

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



TRABAJO DE FIN DE GRADO

DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 N.m DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1

Julio de 2017

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

AUTOR: Alfonso Fabrich Marín

TUTOR: Manuel Tur Valiente

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



DOCUMENTO N°1

MEMORIA



Índice de contenido

1.	OBJETO DEL PROYECTO	4
2.	CONDICIONES Y NECESIDADES DE DISEÑO.....	5
2.1	PAR Y VELOCIDAD DEMANDADA.....	5
2.2	GEOMETRÍA DEL CONJUNTO	5
2.3	MANTENIMIENTO Y VIDA DEL CONJUNTO	5
2.4	CONDICIONES AMBIENTALES	5
3.	NORMATIVA	6
4.	SOLUCIONES ALTERNATIVAS	7
4.1	TRANSMISIÓN POR CORREAS-CADENA	7
4.1.1.	<i>Correas planas.....</i>	7
4.1.2.	<i>Correas trapeciales.....</i>	8
4.1.3.	<i>Correas dentadas</i>	9
4.1.4.	<i>Ruedas de fricción</i>	10
4.2	TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES	11
4.2.1.	<i>Engranajes cilíndricos.....</i>	11
4.2.2.	<i>Engranajes cónicos.....</i>	12
4.2.3.	<i>Tornillo sinfín-corona</i>	12
5.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	14
5.1	DESCRIPCIÓN DE LOS ENGRANAJES.....	14
5.1.1.	<i>Etapa 1</i>	14
5.1.2.	<i>Etapa 2</i>	15
5.2	EJES DE TRANSMISIÓN	16
5.2.1.	<i>Eje de entrada</i>	16
5.2.2.	<i>Eje intermedio</i>	17
5.2.3.	<i>Eje de salida.....</i>	17
5.3	RODAMIENTOS	18
5.3.1.	<i>Eje de entrada</i>	18
5.3.2.	<i>Eje intermedio</i>	20
5.3.3.	<i>Eje salida</i>	22
5.4	CHAVETAS	24
5.5	CASQUILLOS.....	25
5.6	ANILLOS DE SEGURIDAD.....	26
5.7	RETENES DE ACEITE.....	26
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	29



Índice de tablas

<i>Tabla 1. Datos engranajes etapa 1</i>	15
<i>Tabla 2. Propiedades mecánicas 16MnCr5</i>	15
<i>Tabla 3. Datos engranajes etapa 2</i>	16
<i>Tabla 4. Rodamiento A de bolas eje entrada</i>	19
<i>Tabla 5. Rodamiento B de bolas eje entrada</i>	20
<i>Tabla 6. Rodamiento A de bolas eje intermedio</i>	21
<i>Tabla 7. Rodamiento B de bolas eje intermedio</i>	22
<i>Tabla 8. Rodamiento A de bolas eje salida</i>	23
<i>Tabla 9. Rodamiento B de bolas eje salida</i>	24

Índice de figuras

<i>Figura 1. Correas de tipo plano</i>	8
<i>Figura 2. Vista de las distintas capas de una corra trapecial</i>	8
<i>Figura 3 Sección correa trapecial</i>	9
<i>Figura 4 Polea-correa dentada</i>	10
<i>Figura 5. Rueda de fricción exterior e interior</i>	10
<i>Figura 6. Transmisión por engranaje</i>	11
<i>Figura 7. Engranaje recto y helicoidal</i>	12
<i>Figura 8. Engranajes cónicos</i>	12
<i>Figura 9. Tronillo sinfín-corona</i>	13
<i>Figura 10. Disposición de los árboles de transmisión</i>	16
<i>Figura 11. Eje de entrada</i>	17
<i>Figura 12. Eje intermedio</i>	17
<i>Figura 13. Eje de salida</i>	18
<i>Figura 14. Dimensiones chavetas paralelas</i>	25
<i>Figura 15. Gráfico para la selección del tipo de compuesto en función de la velocidad y diámetro del eje</i>	26
<i>Figura 16. Sello de aceite eje de entrada</i>	27
<i>Figura 17. Sello de aceite eje de salida</i>	27
<i>Figura 18. Respirader de llenado</i>	28



1. Objeto del proyecto

El presente proyecto, tiene como objeto el diseño de un reductor de velocidad con los siguientes requerimientos impuestos:

- Par de salida. $T_s = 300 \text{ N.m}$
- Relación de velocidades. $i = 7.1$
- Velocidad máxima a la entrada del motor. $W_e = 3000 \text{ rpm}$

El diseño final será capaz de transformar una cierta velocidad y un cierto par a la entrada del reductor, generado por un motor, en un par de salida más elevado disminuyendo a su vez velocidad a la salida.



2. Condiciones y necesidades de diseño

La finalidad principal del diseño será transformar una velocidad máxima de entrada de 3000 rpm, que generará un par a la salida de 300 Nm.

A su vez, se pretende que el diseño cumpla con las siguientes pretensiones:

- Cumplimiento de los requerimientos de velocidad máxima a la entrada y par a la salida como la relación de velocidades ($i=7.1$).
- Fiabilidad los conjuntos y sus componentes.
- Limitación de vibraciones y en consecuencia ruidos que se puedan dar.
- Diseño del conjunto compacto
- Diseño y fabricación a bajo coste.

2.1 Par y velocidad demandada

Se demanda un par a la salida del conjunto reductor de 300Nm a partir de varias etapas con una relación de transmisión de 7.1, a una velocidad máxima a la entrada de 3000 rpm.

2.2 Geometría del conjunto

Se pretende un diseño compacto, para beneficiar su manteniendo y su puesta en marcha en los sectores de la industria que requieran de este tipo de máquinas. Aunque no sea un factor directamente proporcional, un conjunto compacto suele conllevar a un ahorro en cuanto a costes de material pero no en la fabricación del mismo.

2.3 Mantenimiento y vida del conjunto

Por la tipología de trabajo que se requiere para el conjunto, es necesario un alto grado de fiabilidad para todos los ciclos para los que este diseñado el mismo. Para este caso, los rodamientos, están diseñados para una vida útil de 15.000 horas de trabajo.

2.4 Condiciones ambientales

El diseño comprende una temperatura ambiental media en torno a los 70°C, en un rango de 35°C a 100°C.



3. Normativa

- UNE-EN 10027. Norma para la designación de forma simbólica y numérica de los aceros.
- UNE-EN 36003. Norma para la designación de forma simbólica y numérica de fundiciones.
- UNE 18048. Precisión de ruedas dentadas y engranajes cilíndricos-rectos con dientes de perfil evolvente.
- ISO 3448. Clasificación de los lubricantes industriales por viscosidad y densidad.
- UNE 18018. Relativa a los ejes de transmisión.
- UNE 18037. Referente a rodamientos
- UNE 17102. Referente a chavetas normalizadas
- UNE 26074/ 26075. Referente a anillos de seguridad para ejes



4. Soluciones alternativas

Para el tipo de trabajo que se le demanda al conjunto del reductor de velocidad, donde se pretende que a lo largo de sus etapas reduzca su velocidad a favor de incrementar el para a la salida.

Para este fin, existen muchas soluciones de transmisión mecánicas para satisfacer estos requerimientos, como se enumeran a continuación.

4.1 Transmisión por correas-cadena

Este tipo de transmisiones, se encuentran en un rendimiento entorno al 85-90%, aunque sus relaciones de transmisión no sean exactas, son muy requeridas por sus reducidos costes y bajos tiempos para su posicionamiento, además de ser un tipo de relación silenciosa.

Una de sus principales ventajas es la posibilidad de absorber sobrecargas en el sistema debido a su carácter elástico. Además de ser indicadas para aplicaciones donde las distancias entre ejes sean relativamente grandes.

En contraposición, este tipo de sistemas, tiende a forzar los rodamientos de los ejes y la vida de las correas o cadenas son limitadas.

Tipos de cadenas:

4.1.1. Correas planas

Este tipo de correas se caracterizan por su sección rectangular en una banda continua, donde se pueden encontrar en materiales de cuero (clasificados su tensión admisible en Clase I, Clase II y Clase III) y tejidos de algodón o plástico.



Figura 1. Correas de tipo plano

4.1.2. Correas trapeciales

Este tipo de correas son las más ampliamente utilizadas en transmisiones en el sector industrial, en el cual se construyen a través de diferentes materiales resistentes a la tracción.

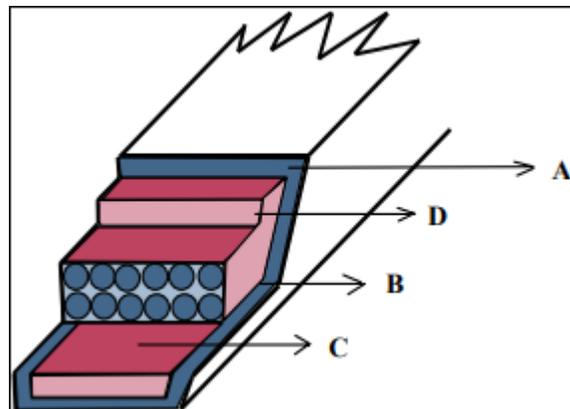


Figura 2. Vista de las distintas capas de una corra trapecial

a) Funda exterior (tejido vulcanizado)

- b) Materiales de soporte de cargas
- c) Caucho
- d) Capa indicada para la flexión.

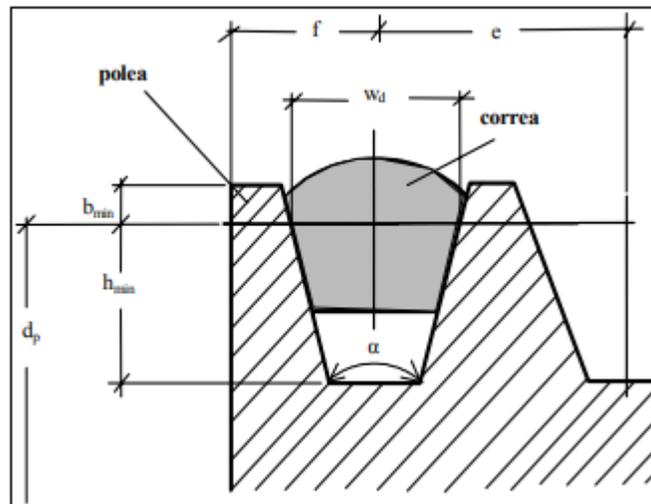


Figura 3 Sección correa trapecial.

Su sección en forma de cuña favorece a su empleo en trabajos donde la distancia entre sus centros no sea elevada o aplicaciones con amplias diferencias entre sus diámetros de polea-rueda.

4.1.3. Correas dentadas

Una evolución de las correas trapeciales y planas donde se eliminan los inconvenientes de las mismas, también conocidas como correas de sincronización.

En su construcción suele emplearse materiales tipo nylon o neopreno.

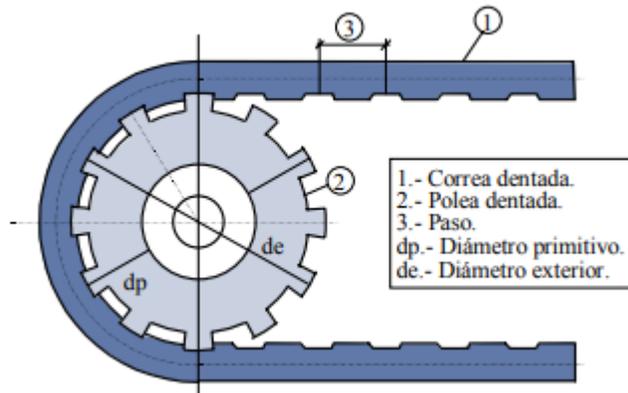


Figura 4 Polea-correa dentada

Ventajas:

- Reducida carga en los rodamientos de los ejes
- Funcionamiento silenciosos
- N precisa de lubricación

4.1.4. Ruedas de fricción

Esta tipología se caracteriza por la forma en que se transmite el movimiento de una rueda a otra, donde interviene notoriamente la fuerza de rozamiento.

