIGUADOR REGENERATIVO TRASERO Plano Nro.: 11000000			Pag. 1 / 13





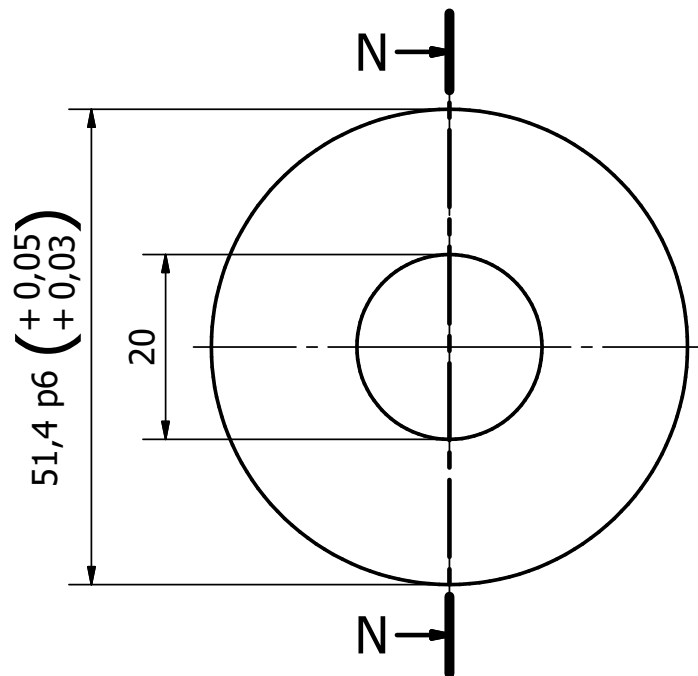
AB-AB ( 1 : 1.5 )



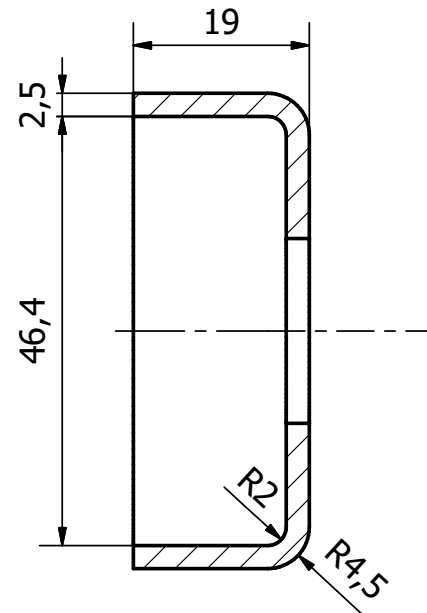
### LISTA DE MATERIALES

ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	TAPA DE VAINA	SAE 1010	VER PLANO NRO.: 11010001
2	1	TUBO DE VAINA	PLÁSTICO ABS	VER PLANO NRO.: 11010002

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio  Dimensiones lineales 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8  Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'  Rugosidad: Din 7168 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
	Revisó	20/02	Grupo 3		
	Aprobó				Grupo N°3
	Escala 1:1.5				
		CONJUNTO CAMISA Plano Nro.: 11010000			UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
					Cátedra: Proyecto Final
					Reemplaza a:
					Pag. 2 / 13




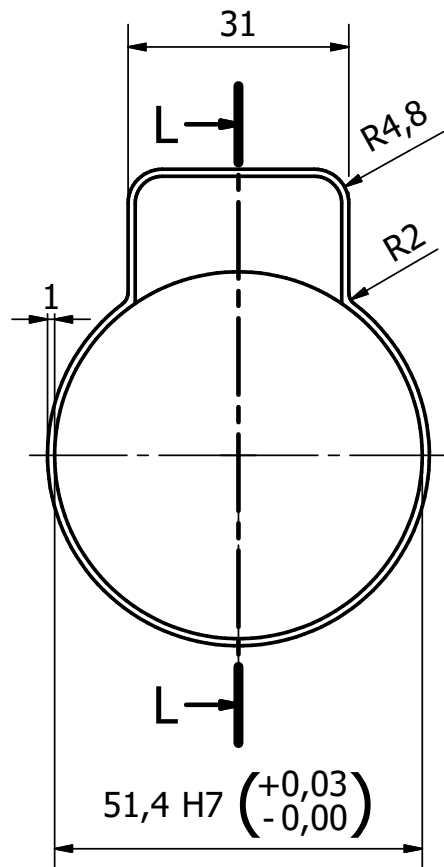
N-N ( 1.3 : 1 )



#### OBSERVACIONES:

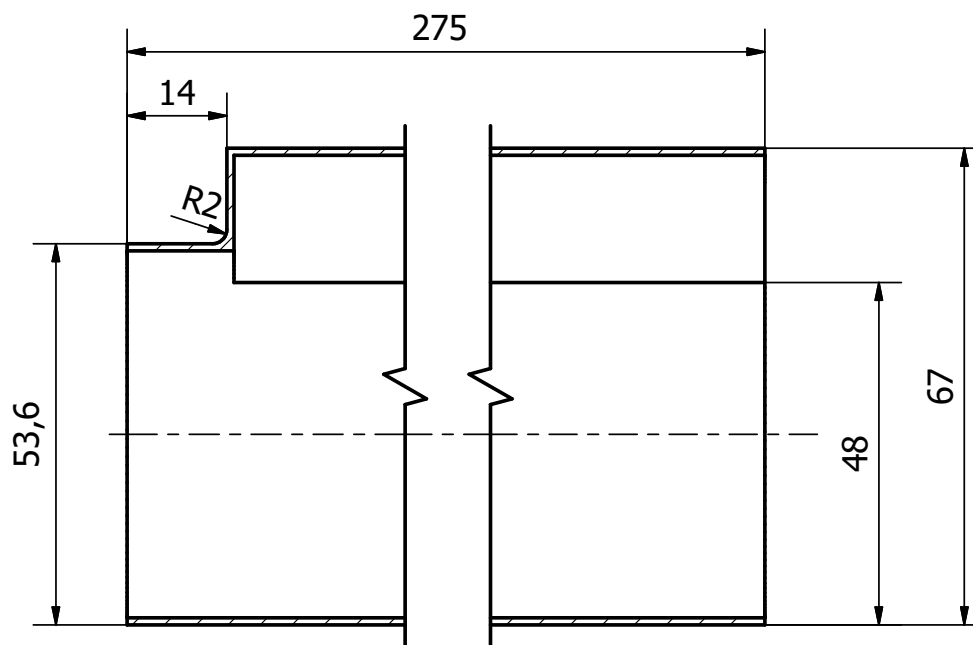
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE ESPESOR (+/- 10 $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- RADIOS NO ACOTADOS: 1mm
- MATERIAL: SAE 1010

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio		Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo	
	Dibujó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3	
	Revisó					
	Aprobó					
Dimensiones lineales 0.5 a 6    tol.±0.1 6 a 30    tol.±0.2 30 a 120    tol.±0.3 120 a 400    tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Escala  1.3:1	TAPA DE VAINA  Plano Nro.: 11010001			UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO	
Dimensiones angulares: hasta 10°    tol.±1° 10° a 50°    tol.±0°30' 50° a 120°    tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'					Cátedra: Proyecto Final	
Rugosidad: Din 7168 grado medio					Reemplaza a:	
					Pag. 3 / 13	




#### OBSERVACIONES:

- MATERIAL: PLÁSTICO ABS

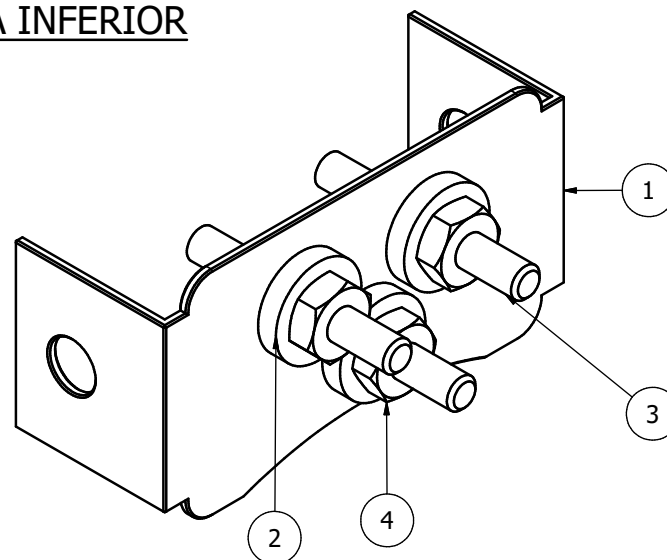
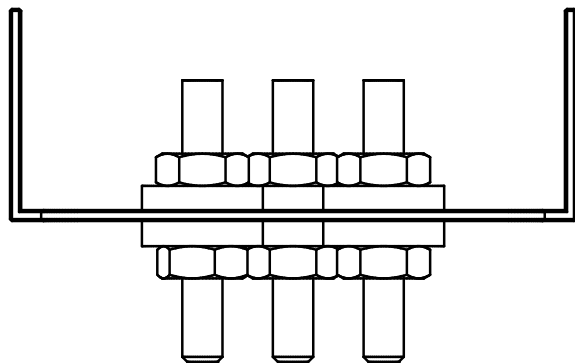


L-L ( 1 : 1 )

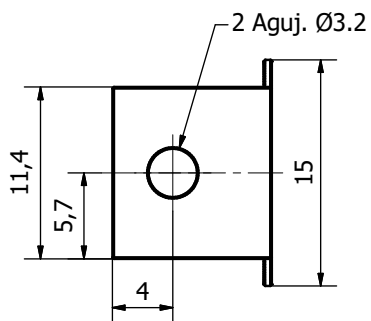
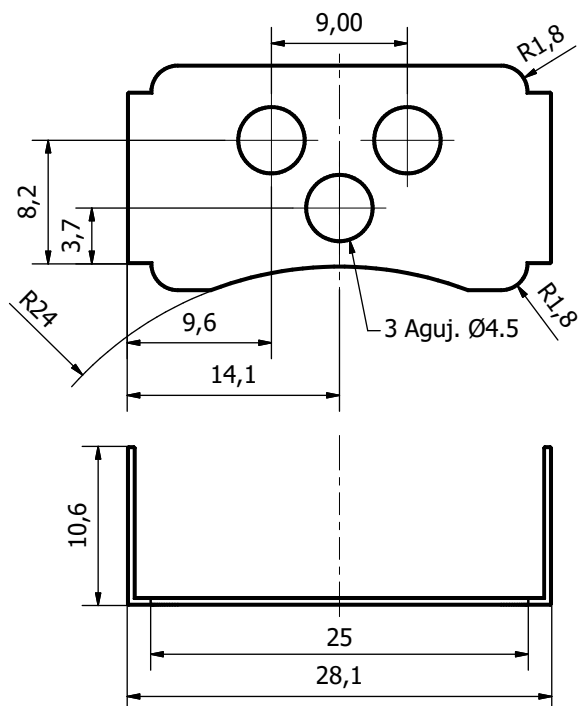
Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio		Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo		
	Dibujó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3		
	Revisó						
	Dimensiones lineales 0.5 a 6    tol.±0.1 6 a 30    tol.±0.2 30 a 120   tol.±0.3 120 a 400   tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Aprobó				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO	
Dimensiones angulares: hasta 10°    tol.±1° 10° a 50°    tol.±0°30' 50° a 120°   tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'	Escala		TUBO DE VAINA Plano Nro.: 11010002				
	1:1						
							