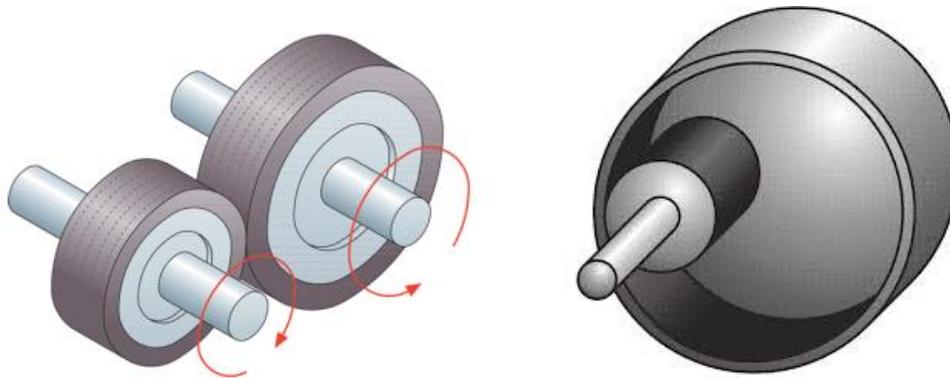


Figura 5. Rueda de fricción exterior e interior

Ventajas:

- Facilidad de fabricación
- Bajo coste
- Poco mantenimiento
- Silencioso

4.2 Transmisión por engranajes

Uno de los tipos de transmisión más utilizados en la industria es la transmisión por engranes o también llamados ruedas dentadas.

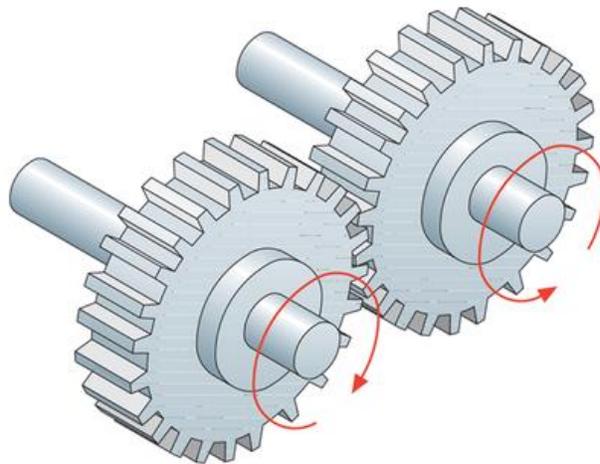


Figura 6. Transmisión por engranaje

Ventajas:

- Gran exactitud en la relación de transmisión
- Permite transmitir elevados pares de fuerza debido al uso de materiales con gran dureza superficial y rigidez
- Alta fiabilidad
- Reducido mantenimiento
- Reducidas dimensiones
- Rendimiento elevado

4.2.1. Engranajes cilíndricos

Son los utilizados para transmitir el movimiento de un eje paralelo a otro y cercano. Sus rendimientos oscilan entre el 96 y 99%.

Existen dos tipos de engranajes cilíndricos:

- Engranajes cilíndricos de dientes rectos

- Engranajes cilíndricos de dientes helicoidales



Figura 7. Engranaje recto y helicoidal

4.2.2. Engranajes cónicos

Este tipo de engranajes permiten el trabajo en aplicaciones en ángulo, en gran parte de los casos a 90°. Los dientes suelen ser rectos o en espiral.

Los engranajes cónicos suelen ser usados para relaciones de $i=1$ y una máxima de 7:1.

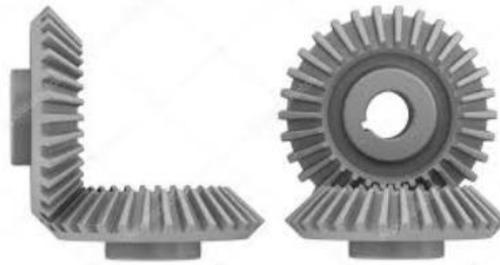


Figura 8. Engranajes cónicos

4.2.3. Tornillo sinfín-corona

Se utilizan para disposiciones en las que se transmite movimiento entre ejes que están en ángulo recto. Para cada una de las vueltas que da el tornillo sin fin, la corona avanza un número de dientes igual al número de entradas de los tornillos sinfín.



Figura 9. Tronillo sin fin-corona



5. Solución adoptada

Comprobadas y estudiadas las soluciones propuestas en el punto anterior, se ha determinado que el tipo de transmisión se realizara mediante engranajes cilíndricos de dientes helicoidales. Para conseguir que la relación de transmisión sea constante, conseguir los requerimientos propuestos de fiabilidad, de rendimiento y de vida de los componentes.

Aunque por costes los engranajes de dientes rectos son más económicos en cuanto a su fabricación, los helicoidales aportaran un trabajo uniforme y disminuyen los ruidos y consecuentemente las vibraciones que limitan la vida del conjunto.

Para los datos impuestos en el diseño, se optados por emplear dos etapas para poder alcanzar los requerimientos funcionales y de seguridad del conjunto, evitando saltos de relación de trasmisión excesivamente elevados. Teniendo una relación total de transmisión de $i_{TOTAL}=7.1$ y una $i_2=i_1=2.66$ para cada una de las etapas.

Al optar por dos etapas, el conjunto se compondrá por tres ejes de árboles de transmisión: un eje de entrada, un eje intermedio y un eje de salida.

Cada uno de los ejes de los tres arboles de transmisión, están diseñados con los requerimientos de rigidez torsional, deflexión y resistencia a fatiga en las secciones de los ejes más solicitadas.

En los apoyos de los ejes que transmiten el movimiento, quedan apoyados en los rodamientos, elementos que aseguran el correcto funcionamiento con la mínima fricción evitando de este modo una reducción considerable en la vida de los componentes.

Para justificar en todo detalles se adjunta en este documento el "*Documento I: Anexo de cálculos*"

5.1 Descripción de los engranajes

Para analizar más detenidamente el presente punto, se analizaran los resultados obtenidos en el anexo de cálculos etapa por etapa.

5.1.1. Etapa 1

En la primera etapa del reductor de velocidad compuestas por dos ejes de transmisión y dos engranajes. El engranaje de entrada pertenece al piñón que es el elemento conductor y el segundo engranaje conocido como rueda el elemento conducido.



Para esta etapa, la distancia entre centros o la distancia entre los ejes es de 97mm y el módulo de 1.5.

Conocida la relación de transmisión total, se determinan las relaciones para cada una de las etapas, siendo para ambas de 2.66.

Los engranajes helicoidales engranan con un ángulo de presión de 20° y una desviación de 25° grados respecto a la normal.

	Modulo	Diámetro primitivo engranaje	Diámetro exterior	Diámetro interior	Nº de dientes	Ancho
Piñón	1.5	47.99	50.99	44.247	29	23
Rueda	1.5	127.44	130.44	123.69	77	23

Tabla 1. Datos engranajes etapa 1

Seguidamente, se ha procedido al cálculo de ancho del dentado teniendo en cuenta el fallo a flexión del diente y el fallo por presión superficial, aplicando un coeficiente de seguridad a ambos, se obtiene un ancho de $b=23$ mm, tal y como se indica en el Anexo de cálculos.

Para la fabricación de estos engranajes, se empleará un acero de cementación 16MnCr5/ F1516, con características mecánicas.

Módulo elástico (N/m^2)	$2.1 \cdot 10^{11}$
Coef. Poisson	0.28
Límite de rotura (N/m^2)	$8 \cdot 10^8$
Límite elástico (N/m^2)	$5.9 \cdot 10^8$
Dureza Brinell (HBr)	800

Tabla 2. Propiedades mecánicas 16MnCr5

5.1.2. Etapa 2

En la segunda etapa del reductor de velocidad compuestas por dos ejes de transmisión y dos engranajes. El engranaje de entrada pertenece al piñón que es el elemento conductor y el segundo engranaje conocido como rueda el elemento conducido.

Para esta etapa, la distancia entre centros o la distancia entre los ejes es de 116mm y el módulo de 1.5.

Conocida la relación de transmisión total, se determinan las relaciones para cada una de las etapas, siendo para ambas de 2.66.

Los engranajes helicoidales engranan con un ángulo de presión de 20° y una desviación de 25° grados respecto a la normal.

	Modulo	Diámetro primitivo engranaje	Diámetro exterior	Diámetro interior	Nº de dientes	Ancho
Piñón	1.5	59.58	62.58	55.832	36	39
Rueda	1.5	158.88	161.88	158.88	96	39

Tabla 3. Datos engranajes etapa 2

Para la fabricación de estos engranajes, se empleará un acero de cementación 16MnCr5/ F1516, con características mecánicas.

5.2 Ejes de transmisión

Todo el cálculo relativo a los ejes de transmisión, se pueden encontrar en el Anexo de cálculos, tanto por criterios de rigidez torsional, fallo a fatiga como deflexión lateral.

La configuración empleada será de dos etapas con los ejes dispuestos paralelamente en modo tándem. Para facilitar su montaje y mantenimiento.

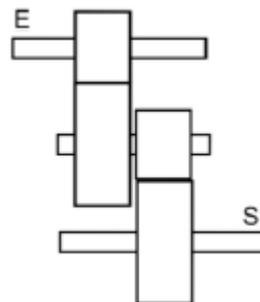


Figura 10. Disposición de los árboles de transmisión

5.2.1. Eje de entrada

El eje de entrada conectado directamente al motor, que ejerce una velocidad de entrada máxima de 3000 rpm, transmitiendo un par máximo de 42.253 N.m.

Para el presente eje con un diámetro principal de 30mm obtenido a partir del criterio de rigidez torsional. Se pueden apreciar cambios de sección a lo largo del eje para poder acoplar los diferentes elementos (rodamientos, engranajes, casquillos y anillos de seguridad).

Tallados sobre el mismo eje se encuentran los dos chaveteros para el motor y para el piñón inicial.

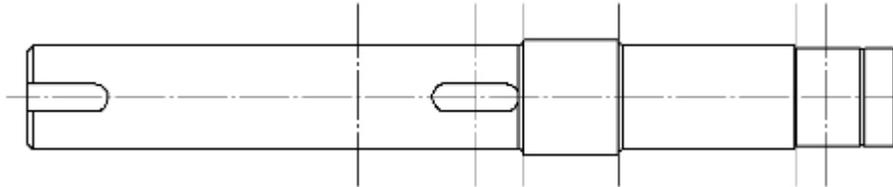


Figura 11. Eje de entrada

5.2.2. Eje intermedio

El eje intermedio girará a una velocidad de 1125.88 rpm ejerciendo un par de 112.588 N.m.

Este eje conecta las dos etapas del reductor, con un diámetro principal de 40 mm. Para este caso, se alojan los dos engranajes en su lado izquierdo la rueda y en su lado derecho el piñón.