Rugosidad: Din 7168 grado medio					Cátedra: Proyecto Final		
					Reemplaza a:	Pag 4 / 13	



## CONJUNTO TAPA INFERIOR



ITEM 1: TAPA INFERIOR  
ESCALA: 3:1



### OBSERVACIONES:

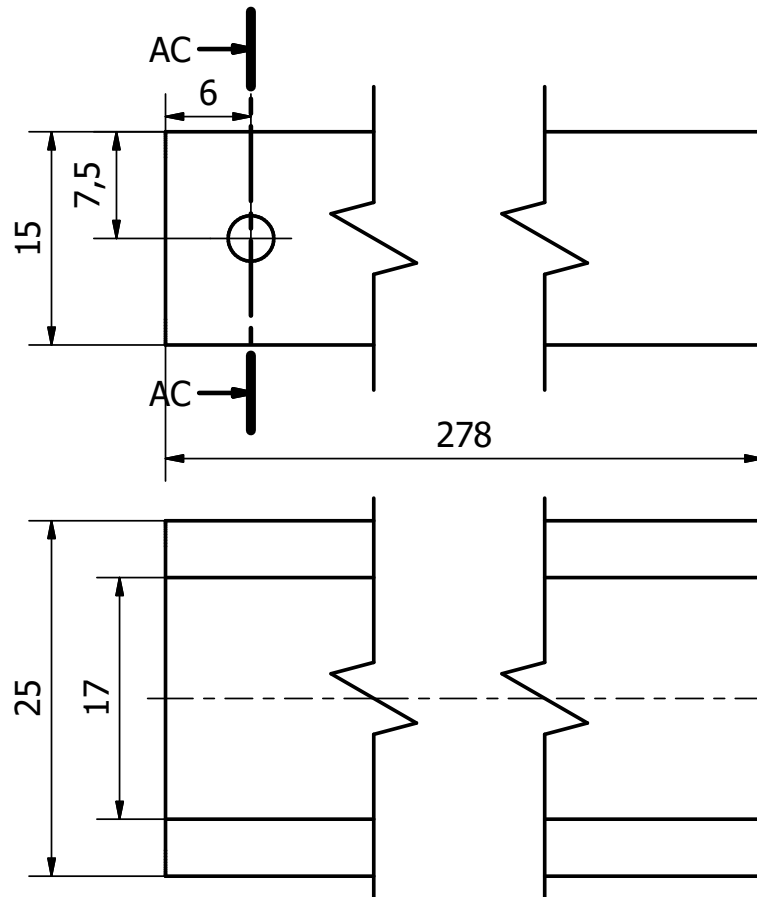
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE ESPESOR (+/- 10 $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- MATAR CANTOS VIVOS

### LISTA DE MATERIALES

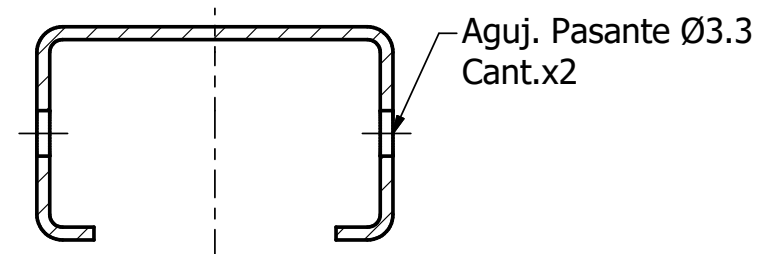
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	TAPA INFERIOR	SAE 1010	CHAPA PLEGADA ESP.: 0.55mm
2	3	PASA CABLES GROMMIT	ELASTÓME RO CR 40° Sh	GROMMIT, FABRICANTE: Gummit VOGT Part No.: 1063
3	3	TERMINAL ROSCADO	ACERO DIN 938	M2x14
4	6	TUERCA HEXAGONAL	ACERO DIN 934	M2 TYPE 5 Acero dureza > 140 HV. Recubrimiento: cincado : cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
Dimensiones lineales: 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Revisó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3
Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'	Aprobó				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
Rugosidad: Din 7168 grado medio	Escala				Cátedra: Proyecto Final
	4:1				Reemplaza a:
					Pag. 6 / 13

CONJUNTO TAPA INFERIOR  
Plano Nro.: 11020100




AC-AC ( 2 : 1 )



#### OBSERVACIONES:

- TUBO RECTANGULAR 15x25x0.9  
IRAM IAS U500-218 / U500-2592
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE  
ESPESOR (+/- 10 $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE  
SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA  
ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y  
CORROSIVIDAD.
- MATERIAL: SAE 1010

<div>Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio</div> <div>Dimensiones lineales 0.5 a 6    tol.±0.1 6 a 30    tol.±0.2 30 a 120    tol.±0.3 120 a 400    tol.±0.5 400 a 1000    tol.±0.8</div> <div>Dimensiones angulares: hasta 10°    tol.±1° 10° a 50°    tol.±0°30' 50° a 120°    tol.±0°20' 120° a 400°    tol.±0°10'</div> <div>Rugosidad: Din 7168 grado medio</div>		Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo	
	Dibujó	20/02	Grupo 3			
	Revisó					
	Aprobó				Grupo N°3	
<div>Escala</div> <div>2:1</div> <div></div>	<div>TUBO PORTA CABLEADO</div> <div>Plano Nro.: 11020001</div>				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO	
					Cátedra: Proyecto Final	
					Reemplaza a:	Pag. 7 / 13

# CONJUNTO VÁSTAGO

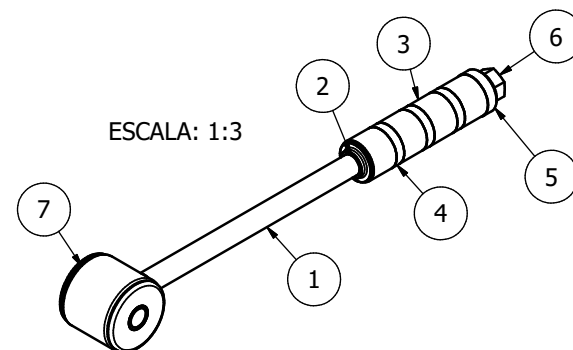
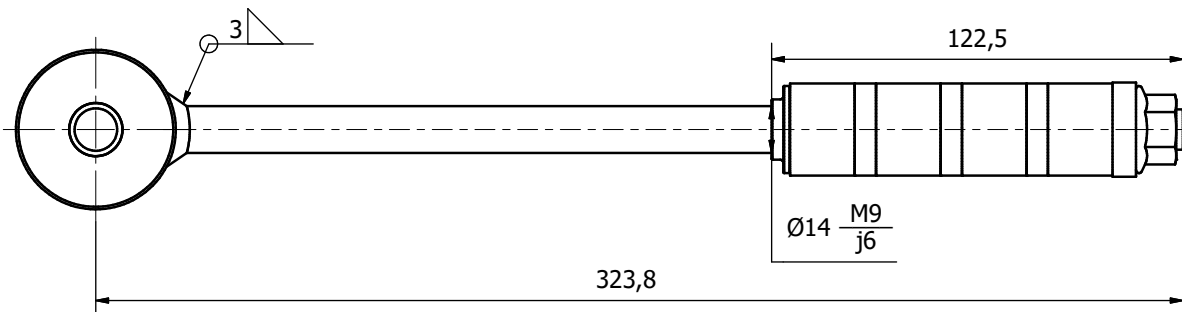
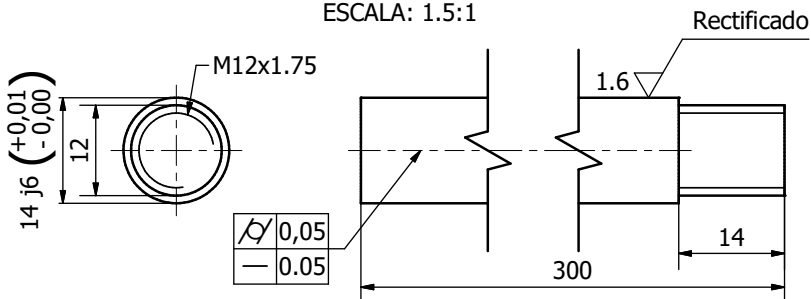


TABLA 2				
IMÁN	CAMPO	DIAM. EXT.	DIAM. INT.	ESPESOR
1	RADIAL	27.5	14	19.2
2	AXIAL	27.5	14	6.4

NOTA: Los imanes se encargan al fabricante según los datos indicados en la Tabla 2.

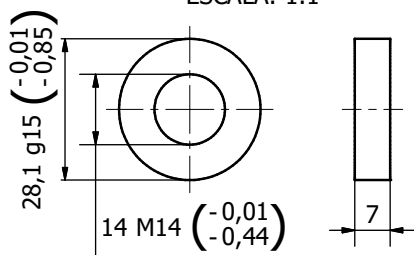
ITEM 1: VÁSTAGO

ESCALA: 1.5:1



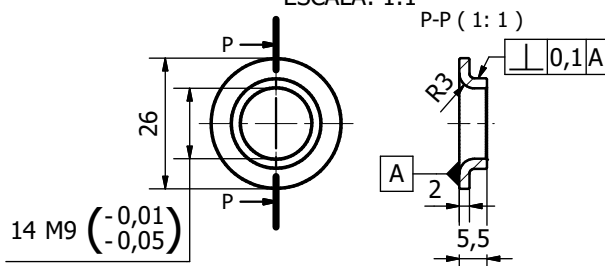
ITEM 5: PISTÓN

ESCALA: 1:1



ITEM 2: FIJACIÓN DE CARRERA

ESCALA: 1:1



## LISTA DE MATERIALES

ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	VÁSTAGO	SAE 1045	BARRA DE HIERRO REDONDO DIAM.: 14mm
2	1	FIJACIÓN DE CARRERA	SAE 1045	PIEZA EMBUTIDA SOLDADA A PUNTOS EN EL VÁSTAGO
3	4	IMAN 1	NEODIMIO/HIERRO /BORO (Nd2Fe14B	CAMPO RADIAL. FABRICANTE ARTIC IMANES S.A.
4	3	IMAN 2	NEODIMIO/HIERRO /BORO (Nd2Fe14B	CAMPO AXIAL. FABRICANTE ARTIC IMANES S.A.
5	1	PISTÓN	POLIAMIDA 6 CON MOS2	BUJE DE GRILÓN
6	1	TUERCA HEXAGONAL	ACERO DIN 934	M12 Acero dureza > 140 HV. Recubrimiento: cincado : cincado ≥ 5 µm s/ISO 4042
7	1	FIJACIÓN SUPERIOR	-	VER PLANO NRO.: 11040000

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio

Dimensiones lineales:  
0.5 a 6 tol.±0.1  
6 a 30 tol.±0.2  
30 a 120 tol.±0.3  
120 a 400 tol.±0.5  
400 a 1000 tol.±0.8

Dimensiones angulares:  
hasta 10° tol.±1°  
10° a 50° tol.±0°30'  
50° a 120° tol.±0°20'  
120° a 400° tol.±0°10'

Rugosidad:  
Din 7168 grado medio

Dibujó  
Revisó  
Aprobó

Fecha  
20/02

Nombre  
Grupo 3

Firma

Escala  
1:1.5



CONJUNTO VÁSTAGO  
Plano Nro.: 11030000

Amortiguador  
Regenerativo

Grupo N°3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
NACIONAL  
FACUTLAD REGIONAL  
GENERAL PACHECO