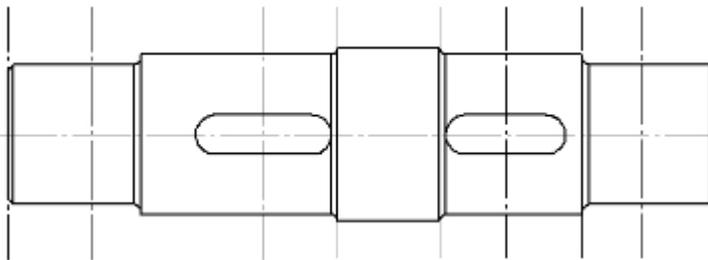


Figura 12. Eje intermedio

5.2.3. Eje de salida

El eje de salida ejerce un par de 300 N.m, el impuesto en los requerimientos iniciales y una velocidad de 422.54 rpm.

En este caso el diámetro principal obtenido por rigidez torsional es de 50mm

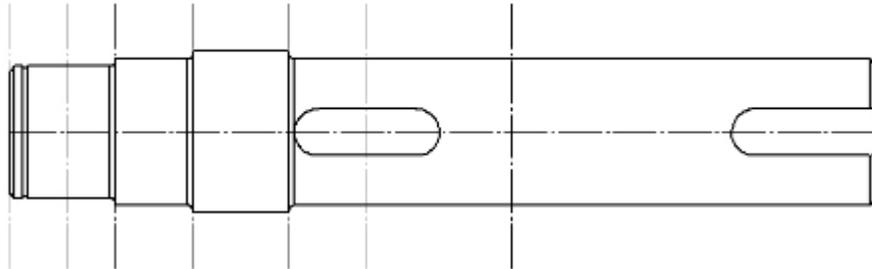


Figura 13. Eje de salida

5.3 Rodamientos

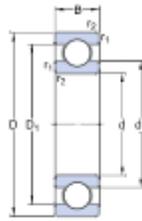
Se utilizan rodamientos en cada uno de los ejes para disminuir la fricción y transmitir los esfuerzos a la carcasa del reductor. Todos los rodamientos empleados, se ha seleccionado a través de los catálogos del fabricante SKF.

5.3.1. Eje de entrada

Para el extremo izquierdo perteneciente al rodamiento A, se selecciona el siguiente rodamiento de bolas.

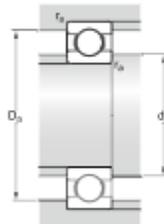
6306 ETN9

Dimensions



d	30	mm
D	72	mm
B	19	mm
d ₁	≈ 42.3	mm
D ₁	≈ 59.6	mm
r _{1,2}	min. 1.1	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 37	mm
D _a	max. 65	mm
r _a	max. 1	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	32.5	kN
Basic static load rating	C ₀	17.3	kN
Fatigue load limit	P _e	0.735	kN
Reference speed		22000	r/min
Limiting speed		14000	r/min
Calculation factor	k _r	0.03	
Calculation factor	f ₀	12	

Mass

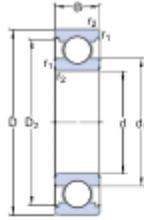
Mass bearing		0.33	kg
--------------	--	------	----

Tabla 4. Rodamiento A de bolas eje entrada

Para el extremo derecho perteneciente al rodamiento B, se selecciona el siguiente rodamiento de bolas.

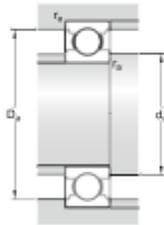
63/28

Dimensiones



d	28	mm
D	68	mm
B	18	mm
d ₁	≈ 41.7	mm
D ₂	≈ 57.8	mm
r _{1,2}	min. 1.1	mm

Dimensiones de los resaltes



d _a	min. 35	mm
D _{da}	max. 61	mm
r _a	max. 1	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	25.1	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	13.7	kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.585	kN
Velocidad de referencia		22000	r/min
Velocidad límite		14000	r/min
Factor de cálculo	k _v	0.03	
Factor de cálculo	f ₀	13	

Masa

Rodamiento de masa		0.3	kg
--------------------	--	-----	----

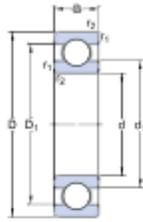
Tabla 5. Rodamiento B de bolas eje entrada

5.3.2. Eje intermedio

Para el extremo izquierdo perteneciente al rodamiento A, se selecciona el siguiente rodamiento de bolas.

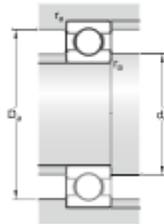
6407

Dimensions



d	35	mm
D	100	mm
B	25	mm
d ₁	≈ 57.45	mm
D ₁	≈ 79.55	mm
r _{1,2}	min. 1.5	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 48	mm
D _{da}	max. 89	mm
r _a	max. 1.5	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	55.3	kN
Basic static load rating	C ₀	31	kN
Fatigue load limit	P ₀	1.29	kN
Reference speed		16000	r/min
Limiting speed		10000	r/min
Calculation factor	k _e	0.035	
Calculation factor	f ₀	12.1	

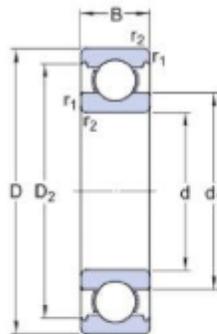
Mass

Mass bearing		0.97	kg
--------------	--	------	----

Tabla 6. Rodamiento A de bolas eje intermedio

Para el extremo derecho perteneciente al rodamiento B, se selecciona el siguiente rodamiento de bolas.

SKF 6208 ETN9



d	40	mm
D	80	mm
B	18	mm
Reference speed	18000	r/min
Limiting speed	11000	r/min
Material	Stainless steel	Chrome steel
Mass bearing	0.34	Kg
Basic dynamic load rating	C	35.8 KN
Basic static load rating	C0	20.8 KN
Fatigue load limit	P _U	0.88 KN

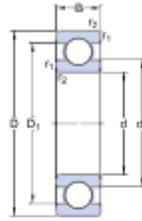
Tabla 7. Rodamiento B de bolas eje intermedio

5.3.3. Eje salida

Para el extremo izquierdo perteneciente al rodamiento A, se selecciona el siguiente rodamiento de bolas.

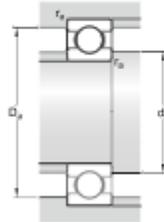
6409

Dimensions



d	45	mm
D	120	mm
B	29	mm
d ₁	≈ 68.91	mm
D ₁	≈ 95.85	mm
r _{1,2}	min. 2	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 58	mm
D _a	max. 107	mm
r _a	max. 2	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	76.1	kN
Basic static load rating	C ₀	45	kN
Fatigue load limit	P ₀	1.9	kN
Reference speed		13000	r/min
Limiting speed		8500	r/min
Calculation factor	k _r	0.035	
Calculation factor	f ₀	12.1	

Mass

Mass bearing		1.57	kg
--------------	--	------	----

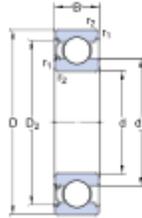
Tabla 8. Rodamiento A de bolas eje salida

Para el extremo izquierdo perteneciente al rodamiento A, se selecciona el siguiente rodamiento de bolas.

6310-Z

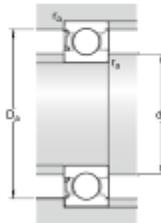
SKF Explorer

Dimensions



d	50	mm
D	110	mm
B	27	mm
d ₁	≈ 68.76	mm
D ₂	≈ 95.2	mm
r _{1,2}	min. 2	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 61	mm
d _a	max. 68.7	mm
D _a	max. 99	mm
r _a	max. 2	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	65	kN
Basic static load rating	C ₀	38	kN
Fatigue load limit	P ₀	1.6	kN
Reference speed		13000	r/min
Limiting speed		8500	r/min
Calculation factor	k _r	0.03	
Calculation factor	f ₀	13	

Mass

Mass bearing		1.09	kg
--------------	--	------	----

Tabla 9. Rodamiento B de bolas eje salida

5.4 Chavetas

Los elementos necesarios para transmitir los esfuerzos entre los engranajes y los ejes son las chavetas, las cuales van insertadas en los alojamientos tallados tanto en los engranajes como los ejes.

El material empleado será el 16MnCr5

Eje		Ø entrada	Ø intermedio	Ø salida
Ø eje [mm]		30 (27.93)	40 (35.68)	50 (45.5)
Tipo de chaveta		A	A	A
Altura h1 [mm]		4	5	5.5

Altura h2 [mm]	3.3	3.3	3.8
Longitud (L¹) [mm]	35	45	57.5

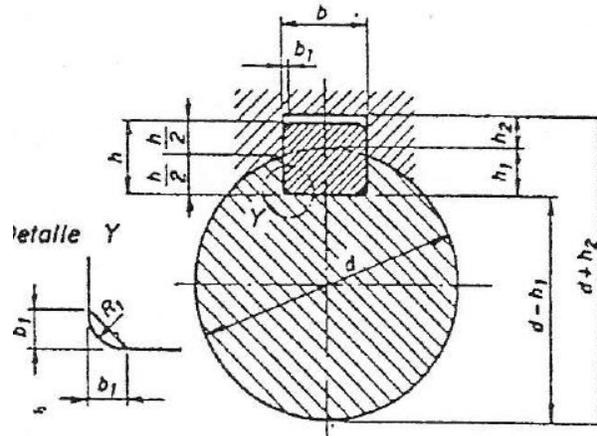


Figura 14. Dimensiones chavetas paralelas

Chaveta	Designación
Chaveta eje entrada	Chaveta paralela A 8 x 7x 35 UNE 17102
Chaveta eje intermedio	Chaveta paralela A 10 x 7x 45 UNE 17102
Chaveta eje salida	Chaveta paralela A 14 x 9 x 57.5 UNE 17102

Norma 17102-1:967

5.5 Casquillos

Tanto para el segundo como el tercer árbol, son necesarios casquillos separadores para evitar que los engranajes se desplacen, estos conectarán los engranajes a la pista inferior de los rodamientos que a su vez estará fija a los anillos de seguridad o las tapas del reductor.

¹ La longitud de la chaveta queda determinada por $\varnothing_{\text{eje}} \cdot 1.25$

Se empleara el acero al carbono CK-45.

5.6 Anillos de seguridad

Se han empleado anillos de seguridad en los ejes de entrada y de salida, donde van alojados los rodamientos de bolas.

Se han seleccionado anillos de seguridad normalizados bajo la DIN 471, para diámetro de 28 y 45mm.

5.7 Retenes de aceite

Para las tapas de los ejes que vayan abiertas para dejar salir el eje, tanto a la entrada como la salida, será necesario emplear sellos de aceite.