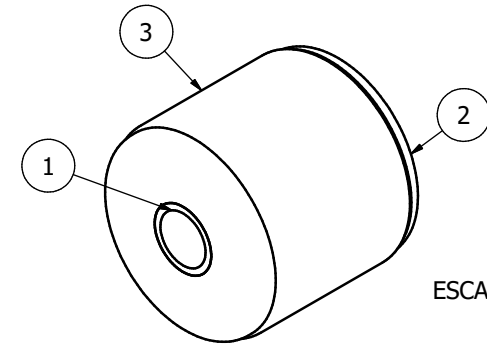
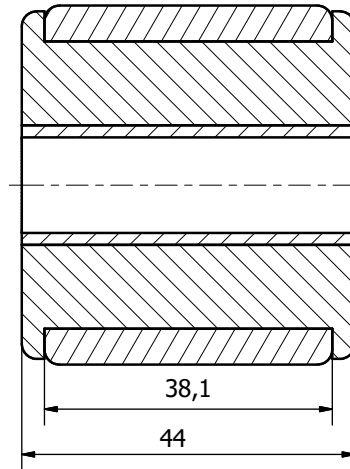
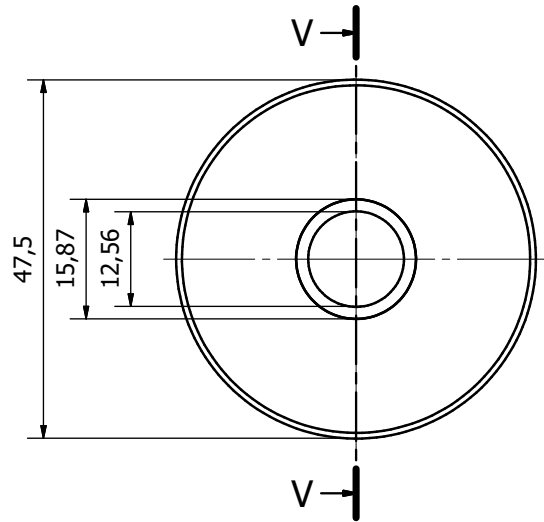
Cátedra: Proyecto Final

Reemplaza a:

Pag.  
8 / 13

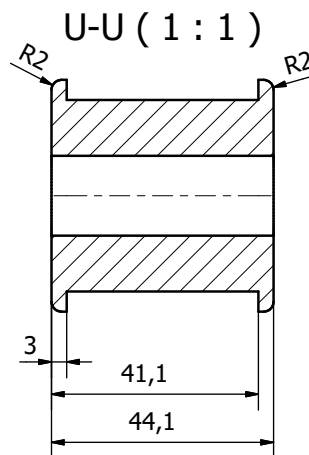
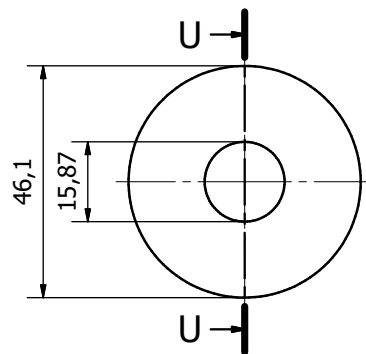
# FIJACIÓN

V-V ( 1.5 : 1 )



ESCALA: 1:1

ITEM 2: ELEMENTO ELÁSTICO  
ESCALA: 1:1



## LISTA DE MATERIALES

ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	OJAL	SAE 1045	HIERRO PLANCHUELA PLEGADO DE 1 1/2" x 3/16". Long.: 149.6 mm. PINTAR CON 1 CAPA DE 100 µm DE ESPESOR (+/- 10µm) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
2	1	ELEMENTO ELÁSTICO	ELASTÓMERO DE POLIURETANO UNE 92120-1/2M:20 08	-
3	1	BUJE ANCLAJE	SAE 1045	Tubos de acero Sección Circular IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 . Diam.: 5/8", esp.: 1.6mm, long.: 44mm

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio

Dimensiones lineales:  
0.5 a 6 tol.±0.1  
6 a 30 tol.±0.2  
30 a 120 tol.±0.3  
120 a 400 tol.±0.5  
400 a 1000 tol.±0.8

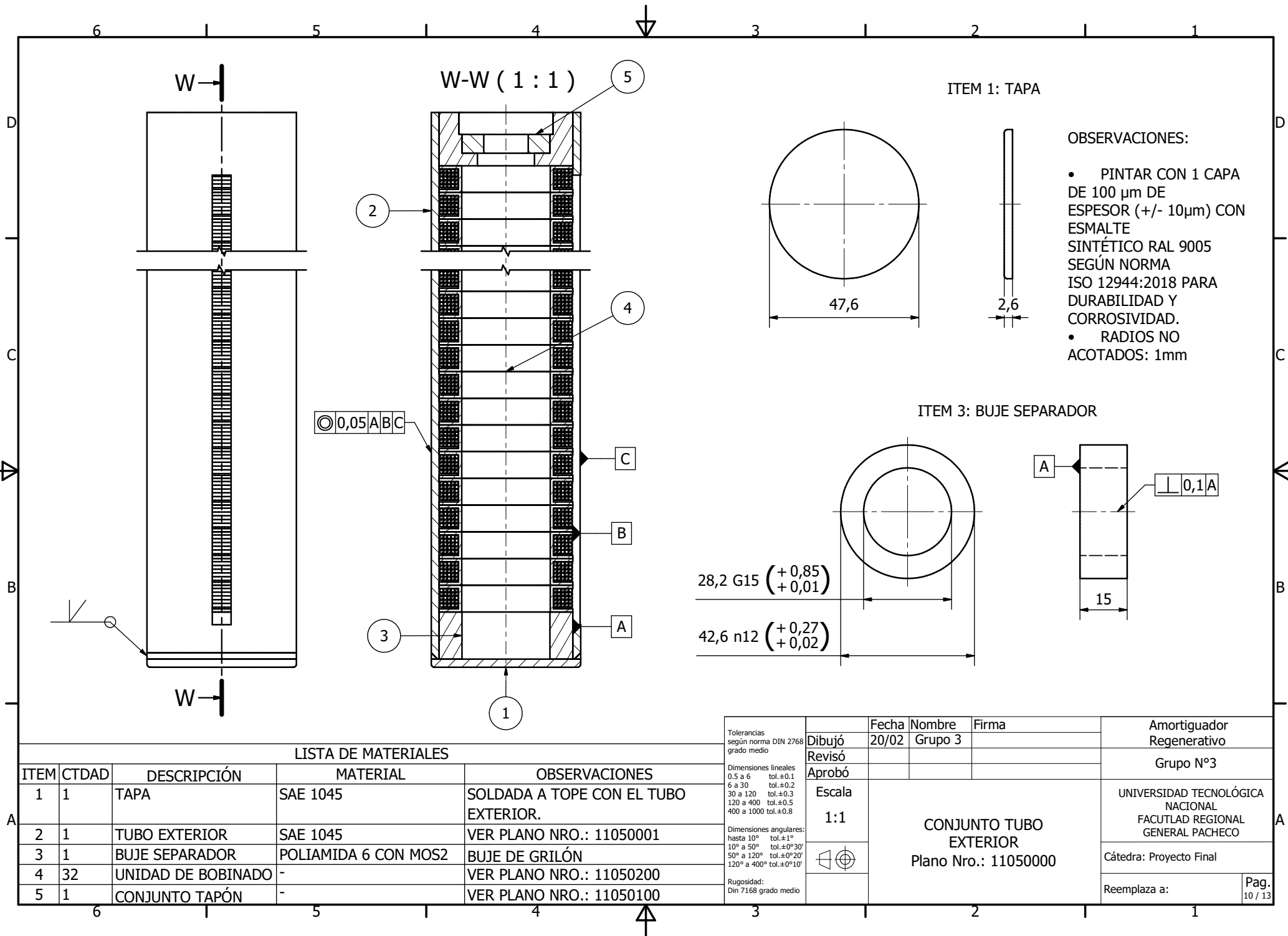
Dimensiones angulares:  
hasta 10° tol.±1°  
10° a 50° tol.±0°30'  
50° a 120° tol.±0°20'  
120° a 400° tol.±0°10'

Rugosidad:  
Din 7168 grado medio

Dibujó	Revisó	Aprobó	Escala	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
				20/02	Grupo 3		Grupo N°3
							UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
							Cátedra: Proyecto Final
							Reemplaza a:
							Pag. 9 / 13

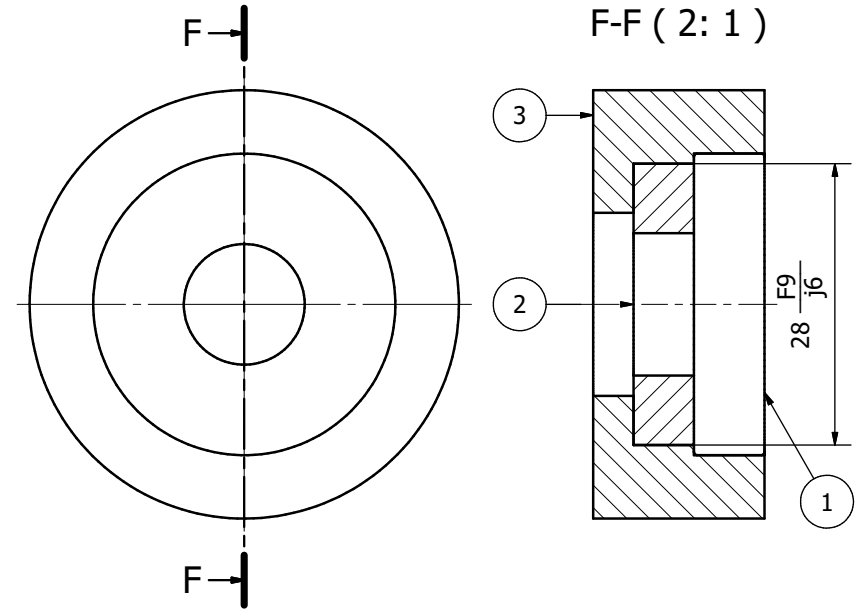
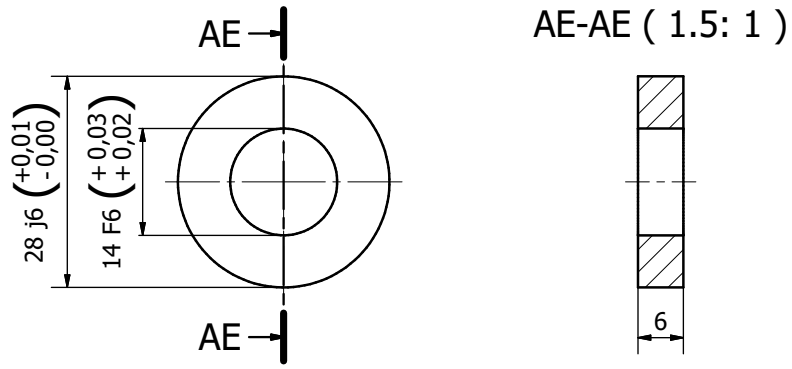
FIJACIÓN  
Plano Nro.: 11040000