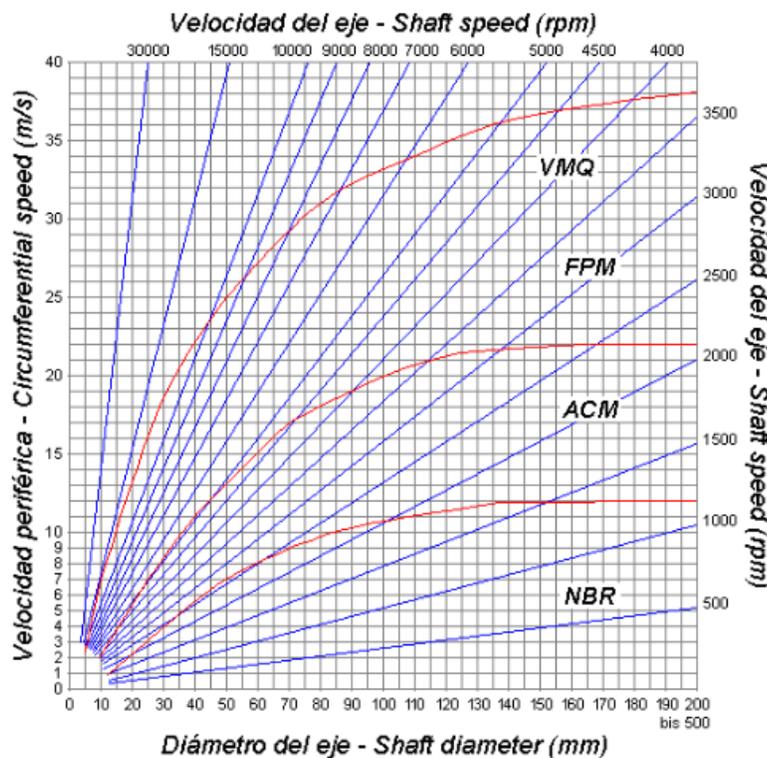


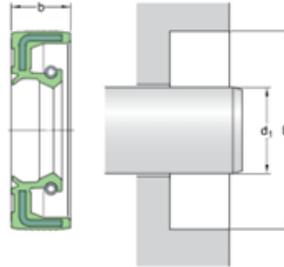
Figura 15. Gráfico para la selección del tipo de compuesto en función de la velocidad y diámetro del eje

Con los datos de las velocidades y diámetros obtenemos el tipo de compuesto. Para el eje de entrada seleccionamos el ACM (Poliacrílico) y para el eje de salida NBR (Nitrilos)

30x55x10 HMSA10 RG

US stock number	562753
Design	HMSA10
Lip material	RG

Dimensions



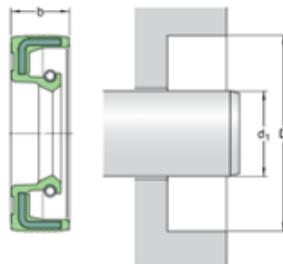
d_1	30
D	55
b	10

Figura 16. Sello de aceite eje de entrada

50x85x10 HMS5 RG

US stock number	563053
Design	HMS5
Lip material	RG

Dimensions



d_1	50	mm
D	85	mm
b	10	mm

Figura 17. Sello de aceite eje de salida

5.8 Respiraderos de llenado

Se ha empleado un respirador de llenado para cuando el aire exceda de un cierto valor de presión este debe ser expulsado.

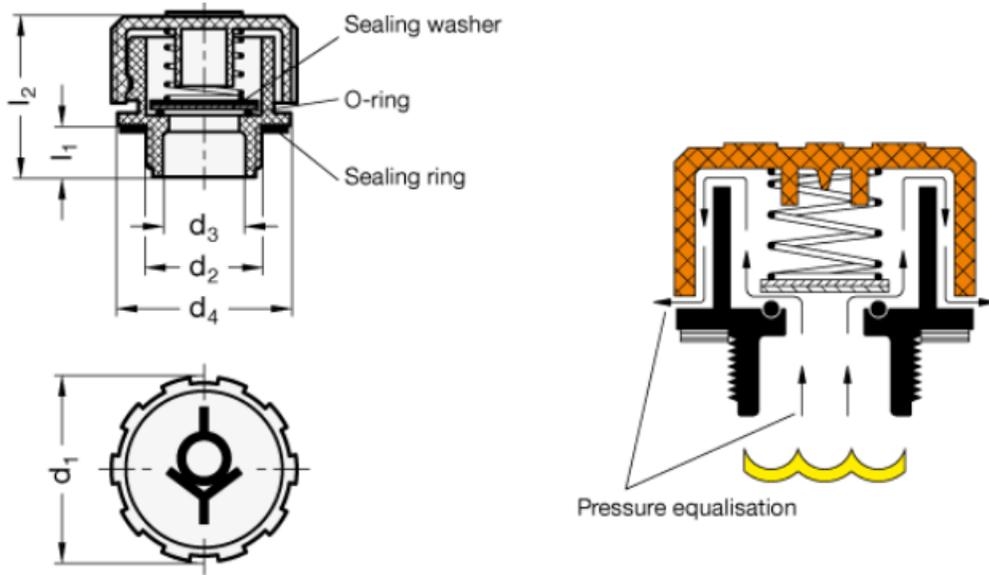


Figura 18. Respirader de llenado



6. Bibliografía

- [1] PILAR, L.M., 2009. Diseño y Cálculo De Transmisiones Por Engranajes. J. ECHÁVARRI
- [2] Antonio Simón Mata., 2009. Fundamentos De Teoría De Máquinas. Madrid: Madrid: Bellisco.
- [3] NICOLÁS, L.A., 2009. Máquinas: Prontuario: Técnicas, Máquinas, Herramientas. Madrid: Madrid: Paraninfo.
- [4] <https://www.jwwinco.com/es-mx/productos/3.5-Control-ventilacin-y-sellado-de-liquidos-y-gases/EN-552.1-Respiraderos-de-llenado-de-plstico-con-arandela-de-sellado>
- [5] <http://www.skf.com/es/index.html>

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



Anexo I del documento N°1

Cálculos



Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	DATOS DE PARTIDA	6
3.	CÁLCULO DE ENGRANAJES.....	6
3.1	RELACIONES DE TRANSMISIÓN EN LAS DIFERENTES ETAPAS.....	6
3.2	OBTENCIÓN DEL DIÁMETRO DEL EJE POR RIGIDEZ TORSIONAL	6
3.3	DETERMINACIÓN DE LOS CHAVETEROS.....	7
3.4	VISCOSIDAD DEL LUBRICANTE (ESTIMACIÓN PRELIMINAR).....	8
3.5	OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE LOS ENGRANAJES.....	9
3.5.1.	<i>Primera etapa</i>	9
3.5.2.	<i>Segunda etapa</i>	10
3.6	CÁLCULO DE ANCHURA DE LOS ENGRANAJES	11
3.6.1.	<i>Etapa 1</i>	11
3.6.2.	<i>Etapa 2</i>	15
3.7	MÉTODO UNITED	20
4.	CÁLCULO EJES	21
4.1	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EMPLEADO.....	21
4.2	CONFIGURACIÓN DE LOS ÁRBOLES DEL REDUCTOR.....	22
4.3	SOLICITACIONES EN LOS EJES	22
4.3.1.	<i>Eje entrada</i>	23
4.3.2.	<i>Eje intermedio</i>	26
4.3.3.	<i>Eje salida</i>	30
4.4	OBTENCIÓN DE A DEFLEXIÓN LATERAL	34
4.4.1.	<i>Eje de entrada</i>	34
4.4.2.	<i>Eje intermedio</i>	36
4.4.3.	<i>Eje salida</i>	39
4.5	CÁLCULO A FATIGA	40
4.5.1.	<i>Coficiente de seguridad a fatiga eje entrada</i>	42
4.5.2.	<i>Coficiente de seguridad a fatiga eje intermedio</i>	44
4.5.3.	<i>Coficiente de seguridad a fatiga eje salida</i>	45
5.	RODAMIENTOS	48
5.1	RODAMIENTOS EJE DE ENTRADA.....	48
5.2	RODAMIENTOS EJE INTERMEDIO.....	50
5.3	RODAMIENTOS EJE SALIDA	51
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	54



Índice de tablas

Tabla 1. Determinación del módulo para la 1ª etapa	10
Tabla 2. Tabla 3. Determinación del módulo para la 2ª etapa	11
Tabla 4. Datos generales 1ª ETAPA	11
Tabla 5. Datos eje 1ª ETAPA	12
Tabla 6. Datos de engranajes 1ª ETAPA	13
Tabla 7. Datos finales 1ª ETAPA.....	15
Tabla 8. Datos generales 2ª ETAPA	16
Tabla 9. Datos eje 1ª ETAPA	16
Tabla 10. Datos de engranajes 2ª ETAPA	18
Tabla 11. Datos finales 2ª ETAPA	20
Tabla 12. Método United	21
Tabla 13. Resumen de resultados de las etapas.....	21
Tabla 14. Características del material F-114/ Ck 45.....	22
Tabla 15. Esfuerzos en los engranajes.....	23
Tabla 16. Diagrama de cortantes y momentos horario XY	24
Tabla 17. Diagrama de cortantes y momentos antihorario XY.....	25
Tabla 18. Diagrama eje entrada antihorario XZ	26
Tabla 19 Reacciones en los apoyos eje entrada	26
Tabla 20 Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio horario XY.....	27
Tabla 21. Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio antihorario XY.....	28
Tabla 22 Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio horario XZ.....	29
Tabla 23. Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio antihorario XZ.....	30
Tabla 24 Reacciones en los apoyos eje intermedio	30
Tabla 25. Diagrama de cortantes y momentos eje salida horario XY.....	31
Tabla 26. Diagrama de cortantes y momentos eje salida antihorario XY.....	32
Tabla 27. Diagrama de cortantes y momentos eje salida horario XZ.....	33
Tabla 28. Diagrama de cortantes y momentos eje salida antihorario XZ.....	34
Tabla 29 Reacciones en los apoyos eje salida.....	34
Tabla 30. Deflexión lateral eje entrada horario XY.....	35
Tabla 31. Deflexión lateral eje entrada antihorario XY	35
Tabla 32. Deflexión lateral eje entrada horario XZ.....	36
Tabla 33. Deflexión lateral eje entrada antihorario XZ	36
Tabla 34. Deflexión lateral eje intermedio horario XY.....	37
Tabla 35. Deflexión lateral eje intermedio antihorario XY	37
Tabla 36. Deflexión lateral eje intermedio horario XZ.....	38
Tabla 37. Deflexión lateral eje intermedio antihorario XZ	38
Tabla 38. Deflexión lateral eje salida horario XY	39
Tabla 39. Deflexión lateral eje salida antihorario XY	39



<i>Tabla 40. Deflexión lateral eje salida horario XZ</i>	40
<i>Tabla 41. Deflexión lateral eje salida antihorario XZ</i>	40
<i>Tabla 42. Variables de cálculo máxima tensión tangencial</i>	41
<i>Tabla 43. Variables de cálculo límite de fatiga</i>	42
<i>Tabla 44. Coeficiente de seguridad a fatiga eje entrada horario</i>	43
<i>Tabla 45. Coeficiente de seguridad a fatiga eje entrada antihorario</i>	44
<i>Tabla 46. Coeficiente de seguridad a fatiga eje intermedio horario</i>	45
<i>Tabla 47. Coeficiente de seguridad a fatiga eje intermedio antihorario</i>	45
<i>Tabla 48. Coeficiente de seguridad a fatiga eje salida horario</i>	46
<i>Tabla 49. Coeficiente de seguridad a fatiga eje salida antihorario</i>	47
<i>Tabla 50. Factores para la obtención de la vida del rodamiento</i>	48
<i>Tabla 51. Rodamiento A eje de entrada (bolas)</i>	49
<i>Tabla 52. Rodamiento B eje de entrada ((bolas)</i>	50
<i>Tabla 53. Rodamiento A eje intermedio (bolas)</i>	50
<i>Tabla 54. Rodamiento B eje intermedio (bolas)</i>	51
<i>Tabla 55. Rodamiento A eje salida (bolas)</i>	52
<i>Tabla 56. Rodamiento B eje salida (bolas)</i>	53

Índice de figuras

<i>Figura 1. Dimensiones chavetas paralelas</i>	7
<i>Figura 2. Variación de la viscosidad cinemática en función de la temperatura</i>	9
<i>Figura 3. Configuración de los árboles del reductor de velocidad</i>	22
<i>Figura 4. Diagrama eje entrada horario XY</i>	23
<i>Figura 5. Diagrama eje entrada horario XZ</i>	24
<i>Figura 6. Diagrama eje entrada antihorario XY</i>	25
<i>Figura 7 Diagrama eje intermedio horario XY</i>	26
<i>Figura 8. Diagrama eje intermedio antihorario XY</i>	27
<i>Figura 9. Diagrama eje intermedio horario XZ</i>	28
<i>Figura 10. Diagrama eje intermedio antihorario XZ</i>	29
<i>Figura 11. Diagrama eje salida horario XY</i>	30
<i>Figura 12. Diagrama eje salida antihorario XY</i>	31
<i>Figura 13. Diagrama eje salida horario XZ</i>	32
<i>Figura 14. Diagrama eje salida antihorario XZ</i>	33
<i>Figura 15. Secciones eje de entrada</i>	43
<i>Figura 16. Secciones eje de intermedio</i>	44
<i>Figura 17. Secciones eje de salida</i>	46



Índice de ecuaciones

<i>Diámetro mínimo por rigidez torsional (Ec. 1)</i>	6
<i>Obtención de la variable K (Ec. 2)</i>	20
<i>Limites método United (Ec. 3)</i>	20
<i>Obtención v38(Ec. 4)</i>	21
<i>Criterio de máxima tensión tangencial (Ec. 5)</i>	41
<i>Límite de fatiga (Ec. 6)</i>	41
<i>Factor de concentrador de tensiones (Ec. 7)</i>	42
<i>Coefficiente para el cálculo de Kt (Ec. 8)</i>	42
<i>Vida de los rodamientos (Ec. 9)</i>	48



1. Introducción

En este apartado, se establecen los cálculos necesarios para llegar a la solución final, tanto de diseño como de geometría de los elementos.