ITEM 2: GUÍA DE VÁSTAGO

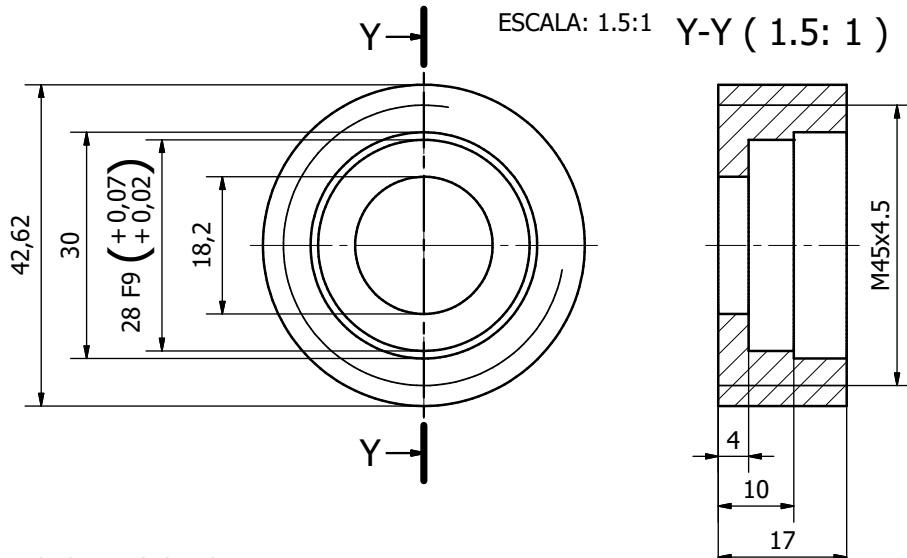
ESCALA: 1.5:1



ITEM 3: TAPÓN

ESCALA: 1.5:1

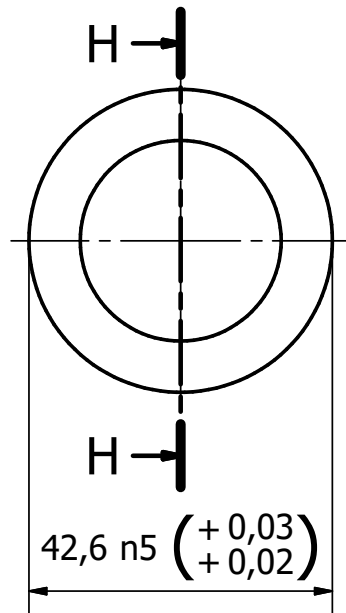
Y-Y ( 1.5: 1 )



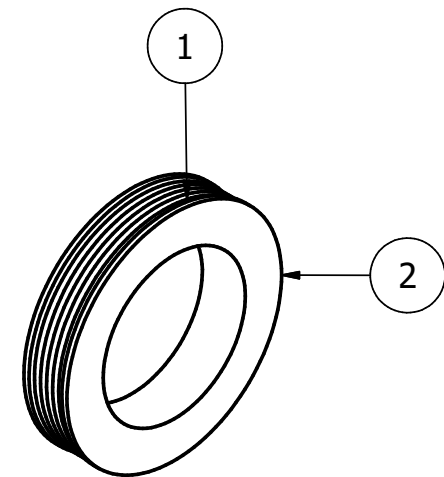
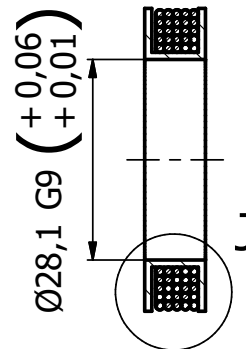
OBSERVACIONES:

- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu$ m DE ESPESOR (+/- 10 $\mu$ m) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- MATAR CANTOS VIVOS

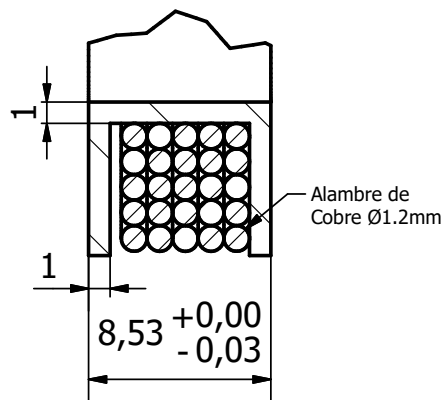
LISTA DE MATERIALES				
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	RETÉN	NITRILO NBR S	ANSI B93.98M-Tipo 4 12x30x7
2	1	GUÍA DE VÁSTAGO	BRONCE SAE 64	-
3	1	TAPÓN	SAE 1045	-
Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio		Fecha	Nombre	Firma
Dibujó		20/02	Grupo 3	
Revisó				
Aprobó				
Escala				
2:1				
Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'				
Rugosidad: Din 7168 grado medio				
CONJUNTO TAPÓN Plano Nro.: 11050100				Amortiguador Regenerativo
				Grupo N°3
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
				Cátedra: Proyecto Final
				Reemplaza a:
				Pag. 11 / 13



H-H ( 1: 1 )




J ( 3: 1 )

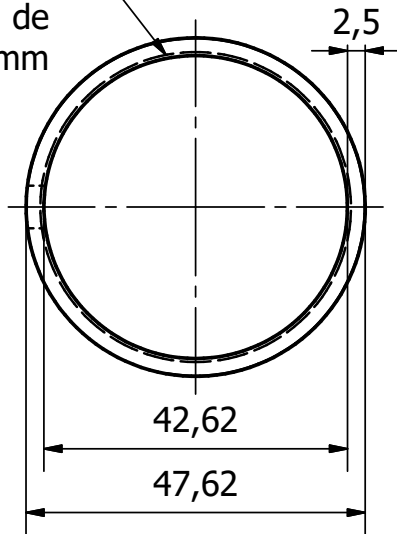


# LISTA DE MATERIALES

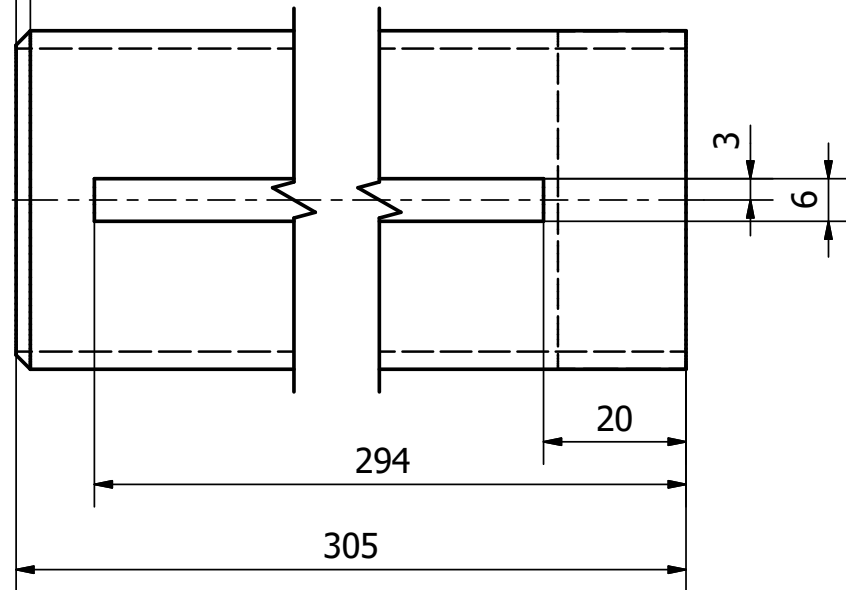
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	BOBINADO DE COBRE	COBRE	CABLE DE COBRE ESMALTADO FABRICANTE: ELECTRO CABLES S.A. NEMA MW35-C. CALIBRE 17.
2	1	PORTA BOBINADO	ALUMINIO L2652-76	PIEZA DE FUNDICIÓN DE ALUMINIO

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio		Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo	
	Dibujó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3	
	Revisó					
	Aprobó					
Dimensiones lineales 0.5 a 6    tol.±0.1 6 a 30    tol.±0.2 30 a 120    tol.±0.3 120 a 400    tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Escala	UNIDAD PORTA BOBINADO Plano Nro.: 11050200			UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO	
1:1						
Cátedra: Proyecto Final						
Reemplaza a:						
Dimensiones angulares: hasta 10°    tol.±1° 10° a 50°    tol.±0°30' 50° a 120°    tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'				Pag. 12 / 13		
Rugosidad: Din 7168 grado medio						

Rosca interna  
M45x5.5  
Profundidad de  
rosca: 18mm



2x45°



#### OBSERVACIONES:

- TUBO DE ACERO DE SECCIÓN CIRCULAR  
IRAM-IAS U500-218  
IRAM-IAS U500-2592
- DIAM.: 1 7/8" esp.: 2.5mm
- MATERIAL: SAE 1045
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100 µm DE  
ESPESOR (+/- 10µm) CON ESMALTE  
SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA  
ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y  
CORROSIVIDAD.

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio		Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo	
	Dibujó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3	
	Revisó					
	Aprobó					
Dimensiones lineales 0.5 a 6    tol.±0.1 6 a 30    tol.±0.2 30 a 120   tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Escala  1:1	TUBO EXTERIOR Plano Nro.: 11050001			UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO	
Dimensiones angulares: hasta 10°   tol.±1° 10° a 50°   tol.±0°30' 50° a 120°   tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'					Cátedra: Proyecto Final	
Rugosidad: Din 7168 grado medio					Reemplaza a:	
					Pag. 13 / 13	

LISTA DE CONJUNTOS

ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
3	1	TOMA INFERIOR	-	VER PLANO NRO.: 12010000
4	1	HOUSING	-	VER PLANO NRO.: 12020000
2	1	CONJUNTO VÁSTAGO	-	VER PLANO NRO.: 12030000
1	1	CONJUNTO TUBO EXTERIOR	-	VER PLANO NRO.: 12040000

Longitud comprimido: 449mm  
Longitud extendido: 583mm

BOM					
NIVEL	CTDAD	DESCRIPCIÓN	NRO DE PLANO	MATERIAL	OBSERVACIONES
3Y	2	AMORTIGUADOR DELANTERO	12000000	-	Peso: 7.6 kg. Medidas no acotadas según geometría 3D.
4Y	1	TOMA INFERIOR	12010000	-	Soldada al tubo exterior en ambos extremos.
4	1	ANCLAJE INFERIOR	12010001	SAE 10145	Union estructural al chasis.
4	2	ANCLAJE LATERAL	12010000	SAE 1010	Pasa cables.
4Y	1	HOUSING	12020000	-	Soldadura por segmento y sellado con pu al tubo exterior para garantizar estanqueidad.
5Y	1	CONJUNTO TAPA SUPERIOR	12020100	-	Abulonado al Housing. Establece la conexión eléctrica del amortiguador.
5	1	TAPA SUPERIOR	12020101	SAE 1010	-
5	3	TERMINALES ROSCADOS	-	ACERO	Pieza de catálogo. Stud GB/T 901-1988 M2x14
5	6	TUERCA HEXAGONAL	-	ACERO	Pieza de catálogo. AS 1112 (2) - Metric M2 Type 5
5	3	GROMMIT	-	ELASTÓMERO	Pieza de catálogo. Gummit VOGT Part No.: 1063
4	2	TUERCA REMACHABLE	-	ACERO	Pieza de catálogo. Tuerca Remachable Rivkle Part No.: 233 01 030 010
4	2	TORNILLO HEXAGONAL	-	ACERO	Pieza de catálogo. AS 1110 - Metric M3 x 8
4	1	TUBO DE ACERO	12020001	SAE 1010	Tubo rectangular IRAM-IAS U500-218 U500-2592 15x25x0,9 mm.
4	1	TAPA INFERIOR	12020000	SAE 1010	Soldada en los extremos al tubo porta cables. Sellado con pu.
4Y	1	CONJUNTO VÁSTAGO	12030000	-	-
4	1	TUERCA HEXAGONAL	-	ACERO INOXIDABLE A2	DIN EN 1661 M16
4	2	FIJACIÓN DE CARRERA	12030000	SAE 1045	Solidario al vástago mediante soldadura por puntos.
4	4	IMAN 1	-	NEODIMIO/HIERRO/BORO (Nd2Fe14B)	Pieza de catálogo. Campo magnetico radial. Fabricante: Artic imanes sa
4	3	IMAN 2	-	NEODIMIO/HIERRO/BORO (Nd2Fe14B)	Pieza de catálogo. Campo magnetico axial. Artic imanes sa
4	1	VÁSTAGO	12030000	SAE 1045	-
4Y	1	CONJUNTO TUBO EXTERIOR	12040000	VARIOS	-
4	1	BUJE SEPARADOR	12040000	NYLON	Buje de grilón.
4	1	TUBO EXTERIOR	12040001	SAE 1045	Tubo de acero sección circular IRAM-IAS U 500-218 U 500-2592. Diametro 63,5mm. Espesor: 2,5mm.
5Y	1	CONJUNTO TAPÓN	12040100	-	Roscado a tope contra el bobinado en el extremo superior del tubo exterior.
5	1	TAPÓN	12040100	SAE 1045	-
5	1	RETEN	-	NITRILO NBR S	Pieza de catalogo. KS B 2804 S S - 28 45 8:1
5	1	GUIA DE VÁSTAGO	12040100	BRONCE SAE 64	-
5Y	32	UNIDAD DE BOBINADO	12040200	-	-
5	1	PORTA BOBINADO	12040200	ALUMINIO L2652-76	Pieza de fundición de aluminio.
5	1	BOBINADO	-	COBRE	-
4	1	TAPA	12040000	SAE 1045	Soldado a tope contra el tubo exterior.
4	1	GUIA DE VÁSTAGO	12040000	BRONCE SAE 64	-

REV	FECHA	APROBADO	DOCUMENTO ADJ.
1	1/04/2020		"CORRECCIÓN DE INGENIERÍA DE DETALLE"

REVISIÓN HISTÓRICA

DOCUMENTO ADJ.

REV

FECHA

APROBADO

DOCUMENTO ADJ.

AMORTIGUADOR DELANTERO

Plano Nro.: 12000000

Escala

1:2

AMORTIGUADOR DELANTERO

Plano Nro.: 12000000

Amortiguador Regenerativo

Grupo N°3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

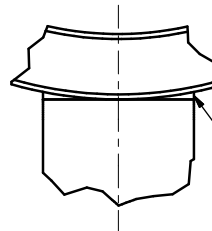
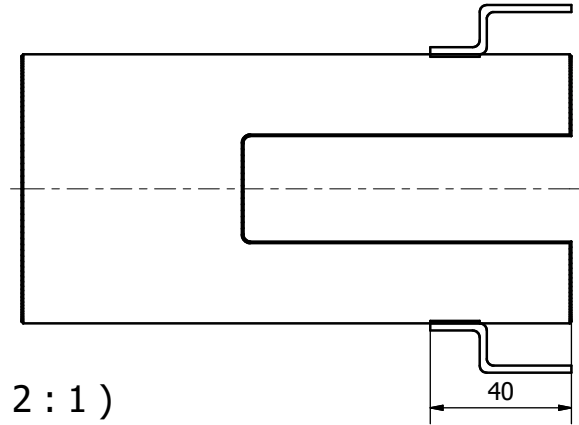
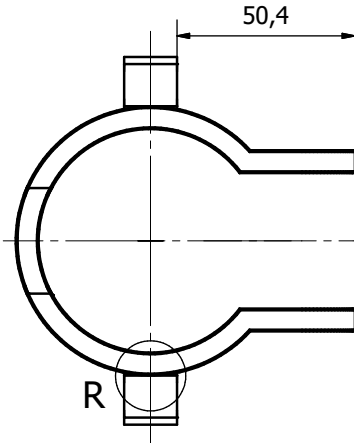
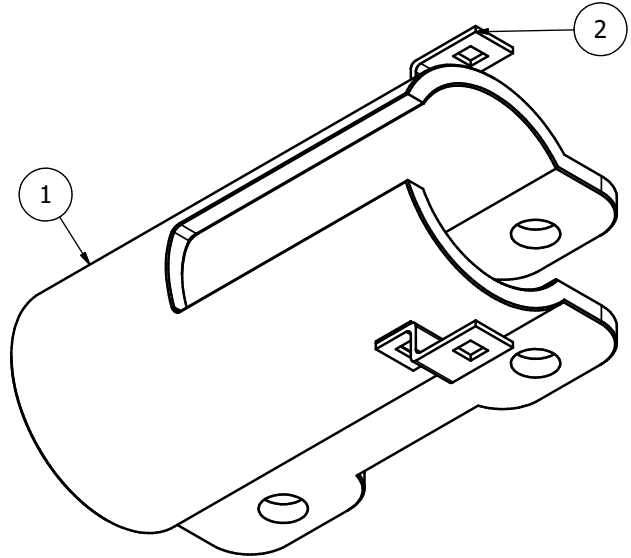
FACULTAD REGIONAL GENERAL PACHECO

Cátedra: Proyecto Final

Reemplaza a:

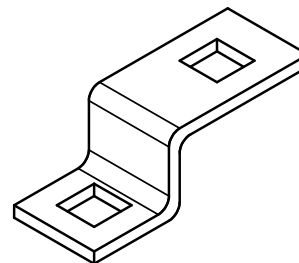
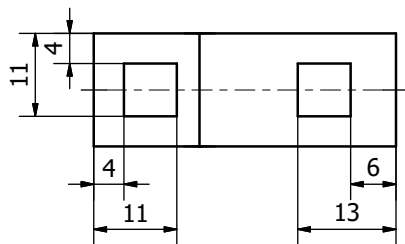
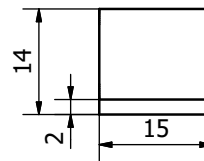
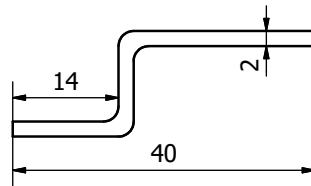
Pag. 1/ 11

## TOMA INFERIOR



SOLDAR A TOPE EN AMBAS CARAS LATERALES, EN TODA LA LONG. DE LA PIEZA.

### ITEM 2: FIJACIÓN LATERAL ESCALA: 1.5:1



### OBSEVACIONES:

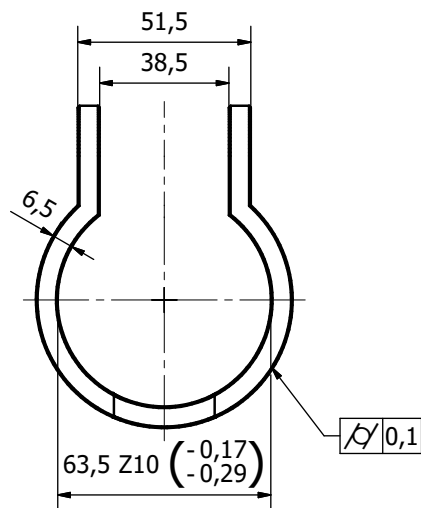
- MATAR CANTOS VIVOS
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE ESPESOR (+/- 10 $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- RADIOS NO ACOTADOS: 2mm

### LISTA DE MATERIALES

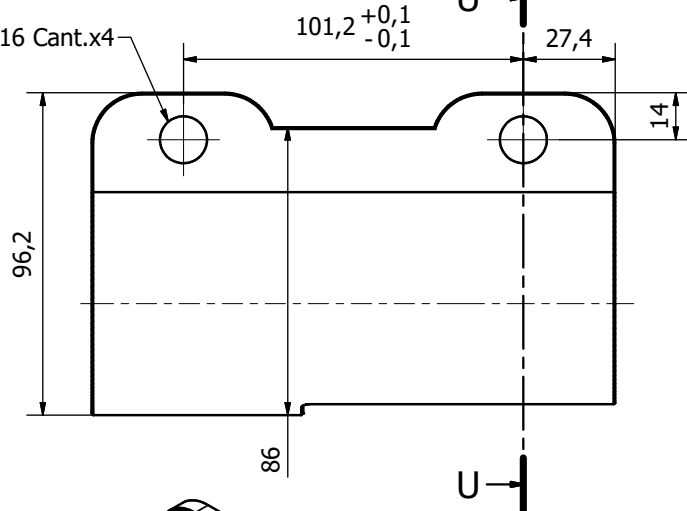
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	FIJACIÓN INFERIOR	SAE 1045	VER PLANO NRO.: 12010001
2	2	FIJACIÓN LATERAL	SAE 1010	-

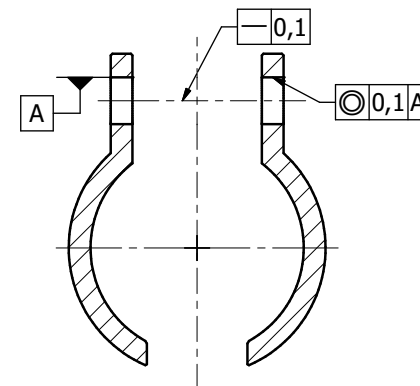
Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
Dimensiones lineales: 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Revisó	20/02	Grupo 3		
Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'	Aprobó				
Rugosidad: Din 7168 grado medio	Escala	TOMA INFERIOR Plano Nro.: 12010000			Grupo N°3
	0.7:1				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
					Cátedra: Proyecto Final
					Reemplaza a:



Ø14 G16 Cant.x4



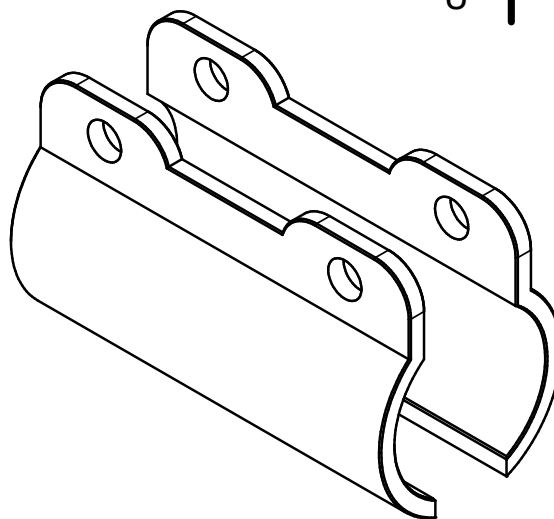
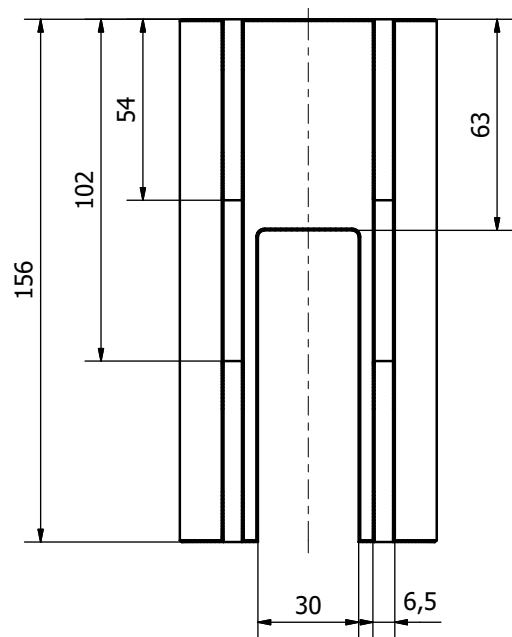
U-U (1 : 1.5)



TOLERANCIAS DIMENSIONALES A VERIFICAR CLAMPEANDO CALIBRE PATRÓN, QUE ASEGURA LA POSICIÓN DE MONTAJE Y EL PARALELISMO ENTRE ALETAS.