El objetivo es llegar a un diseño de un reductor de velocidad, en el cual a partir de una velocidad de entrada de 3000 rpm alcanzar un par de salida de 300 N.m,

2. Datos de partida

Para el diseño del reductor, partimos de los siguientes datos:

- Nº de etapas: 2
- Tipo de engranajes empleados: engranajes helicoidales
- Velocidad de giro de motor $\omega = 3000$ rpm
- Par de salida $T_s = 300$ N·m
- Relación de transmisión $i = 7.1$

3. Cálculo de engranajes

3.1 Relaciones de transmisión en las diferentes etapas

A partir del dato de partida de la relación de transmisión, la cual representa la relación de transmisión total desde la entrada a la salida, obtenemos las relaciones para las dos etapas:

$$i_1 = 2.665$$

$$i_2 = 2.665$$

3.2 Obtención del diámetro del eje por rigidez torsional

A continuación, se procede al dimensionamiento de los ejes de cada etapa por rigidez torsional. Para ello previamente, teniendo el par de salida, se obtiene el par de entrada y el par intermedio, además de calcular la potencia que es constante en todas las etapas del reductor.

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot T}{\pi \cdot G \cdot \left(\frac{\theta}{L}\right)}}$$

Diámetro mínimo por rigidez torsional (Ec. 1)

Eje	ω [rpm]	T[N·m]	Diámetro [m]	Diámetro final [mm]	Diámetro final comercial [mm]
Entrada	3000,000	42,254	0.02793	28	30
Intermedio	1125,880	112,588	0.03568	36	40
Salida	422,535	300,000	0.0455	46	50

3.3 Determinación de los chaveteros

Procedimiento para la determinación de los chaveteros determinado mediante la norma UNE 17102-1:1967.

Una vez conocido el diámetro de los ejes a estudiar, la obtención de las cotas de los ranurados tanto en eje de transmisión como de los engranajes a emplear son directos.

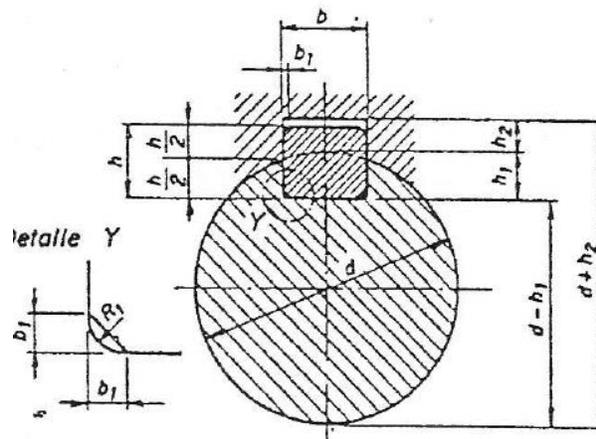


Figura 1. Dimensiones chavetas paralelas

Eje	\emptyset entrada	\emptyset intermedio	\emptyset salida
\emptyset eje [mm]	30 (27.93)	40 (35.68)	50 (45.5)
Tipo de chaveta	A	A	A
Altura h1 [mm]	4	5	5.5

Altura h2 [mm]	3.3	3.3	3.8
Longitud (L¹) [mm]	35	45	57.5

Chaveta	Designación
Chaveta eje entrada	Chaveta paralela A 8 x 7x 35 UNE 17102
Chaveta eje intermedio	Chaveta paralela A 10 x 7x 45 UNE 17102
Chaveta eje salida	Chaveta paralela A 14 x 9 x 57.5 UNE 17102

3.4 Viscosidad del lubricante (estimación preliminar)

A continuación, se procede a la determinación del lubricante pero se hace necesario conocer las dimensiones de los engranajes. Es por ello que es una estimación preliminar, ya que se procede a suponer inicialmente un lubricante y seguidamente determinar las dimensiones de los engranajes.

Para ello se toma como aceite inicial el ISO VG 460 con un rango de temperaturas de 20°C a 50°C, de viscosidad del lubricante de 460 320 mm²/s a 40°C.

¹ La longitud de la chaveta queda determinada por $\varnothing_{\text{eje}} \cdot 1.25$

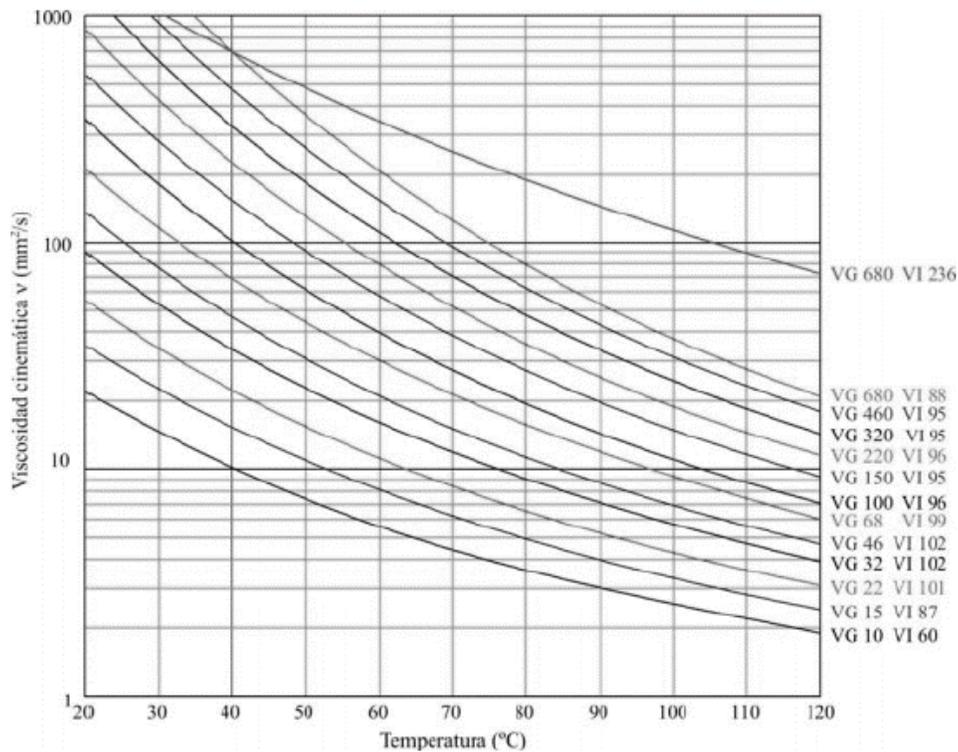


Figura 2. Variación de la viscosidad cinemática en función de la temperatura

3.5 Obtención de módulos de los engranajes

Seguidamente, se procede a la obtención de los módulos de los engranajes a partir de una tabla donde se encuentran todos los módulos estandarizados comercialmente.

Para la selección de los módulos se empleará un el condicionante de no seleccionar un módulo que produzca interferencia, donde el diente queda por debajo de la circunferencia base. Por ello, en los casos donde se produzca este fenómeno, se aumentara el número de dientes, pasando a un módulo superior.

3.5.1. Primera etapa

Tabla 1	d estim	z1*	z1	dpiñon	z2*	z2	drueda	Dcentros	ireal	¿Válido?
0,5	43,85	87,70	88	44,0	234,48	234	117,0	80,5	2,659	NO (z2>125 dien)
0,6	44,10	73,50	74	44,4	197,18	197	118,2	81,3	2,662	NO (z2>125 dien)
0,8	44,60	55,75	56	44,8	149,22	149	119,2	82	2,661	NO (z2>125 dien)
1	45,10	45,10	45	45,0	119,91	120	120,0	82,5	2,667	SI
1,25	45,73	36,58	37	46,3	98,59	99	123,8	85	2,676	SI



1,5	46,35	30,90	31	46,5	82,60	83	124,5	85,5	2,677	SI
2	47,60	23,80	24	48,0	63,95	64	128,0	88	2,667	SI
2,5	48,85	19,54	20	50,0	53,29	53	132,5	91,25	2,650	SI
3	50,10	16,70	17	51,0	45,30	45	135,0	93	2,647	NO (interferencia)
4	52,60	13,15	13	52,0	34,64	35	140,0	96	2,692	NO (interferencia)
5	55,10	11,02	11	55,0	29,31	29	145,0	100	2,636	NO (interferencia)
6	57,60	9,60	10	60,0	26,65	27	162,0	111	2,700	NO (interferencia)
8	62,60	7,83	8	64,0	21,32	21	168,0	116	2,625	NO (interferencia)
10	67,60	6,76	7	70,0	18,65	19	190,0	130	2,714	NO (interferencia)
12	72,60	6,05	6	72,0	15,99	16	192,0	132	2,667	NO (interferencia)
16	82,60	5,16	5	80,0	13,32	13	208,0	144	2,600	NO (interferencia)
20	92,60	4,63	5	100,0	13,32	13	260,0	180	2,600	NO (interferencia)
25	105,10	4,20	4	100,0	10,66	11	275,0	187,5	2,750	NO (interferencia)

Tabla 1. Determinación del módulo para la 1ª etapa

3.5.2. Segunda etapa

Tabla 1	d estim	z1*	z1	dpiñon	z2*	z2	drueda	Dcentros	ireal	¿Válido?
m										
0,5	53,85	107,70	108	54,0	287,77	288	144,0	99	2,667	NO (z2>125 dien)
0,6	54,10	90,17	90	54,0	239,81	240	144,0	99	2,667	NO (z2>125 dien)
0,8	54,60	68,25	68	54,4	181,19	181	144,8	99,6	2,662	NO (z2>125 dien)
1	55,10	55,10	55	55,0	146,55	147	147,0	101	2,673	NO (z2>125 dien)
1,25	55,73	44,58	45	56,3	119,91	120	150,0	103,125	2,667	SI
1,5	56,35	37,57	38	57,0	101,25	101	151,5	104,25	2,658	SI
2	57,60	28,80	29	58,0	77,27	77	154,0	106	2,655	SI
2,5	58,85	23,54	24	60,0	63,95	64	160,0	110	2,667	SI
3	60,10	20,03	20	60,0	53,29	53	159,0	109,5	2,650	SI
4	62,60	15,65	16	64,0	42,63	43	172,0	118	2,688	NO (interferencia)
5	65,10	13,02	13	65,0	34,64	35	175,0	120	2,692	NO (interferencia)
6	67,60	11,27	11	66,0	29,31	29	174,0	120	2,636	NO (interferencia)
8	72,60	9,08	9	72,0	23,98	24	192,0	132	2,667	NO (interferencia)
10	77,60	7,76	8	80,0	21,32	21	210,0	145	2,625	NO (interferencia)
12	82,60	6,88	7	84,0	18,65	19	228,0	156	2,714	NO (interferencia)
16	92,60	5,79	6	96,0	15,99	16	256,0	176	2,667	NO (interferencia)
20	102,60	5,13	5	100,0	13,32	13	260,0	180	2,600	NO (interferencia)

25	115,10	4,60	5	125,0	13,32	13	325,0	225	2,600	NO (interferencia)
----	--------	------	---	-------	-------	----	-------	-----	-------	--------------------

Tabla 2. Tabla 3. Determinación del módulo para la 2ª etapa

Finalmente, el módulo para las dos etapas es 1.5, siendo uno de los módulos válidos y con un diámetro primitivo contenido, para evitar un coste de fabricación excesivamente elevado.