#### OBSERVACIONES:

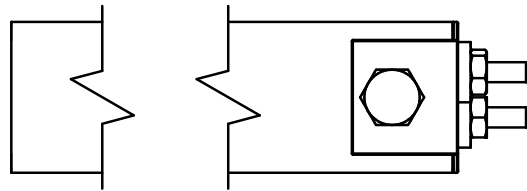
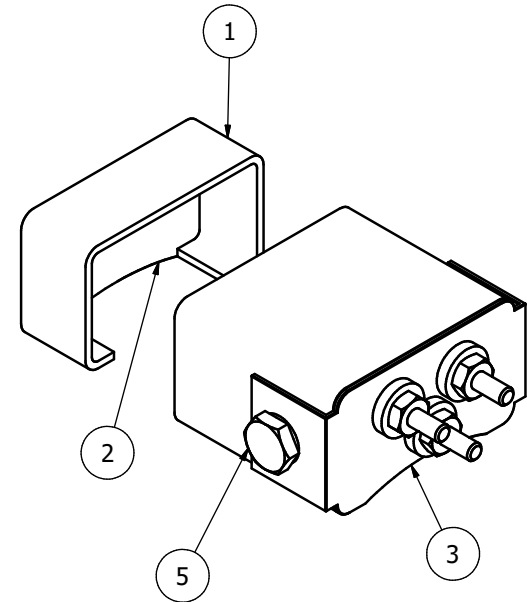
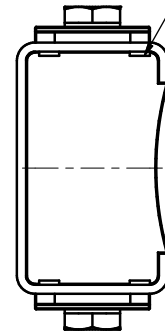
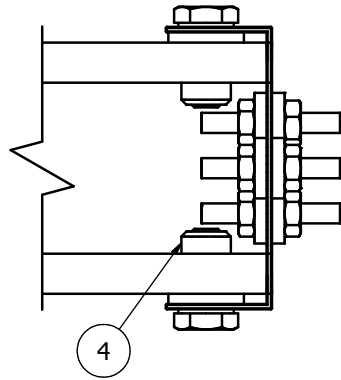
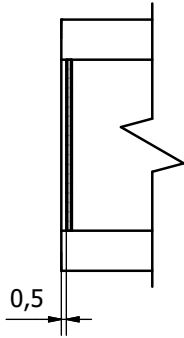
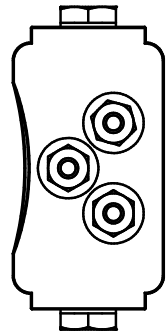
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE ESPESOR (+/- 10 $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- RADIOS NO ACOTADOS: 15mm
- MATAR CANTOS VIVOS
- MATERIAL: SAE 1045



Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio  Dimensiones lineales: 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8  Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'  Rugosidad: Din 7168 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
	Revisó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3
	Aprobó				
	Escala				
	1:1.5				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
					Cátedra: Proyecto Final
					Reemplaza a:
					Pag. 3 / 11

ANCLAJE INFERIOR  
Plano Nro.: 12010001

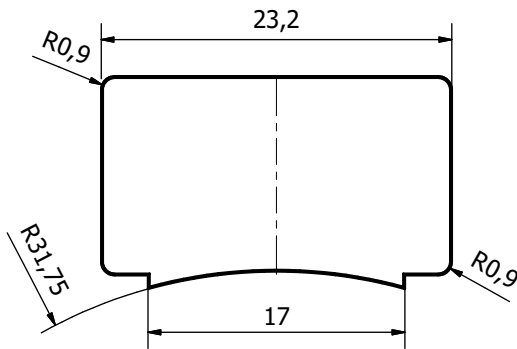
# HOUSING



ITEM 2: TAPA INFERIOR  
ESCALA 3:1

## OBSERVACIONES:

- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu$ m DE ESPESOR (+/- 10 $\mu$ m) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- MATAR CANTOS VIVOS



## LISTA DE MATERIALES

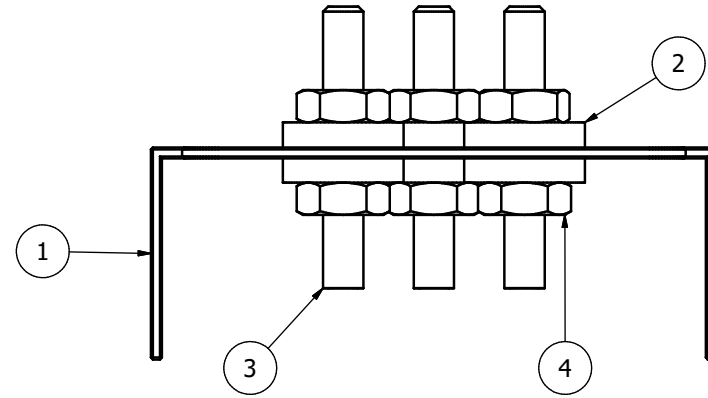
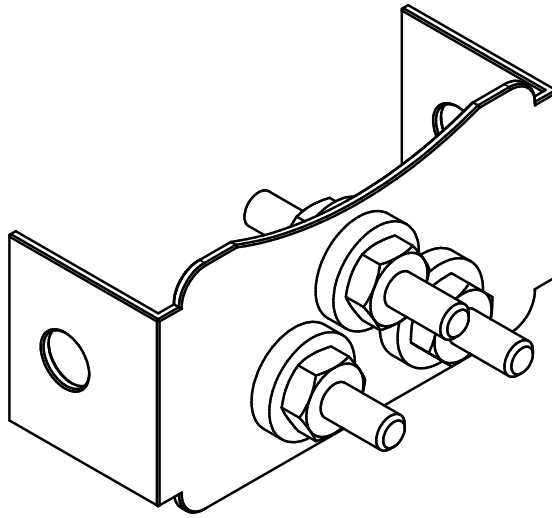
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	TUBO PORTA CABLES	SAE 1010	VER PLANO NRO.: 12020001
2	1	TAPA INFERIOR	SAE 1010	CHAPA ESP.: 0.55mm
3	1	TAPA SUPERIOR	SAE 1010	CHAPA ESP.: 0.55mm
4	2	TUERCA REMACHABLE M3 CABEZA PLANA.	ACERO 11SMnPb3 0	FABRICANTE: RIVKLE. NRO DE PARTE: 233 01 030 010.
5	2	TORNILLO HEXAGONAL	ACERO CLASE 8.8	M3 x 8 DIN 933 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq$ 5 $\mu$ m s/ISO 4042

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
Dimensiones lineales: 0,5 a 6 tol.±0,1 6 a 30 tol.±0,2 30 a 120 tol.±0,3 120 a 400 tol.±0,5 400 a 1000 tol.±0,8	Revisó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3
Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'	Aprobó				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
Rugosidad: Din 7168 grado medio	Escala				Cátedra: Proyecto Final
	2:1				Reemplaza a:
					Pag. 4 / 11

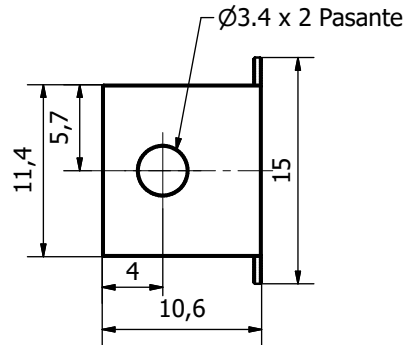
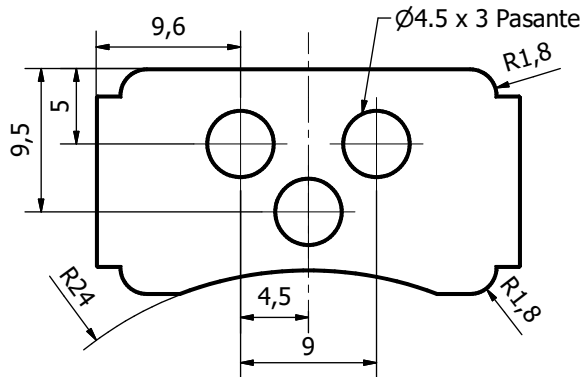
HOUSING  
Plano Nro.: 12020000



## CONJUNTO TAPA SUPERIOR

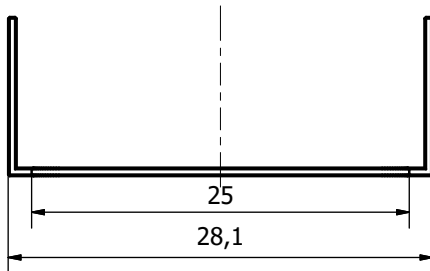


ITEM 1: TAPA SUPERIOR ESCALA 3:1



### OBSERVACIONES:

- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE ESPESOR (+/- 10 $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- MATAR CANTOS VIVOS

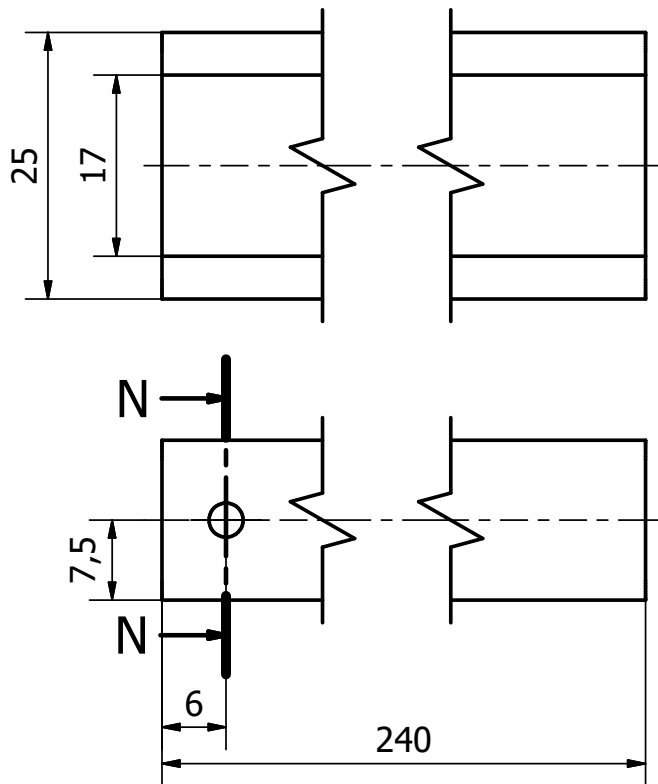


### LISTA DE MATERIALES

ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	TAPA SUPERIOR	SAE 1010	PINTAR CON 1 MANO DE ANTIOXIDO MAS 2 MANOS DE ESMALTE SINTETICO RAL 9005. MATAR CANTOS VIVOS.
2	3	PASACABLE	ELASTÓMERO CR 40° Sh	CABLE GROMMETS FABRICANTE: GUMMIVOGT NRO DE PARTE: 1063
3	3	TERMINAL ROSCADO	ACERO DIN 938	M2x14
4	6	TUERCA HEXAGONAL	ACERO DIN 934	M2 TYPE 5 Acero dureza > 140 HV. Recubrimiento: cincado : cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
Dimensiones lineales: 0,5 a 6 tol.±0,1 6 a 30 tol.±0,2 30 a 120 tol.±0,3 120 a 400 tol.±0,5 400 a 1000 tol.±0,8	Revisó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3
Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'	Aprobó				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
Rugosidad: Din 7168 grado medio	Escala				Cátedra: Proyecto Final
	4:1				Reemplaza a:
					Pag. 5 / 11