3.6 Cálculo de anchura de los engranajes

A continuación, se obtendrán los anchos para los engranajes en las diferentes etapas, a través de los resultados obtenidos en las siguientes tablas.

3.6.1. Etapa 1

Es necesario emplear un proceso iterativo para el cálculo de la anchura del dentado. Para ello, partimos de los siguientes datos.

Material de los engranajes:

- Acero templado y con un posterior revenido, para el piñón y rueda.

X	1,5		
Pot	13274,34	W	
i	2,6645825		
$\omega_{\text{piñón}}$	3000	rpm	314,16 rad/s
m_n	1,5	mm	
β	25	°	0,4363 rad
α_n	20	°	0,3491 rad
d_1	48	mm	

Tabla 4. Datos generales 1ª ETAPA

E eje	2,06E+11	N/m ²	
ν_{eje}	0,3		
θ/L_{max}	0,5	°/m	0,0087 rad/m
d eje	30	mm	

Tabla 5. Datos eje 1ª ETAPA

Datos Engranajes				
Nº Material piñón =		7		
Ac. aleado templado y revenido				
E1	2,06E+05	N/mm ²		
v1	0,3			
Nº Material rueda =		7		
Ac. aleado templado y revenido				
E2	2,06E+05	N/mm ²		
v2	0,3		min	max
HBr1	300	O.K.	200	360
HBr2	300	O.K.	200	360
SHL1	766,9	N/mm ²		
SFL1	314,5	N/mm ²		
SHL2	766,9	N/mm ²		
SFL2	314,5	N/mm ²		
Sy1	750	N/mm ²	250	350
Sy2	750	N/mm ²		
v₄₀	460	mm ² /s		
Qiso	5			
K_{1 r}	7,5			
K_{1 h}	6,7			
Rz1	1,4	ηm		
Rz2	1,4	ηm		
Rz	1,4	ηm		
K_A	1,5			
Datos para K _{Hβ}				
Ajuste	b,c			
H1	1,100			
H2	1,15E-04			
H3	0,180			
Otros coeficientes				

Coef Y _{δrT}			
A1	0	A2	0
B1	0	B2	0
Coef Y _{RrT}			
Ref1	1,12	Ref2	1,12
A1	1,674	A2	1,674
B1	-0,529	B2	-0,529
exp1	0,1	exp2	0,1
Coef Y _X			
A1	1,03	A2	1,03
B1	-0,006	B2	-0,006
Cte1	0,85	Cte2	0,85

Tabla 6. Datos de engranajes 1ª ETAPA

Geometría dentado						Resultados eje por Torsión		
α_t	21,88	°	0,3819	rad		G	7,92	N/m ²
							E+10	
β_b	23,40	°	0,4084	rad		T	42,2	N·m
							5	
m_t	1,66					0,5	28,1	mm
b_{ini}	48	mm				1º en	18,4	mm
						20-d		
h_t	3,375	mm		altura diente		d	28,1	mm
h_2	3,3	mm		h chavetero cubo		d_1	47,9	mm
S_R	3,82	mm		S_R/h_t 1,13				
Datos generales						Interferencia dentado helicoidal		
z_1	29	diente	d_1 real	48,00	mm	53	z_{1min}	13,05
		s						
z_2	77	diente	d_2 real	127,44	mm	141		
		s						
z_{1v}	38,96	diente	Dc	87,72	mm	97,00		
		s						
z_{2v}	103,4	diente	Par (T)	42,25	N/m			
	3	s						
F_{tang}	1760,	N	$Vz_1/10$	2,046	m/s			



	68		OR	
V_{tan}	7,54	m/s	$i_{real} =$	2,6552

Coef. a fallo superficial		Coeficientes de tensión a flexión				Coef. de funcionamiento	
ZH	2,30	Yfa ₁	2,45	Yfa ₂	2,21	K _{2f}	0,0193
ZE	189,8 1	ϵ_{α}	1,64			K _{2h}	0,0087
Z _{β}	1,05	Y _{ϵ}	0,71			K ₃	1,34
		Ysa ₁	1,82	Ysa ₂	2,05	K _{Hα}	1,00
		Y _B	1,09			K _{Fα}	1,00

Cálculos previos material			
ρ_r	6,5		
R _{ZH}	3,00	1,22	
CZL1	0,83	CZL2	0,83
CZV1	0,85	CZV2	0,85
CZR1	0,15	CZR2	0,15
R _{Z10}	1,62		

Material a fallo superficial				Material a flexión				
ZN	1,000			YNT	1,000	0,79	0,7953	
ZL1	1,136	ZL2	1,136	YST	2,100	53		
ZV1	0,984	ZV2	0,984	Y _{δrT1}	0,000	0,92	Y _{δrT2}	0, 1,019
ZR1	1,097	ZR1	1,097	Y _{RiT1}	1,097	9	Y _{RiT2}	0, 00
ZW	1	1,100	1	YX1	1,000		YX2	1, 00
SHP1	939,9	SHP2	939,9	SFP1	672,48	N/m ²	SFP2	73 N/mm ²
	7	7						7, 95
bH=	27,13	Z _c ² ·K _{Hβ} ·K _v	mm	PIÑÓN				
	39							

Anchura a fallo superficial								
bH_0	ϵ_β	Z_ϵ	KH_β	$K_A F_t / b$	$K_{v\alpha}$	$K_{v\beta}$	K_v	bH
48,0 0	4,30	0,78	1,286	55,02	1,259	1,208	1,20 8	25,63
25,6 3	2,30	0,78	1,154	103,03	1,253	1,202	1,20 2	22,91
22,9 1	2,05	0,78	1,144	115,26	1,231	1,183	1,18 3	22,34
22,3 4	2,00	0,78	1,142	118,19	1,227	1,179	1,17 9	22,23
22,2 3	1,99	0,78	1,141	118,81	1,226	1,179	1,17 9	22,21
22,2 1	1,99	0,78	1,141	118,93	1,226	1,178	1,17 8	22,20
22,2 0	1,99	0,78	1,141	118,95	1,226	1,178	1,17 8	22,20
22,2 0	1,99	0,78	1,141	118,96	1,226	1,178	1,17 8	22,20
22,2 0	1,99	0,78	1,141	118,96	1,226	1,178	1,17 8	22,20
22,2 0	1,99	0,78	1,141	118,96	1,226	1,178	1,17 8	22,20
22,2 0	1,99	0,78	1,141	118,96	1,226	1,178	1,17 8	22,20 O.K.

Coeficiente de seguridad a flexión						PIÑÓN	
N_F	$K_{F\beta}$	Y_β	σ_F piñón	σ_F rueda	X_F	d_1	48 mm
0,85 10	1,119	0,79	284,4 5	264,17	2,36 O.K.	b_{min}	12 mm
			N/mm ²	N/mm ³	PIÑÓN	b_{max}	96 mm
		X_F	2,36	2,79		$b =$	23 mm

Tabla 7. Datos finales 1ª ETAPA

3.6.2. Etapa 2

Material de los engranajes:

- Acero templado y con un posterior revenido, para el piñón y rueda.

X	1,5			
Pot	13274,34	W		
i	2,664582			
$\omega_{\text{piñón}}$	1125,879	rpm	117,90	rad/s
m_n	1,5	mm		
β	25	°	0,4363	rad
α_n	20	°	0,3491	rad
d_1	60	mm		

Tabla 8. Datos generales 2ª ETAPA

E eje	2,06E+11	N/m ²		
v eje	0,3			
θ/L_{max}	0,5	°/m	0,0087	rad/m
d eje	40	mm		

Tabla 9. Datos eje 1ª ETAPA

Datos Engranajes				
Nº	Material	7		
piñón =				
Ac. aleado templado y revenido				
E1	2,06E+05	N/mm ²		
v1	0,3			
Nº	Material	7		
rueda =				
Ac. aleado templado y revenido				
E2	2,06E+05	N/mm ²		
v2	0,3		min	max
HBr1	300	O.K.	200	360
HBr2	300	O.K.	200	360
SHL1	766,9	N/mm ²		
SFL1	314,5	N/mm ²		
SHL2	766,9	N/mm ²		



S _{FL2}	314,5	N/mm ²		
S _{y1}	750	N/mm ²	150	350
S _{y2}	750	N/mm ²		
v ₄₀	460	mm ² /s		
Q _{iso}	5			
K _{1 r}	7,5			
K _{1 h}	6,7			
Rz1	1,4	ηm		
Rz2	1,4	ηm		
Rz	1,4	ηm		
K _A	1,5			
Datos para K _{Hβ}				
Ajuste	b,c			
H1	1,100			
H2	1,15E-04			
H3	0,180			
Otros coeficientes				
Coef Y _{δrT}				
A1	0	A2	0	
B1	0	B2	0	
Coef Y _{RrT}				
Ref1	1,12	Ref2	1,12	
A1	1,674	A2	1,674	
B1	-0,529	B2	-0,529	
exp1	0,1	exp2	0,1	
Coef Y _x				
A1	1,03	A2	1,03	
B1	-0,006	B2	-0,006	
Cte1	0,85	Cte2	0,85	

Tabla 10. Datos de engranajes 2ª ETAPA

Geometría dentado				Resultados eje por Torsión			
α_t	21,88	°	0,38 rad 19	G	7,92	N/m ²	
β_b	23,40	°	0,40 rad 84	T	112,59	N·m	
m_t	1,66			0,5	35,9	mm	
b_{ini}	60	mm		1º en 20·d	25,5	mm	
h_t	3,375	mm	altura diente	d	35,9	mm	
h_2	3,3	mm	h chavetero cubo	d_1	57,9	mm	
S_R	4,62	mm	S_R/h_t		1,37		
Datos generales							Interferencia dentado helicoidal
z_1	36	dientes	d_1 real	59,58	mm	63	Z_{1min} 13,05
z_2	96	dientes	d_2 real	158,89	mm	169	
z_{1v}	48,36	dientes	D_c	109,23	mm	116,00	
z_{2v}	128,96	dientes	Par (T)	112,59	N/m		
F_{tang}	3779,24	N	$Vz_1/100R$	1,184	m/s		
V_{tang}	3,51	m/s	i real=	2,6667			

Coef. superficial	a	fallo	Coeficientes de tensión a flexión				Coef. de funcionamiento	
ZH	2,30		Yfa ₁	2,37	Yfa ₂	2,18	K _{2r}	0,0193
ZE	189,81	(N/mm ²)	ϵ_α	1,67			K _{2h}	0,0087



$)^{0.5}$								
Z_β	1,05	Y_ε	0,70	K₃	1,65			
		Ysa₁	1,87	Ysa₂	2,10	K_{Hα}	1,00	
		Y_B	1,00			K_{Fα}	1,00	
Cálculos previos material								
rr	8,1							
RzH	3,00	1,47						
CZL1	0,83	CZL	0,8					
		2	3					
CZV1	0,85	CZV	0,8					
		2	5					
CZR1	0,15	CZR	0,1					
		2	5					
Rz10	1,50							
Material a fallo superficial				Material a flexión				
ZN	1,000			Y_{NT}	1,000	0,7953	0,7953	
ZL1	1,136	ZL2	1,13	YST	2,100			
		6						
ZV1	0,945	ZV2	0,94	Y_{δrT1}	0,000	0,94	Y_{δrT2}	
		5		9		0,000	1,039	
ZR1	1,109	ZR1	1,10	Y_{RrT1}	1,097		Y_{RrT2}	
		9		1			1,097	
ZW	1	1,100	1	Y_{X1}	1,000		Y_{X2}	
							1,000	
SHP1	913,26	SHP2	913,26	SFP1	686,98	N/m ²	SFP2	
							752,7	
							3	
							2	
bH =	49,6427	$Z_ε^2 \cdot K_{Hβ} \cdot K_v$	PIÑÓN					
		mm						
Anchura a fallo superficial								
bH0	$ε_β$	Z_ε	K_{Hβ}	K_AF_t/b	K_{vα}	K_{vβ}	K_v	bH
59,58	5,34	0,77	1,28	95,14	1,18	1,148	1,14	43,81
			7		4		8	
43,81	3,93	0,77	1,20	129,40	1,15	1,118	1,11	39,87
			2		1		8	
39,87	3,58	0,77	1,18	142,18	1,14	1,109	1,10	38,98
			5		1		9	
38,98	3,50	0,77	1,18	145,42	1,13	1,107	1,10	38,79

			2		8		7		
38,79	3,48	0,77	1,18	146,14	1,13	1,106	1,10	38,75	
			1		8		6		
38,75	3,48	0,77	1,18	146,29	1,13	1,106	1,10	38,74	
			1		8		6		
38,74	3,47	0,77	1,18	146,33	1,13	1,106	1,10	38,74	
			1		8		6		
38,74	3,47	0,77	1,18	146,33	1,13	1,106	1,10	38,74	
			1		8		6		
38,74	3,47	0,77	1,18	146,34	1,13	1,106	1,10	38,74	
			1		8		6		
38,74	3,47	0,77	1,18	146,34	1,13	1,106	1,10	38,74	O.K.
			1		8		6		
PIÑÓN									
Coefficiente de seguridad a flexión									
N_F	K_{Fβ}	Y_β	σ_F	σ_F	X_F				
			piñón	rueda					
			ón						
0,9135	1,164	0,79	307,11	318,07	2,24	O.K.	bmin	14,9	mm
			N/mm ²	N/mm ³	PIÑÓN		bmax	119,2	mm
					N				
		X_F	2,24	2,37			b=	39	mm

Tabla 11. Datos finales 2ª ETAPA

3.7 Método United

Se considera necesario comprobar el lubricante mediante el método United, obteniendo inicialmente la variable K.

$$K = \frac{Ft}{b.d} + \frac{i+1}{i}$$

Obtención de la variable K (Ec. 2)

$$25 \cdot 10^{-4} \leq \frac{K}{v_t} \leq 20 ; \quad v_t > 20$$

Limites método United (Ec. 3)

$$\log(v_{38}) = -0.028 \cdot \left(\log\frac{K}{v_t}\right)^3 - 0.025 \cdot \left(\log\frac{K}{v_t}\right)^2 + -0.46 \cdot \left(\log\frac{K}{v_t}\right) + 2.593 \quad \text{Obtención } v_{38}(\text{Ec. 4})$$

Método United	Etapas 1	Etapas 2
k	3.29	3.33
Vtang. (mm/s)	7.54	3.51
K/v_t	0.4338	0.9486
V₃₈	266.32	382.3

Tabla 12. Método United

Se ha comprobado que el lubricante es correcto, por lo que cumple que la viscosidad requerida es inferior a la que hemos seleccionado previamente para 40°C.

3.8 Resultados de las etapas

Etapas	1	2
m	1.5	1.5
i	2.6	2.6
Z1	29	36
Z2	77	96
Ft (N)	1760.68	3779.24
Fr (N)	640.59	1375.5
Ø piñón (mm)	48	58.5
Ø rueda (mm)	127.44	158.89
Distancia entre centros(mm)	87.72	109.23
Material		
B	23	39
μ₃₈ (mm²/s)	266.32	382.3
μ₄₀ (mm²/s)	640	640

Tabla 13. Resumen de resultados de las etapas

4. Cálculo ejes

4.1 Características del material empleado

Para la construcción de los ejes de transmisión en las dos etapas, se empleará un acero al carbono F-114/ CK 45 (UNE/ DIN).

Características F-114/ Ck 45	
Límite de fluencia (MPa)	550
Límite de rotura (MPa)	650
C (%)	0.45
Si (%)	-
Mn (%)	0.65
P(%)	-
S (%)	-
N (%)	-
Dureza Brinell	259 HB

Tabla 14. Características del material F-114/ Ck 45

4.2 Configuración de los árboles del reductor

Se empleará una disposición de los ejes de transmisión como los ejes de transmisión paralelos o también conocidos en disposición tándem.

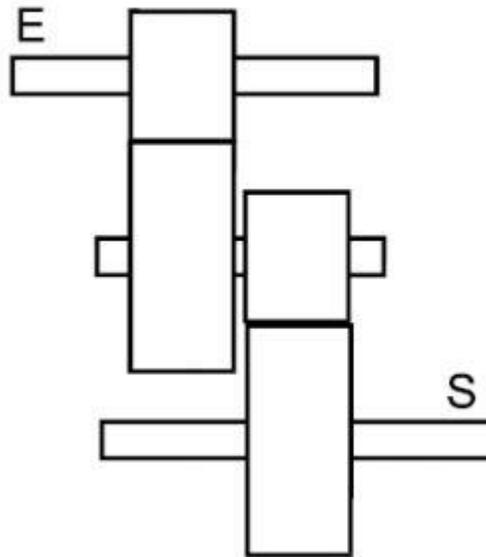


Figura 3. Configuración de los árboles del reductor de velocidad

4.3 Solicitaciones en los ejes

A continuación, se obtendrán las reacciones en los apoyos, los cuales pertenecen a los alojamientos de los rodamientos.

Se plantean dos casos de cálculo por cada eje de transmisión en función de si el sentido de giro es horario o antihorario, y a su vez en cada uno de ellos en los planos XY y XZ.

Fuerzas que transmiten los engranajes.

Fuerzas/ Etapa	Etapa 1	Etapa 2
Fuerza tangencial (N)	1760.68	3779.24
Fuerza radial (N)	640.59	1375.5
Fuerza axial (N)	821.01	1762.28