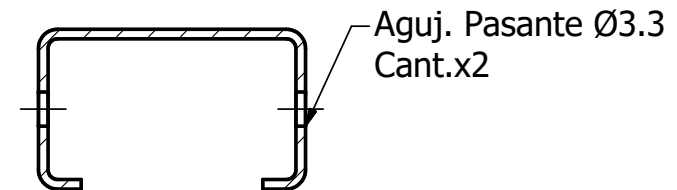
CONJUNTO TAPA SUPERIOR  
Plano Nro.: 12020100




# OBSERVACIONES:

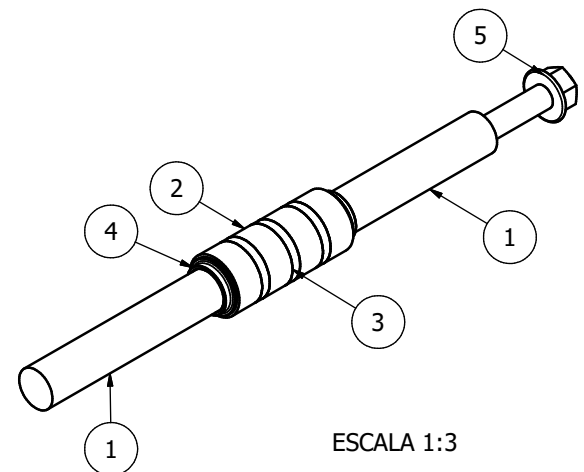
- TUBO RECTANGULAR 15x25x0.9  
IRAM IAS U500-218 / U500-2592
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE ESPESOR (+/- 10 $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- MATERIAL: SAE 1010

N-N ( 1.5 : 1 )



Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio  Dimensiones lineales 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8  Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'  Rugosidad: Din 7168 grado medio		Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
	Dibujó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3
	Revisó				
	Aprobó				
Escala  1.5:1  	TUBO PORTA CABLEADO Plano Nro.: 12020001				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
					Cátedra: Proyecto Final
					Reemplaza a:
					Pag. 6 / 11

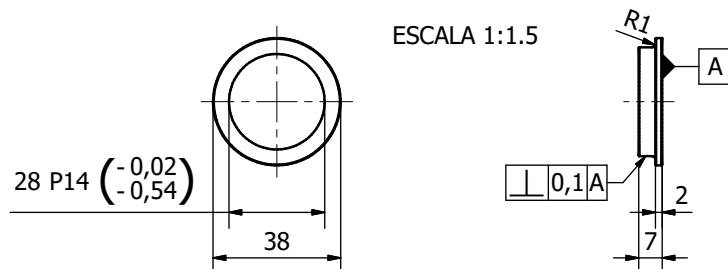
ESCALA 1:2



IMÁN	CAMPO	DIAM. EXT.	DIAM. INT.	ESPESOR
1	RADIAL	41.5	28	19.2
2	AXIAL	41.5	28	6.4

ESCALA 1:3

ESCALA 1:1.5



LISTA DE MATERIALES				
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	VÁSTAGO	SAE 1045	TEMPLE SUPERFICIAL. CROMADO Y PULIDO.
2	4	IMAN 1	NEODIMIO/HIERRO/ BORO (Nd2Fe14B)	Pieza de catálogo. Campo magnetico radial. Fabricante: Artic imanes sa
3	3	IMAN 2	NEODIMIO/HIERRO/ BORO (Nd2Fe14B)	Pieza de catálogo. Campo magnetico axial. Fabricante: Artic imanes sa
4	2	FIJACIÓN DE CARRERA	SAE 1045	FIJO AL VÁSTAGO MEDIANTE SOLDADURA POR PUNTO.
5	1	ANCLAJE SUPERIOR	ACERO DIN 6923	TUERCA SOMBRERO M16:1

	Fecha	Nombre	Firma
8 Dibujo	20/02	Grupo 3	

Revisó			
Aprobó			

Escala	
--------	--

CONJUNTO VÁSTAGO  
Plano Nº 12322222

CONJUNTO VÁSTAGO  
Plano Nro.: 12030000

## Amortiguador Regenerativo

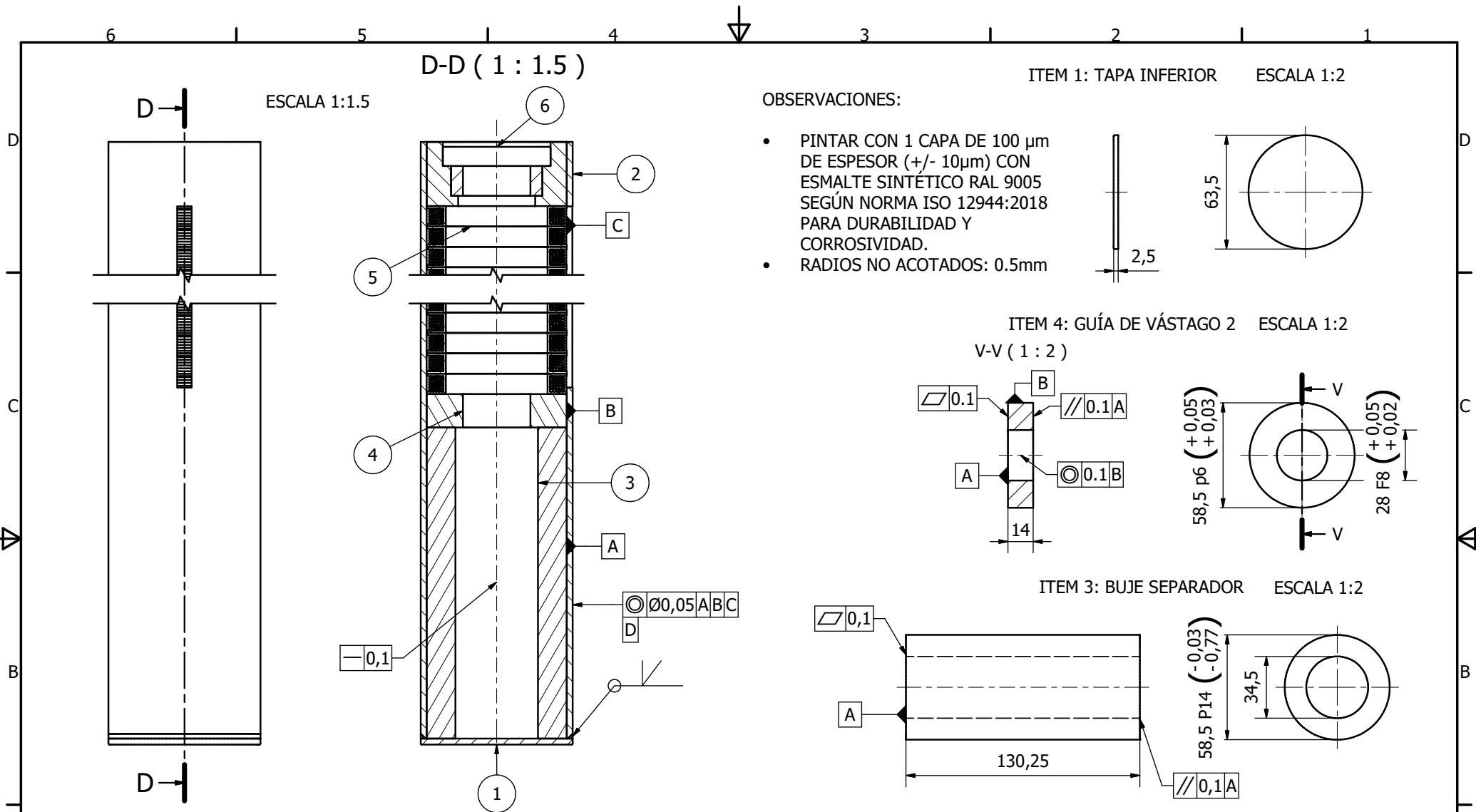
Grupo N°3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
NACIONAL  
FACUTLAD REGIONAL  
GENERAL PACHECO

Cátedra: Proyecto Final

Reemplaza a:

Pag.  
7 / 11



#### LISTA DE MATERIALES

ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	TAPA INFERIOR	SAE 1045	SOLDADA A TOPE CON EL TUBO EXTERIOR
2	1	TUBO EXTERIOR	SAE 1045	VER PLANO NRO.: 12040001
3	1	BUJE SEPARADOR	POLIAMIDA 6 CON MOS2	BUJE MECANIZADO DE GRILON
4	1	GUÍA DE VÁSTAGO 2	BRONCE SAE 64	-
5	28	UNIDAD DE BOBINADO	-	VER PLANO NRO.: 12040200
6	1	CONJUNTO TAPÓN	-	VER PLANO NRO.: 12040100

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio

Dimensiones lineales  
0.5 a 6 tol.±0.1  
6 a 30 tol.±0.2  
30 a 120 tol.±0.3  
120 a 400 tol.±0.5  
400 a 1000 tol.±0.8

Dimensiones angulares:  
hasta 10° tol.±1°  
10° a 50° tol.±0°30'  
50° a 120° tol.±0°20'  
120° a 400° tol.±0°10'

Rugosidad:  
Din 7168 grado medio

Dibujó  
Revisó  
Aprobó

Fecha  
20/02

Nombre  
Grupo 3

Firma

Escala

CONJUNTO TUBO EXTERIOR  
Plano Nro: 12040000

Amortiguador  
Regenerativo

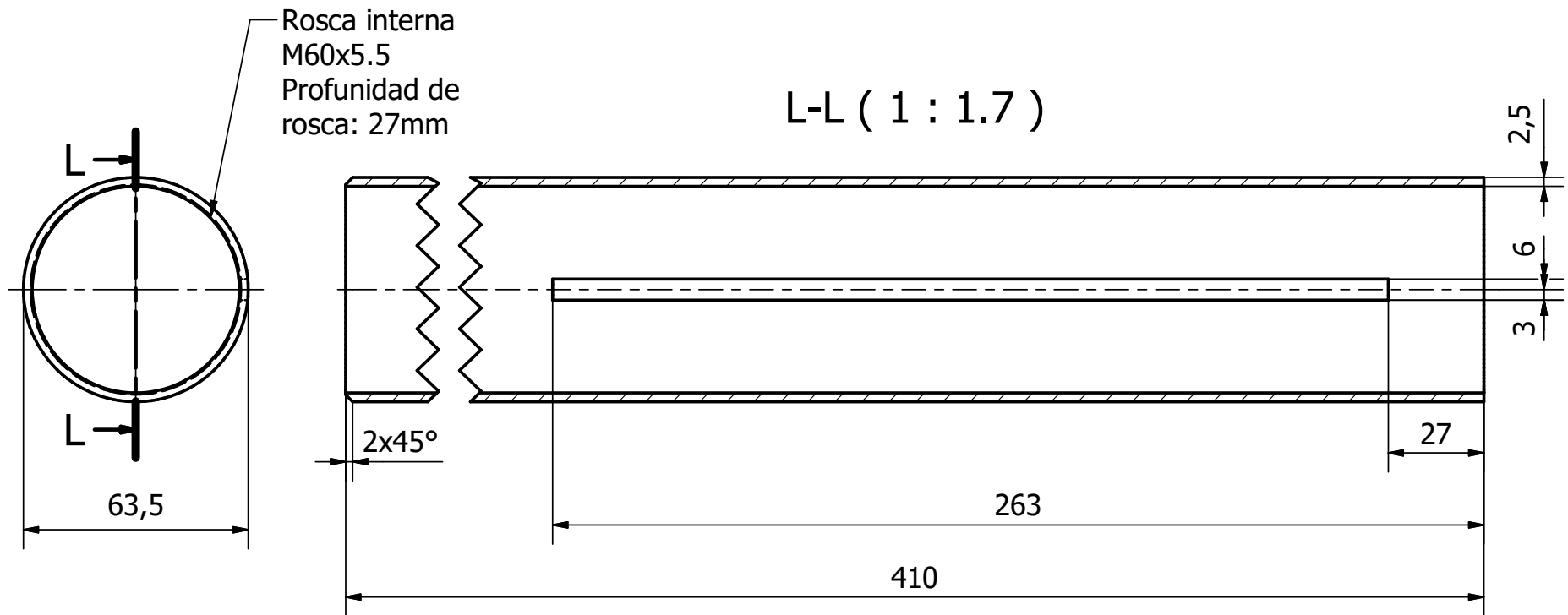
Grupo N°3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
NACIONAL  
FACUTLAD REGIONAL  
GENERAL PACHECO

Cátedra: Proyecto Final

Reemplaza a:

Pag.  
8 / 11



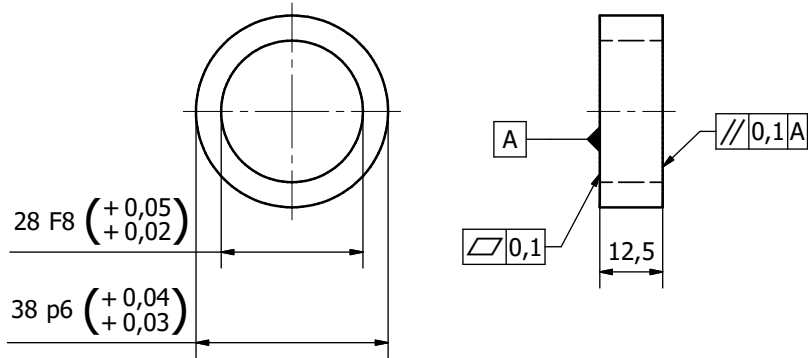
#### OBSERVACIONES:

- TUBO DE ACERO DE SECCIÓN CIRCULAR  
IRAM-IAS U500-218  
IRAM-IAS U500-2592  
DIAM.: 2 1/2" esp.: 2.5mm
- PINTAR CON 1 CAPA DE 100 µm DE  
ESPESOR (+/- 10µm) CON ESMALTE  
SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA  
ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y  
CORROSIVIDAD.
- MATERIAL: SAE 1045

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo	
	Revisó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3	
	Aprobó				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO	
Dimensiones lineales 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Escala	TUBO EXTERIOR Plano Nro.: 12040001			Cátedra: Proyecto Final	
	1:1.7				Reemplaza a:	
					Pag. 9 / 11	
Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'						
Rugosidad: Din 7168 grado medio						

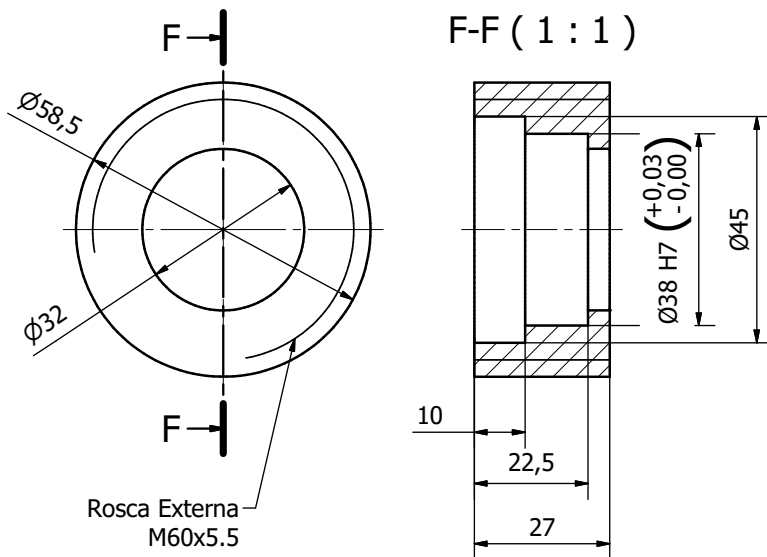
## ITEM 1: GUÍA DE VÁSTAGO 1

ESCALA 1:1



## ITEM 3: TAPÓN

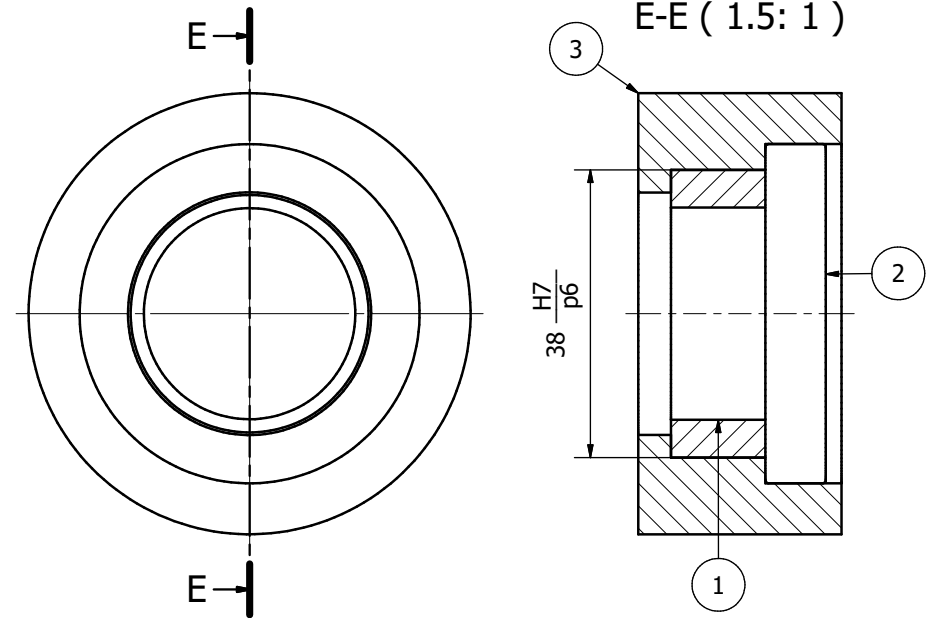
ESCALA 1:1



## OBSERVACIONES:

- PINTAR CON 1 CAPA DE 100  $\mu\text{m}$  DE ESPESOR (+/- 10  $\mu\text{m}$ ) CON ESMALTE SINTÉTICO RAL 9005 SEGÚN NORMA ISO 12944:2018 PARA DURABILIDAD Y CORROSIVIDAD.
- MATAR CANTOS VIVOS

## CONJUNTO TAPÓN



## LISTA DE MATERIALES

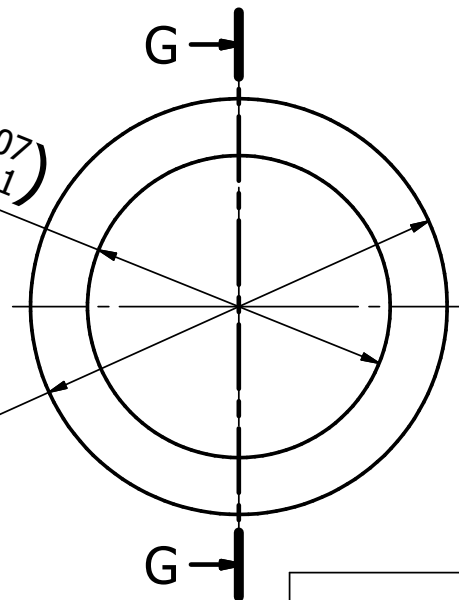
ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	GUÍA DE VÁSTAGO 1	BRONCE SAE 64	-
2	1	RETÉN	NITRILO (NBR S)	Rectificado tipo Mx: doble labio con un resorte. Part. Nro.: KS B 2804 S S - 28 45 8:1
3	1	TAPÓN	SAE 1045	-

Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
Dimensiones lineales: 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8	Revisó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3
Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'	Aprobó				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
Rugosidad: Din 7168 grado medio	Escala				Cátedra: Proyecto Final
	1.5:1				Reemplaza a:
					Pag. 10 / 11

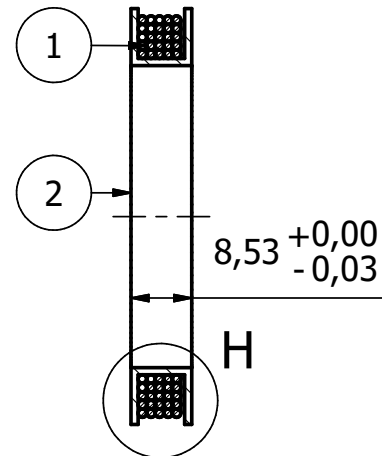
CONJUNTO TAPÓN  
Plano Nro.: 12040100

$\varnothing 42,5 \text{ G9 } \left( \begin{smallmatrix} +0,07 \\ +0,01 \end{smallmatrix} \right)$

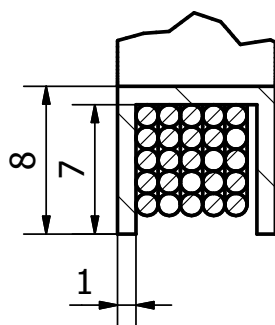
$\varnothing 58,5 \text{ p6 } \left( \begin{smallmatrix} +0,05 \\ +0,03 \end{smallmatrix} \right)$



G-G ( 1 : 1 )



H ( 2,60 : 1 )



# LISTA DE MATERIALES

ITEM	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	BOBINADO	COBRE	CABLE DE COBRE ESMALTADO FABRICANTE: ELECTRO CABLES S.A. NEMA MW35-C. CALIBRE 17.
2	1	PORTA BOBINADO	ALUMINIO L2652-76	PIEZA DE FUNDICIÓN DE ALUMINIO ESP.: 1mm

<p>Tolerancias según norma DIN 2768 grado medio</p> <p>Dimensiones lineales 0.5 a 6 tol.±0.1 6 a 30 tol.±0.2 30 a 120 tol.±0.3 120 a 400 tol.±0.5 400 a 1000 tol.±0.8</p> <p>Dimensiones angulares: hasta 10° tol.±1° 10° a 50° tol.±0°30' 50° a 120° tol.±0°20' 120° a 400° tol.±0°10'</p> <p>Rugosidad: Din 7168 grado medio</p>	Dibujó	Fecha	Nombre	Firma	Amortiguador Regenerativo
	Revisó	20/02	Grupo 3		Grupo N°3
	Aprobó				
	Escala				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACUTLAD REGIONAL GENERAL PACHECO
	1:1		<p>UNIDAD DE BOBINADO Plano Nro.: 12040200</p>		Cátedra: Proyecto Final
					Reemplaza a:
					Pag. 11 / 11