Tabla 15. Esfuerzos en los engranajes

4.3.1. Eje entrada

Horario XY

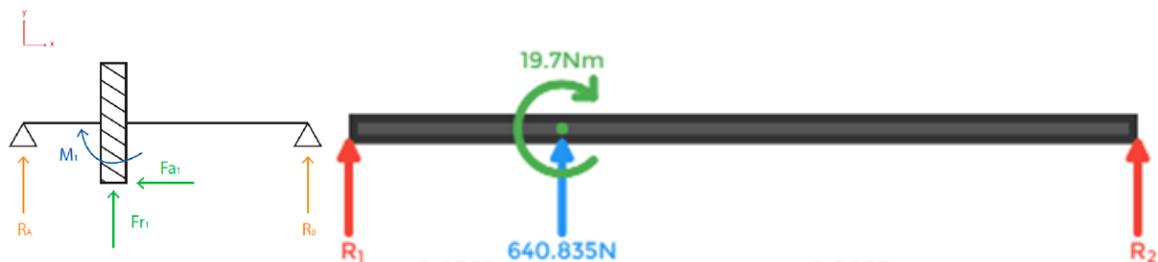


Figura 4. Diagrama eje entrada horario XY

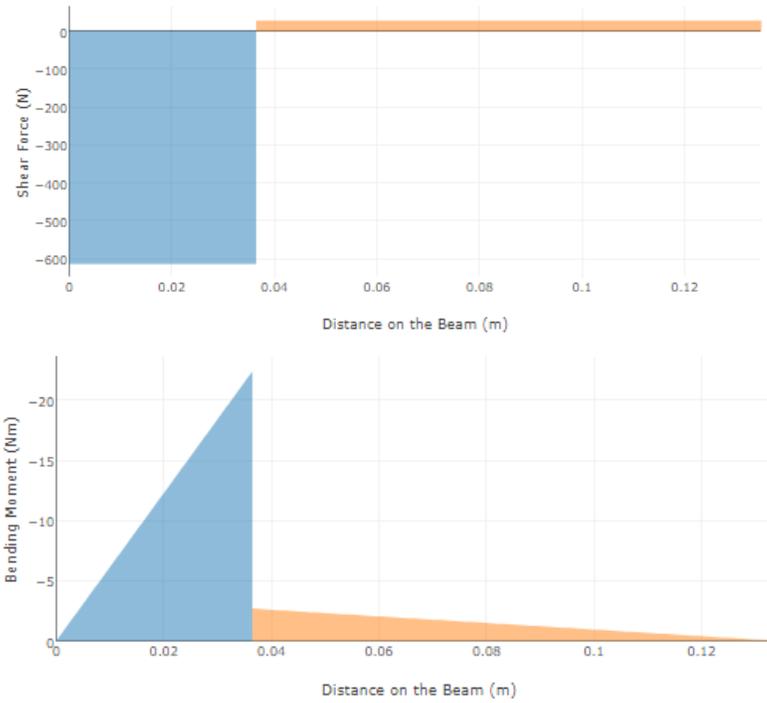


Tabla 16. Diagrama de cortantes y momentos horario XY

Horario XZ



Figura 5. Diagrama eje entrada horario XZ

Antihorario XY

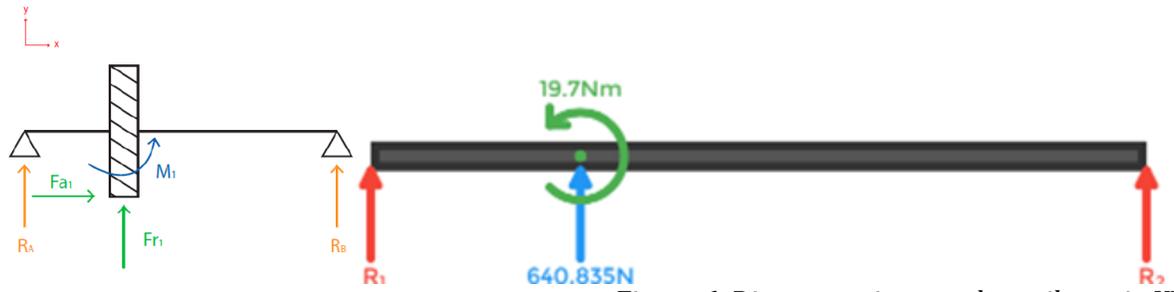


Figura 6. Diagrama eje entrada antihorario XY

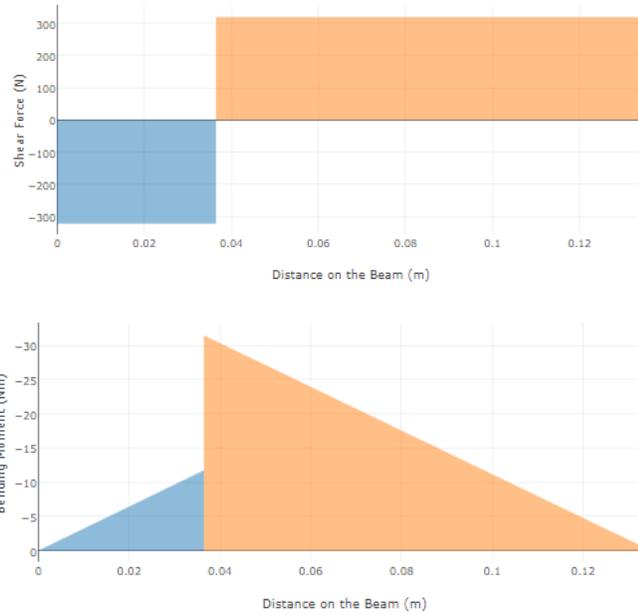


Tabla 17. Diagrama de cortantes y momentos antihorario XY

Antihorario XZ

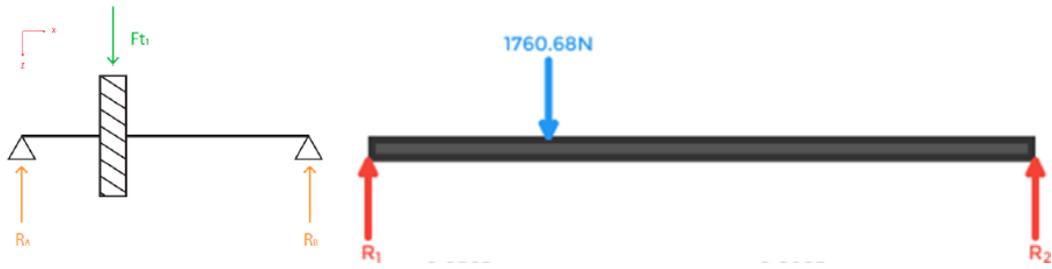


Tabla 18. Diagrama eje entrada antihorario XZ

Reacciones eje de entrada	Rod. A		Rod. B	
	Ry (N)	Rz (N)	Ry (N)	Rz (N)
Horario	-613.54	-1284.64	-27.3	-476.04
Antihorario	-321.62	1284.64	-319.22	476.4

Tabla 19 Reacciones en los apoyos eje entrada

4.3.2. Eje intermedio

Horario XY

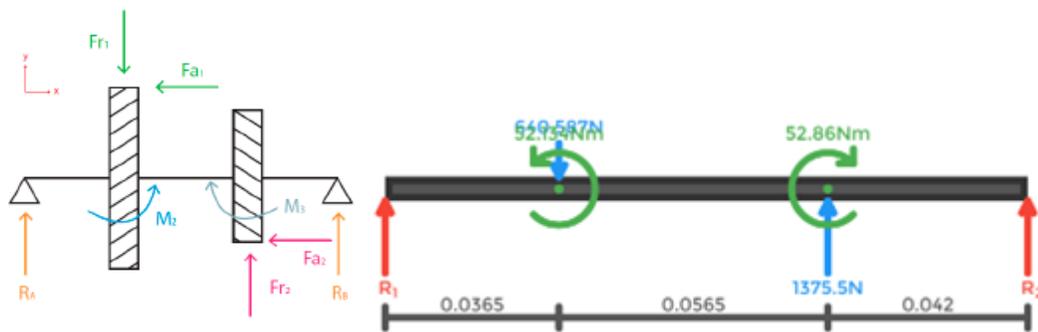


Figura 7 Diagrama eje intermedio horario XY

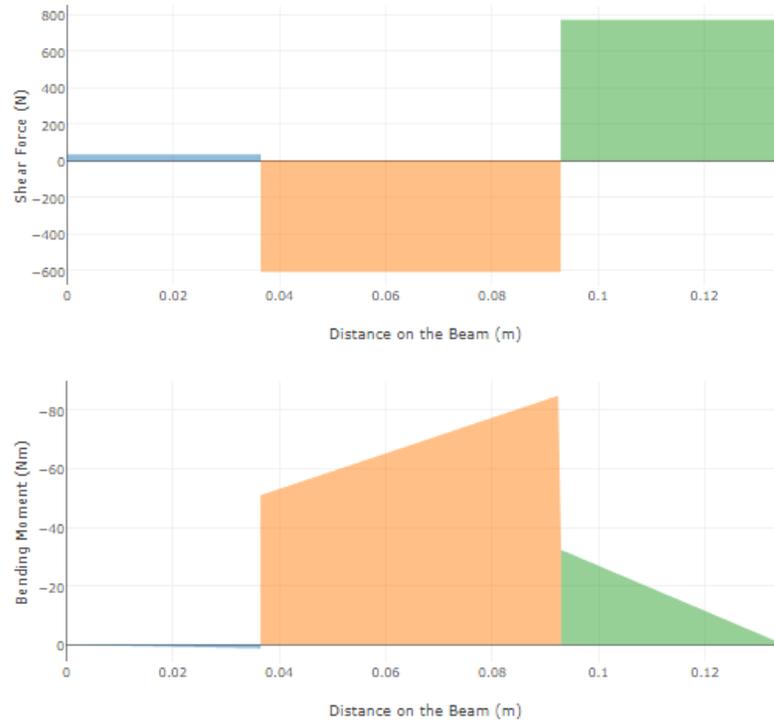


Tabla 20 Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio horario XY

Antihorario XY

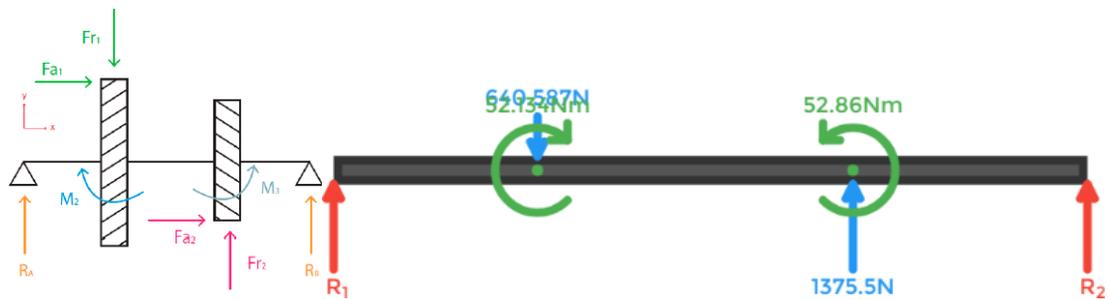


Figura 8. Diagrama eje intermedio antihorario XY

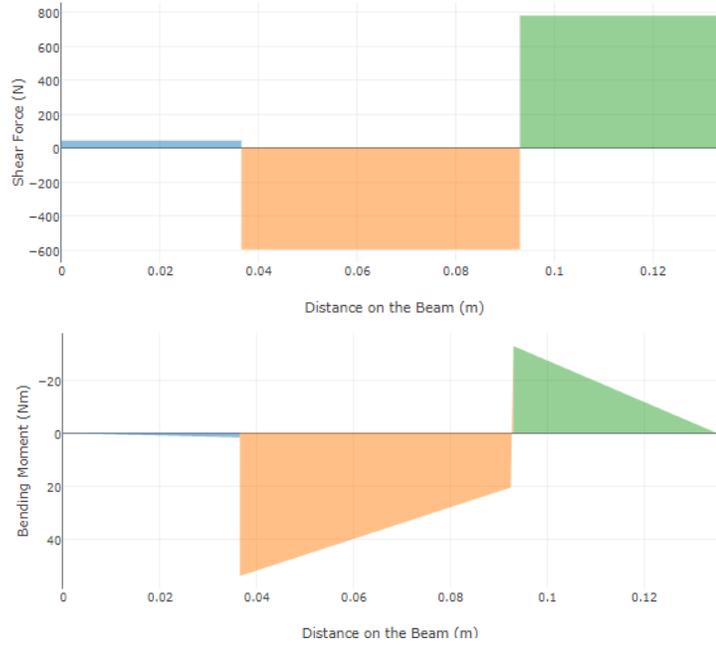


Tabla 21. Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio antihorario XY

Horario XZ

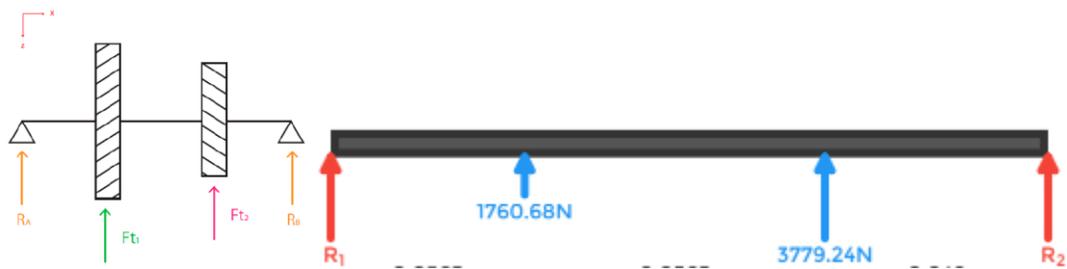


Figura 9. Diagrama eje intermedio horario XZ

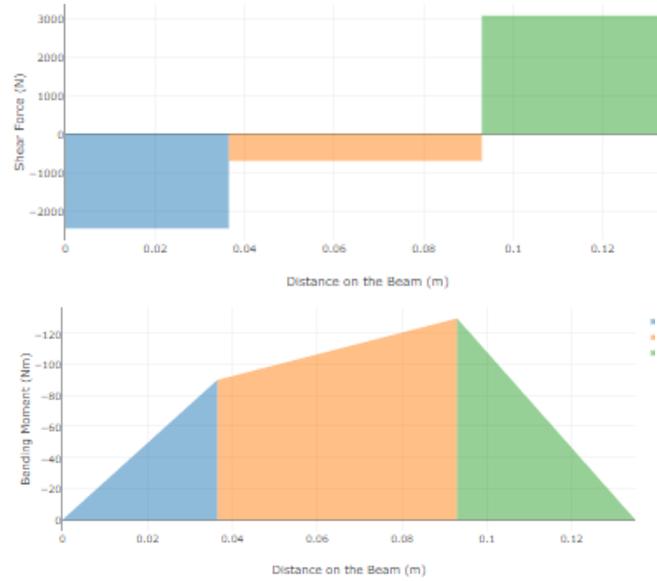


Tabla 22 Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio horario XZ

Antihorario XZ

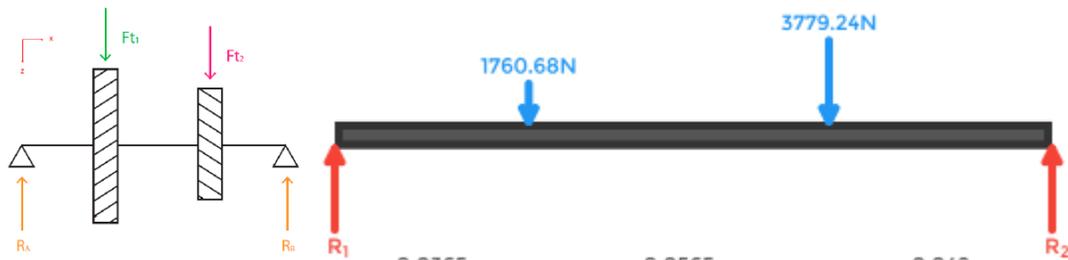


Figura 10. Diagrama eje intermedio antihorario XZ

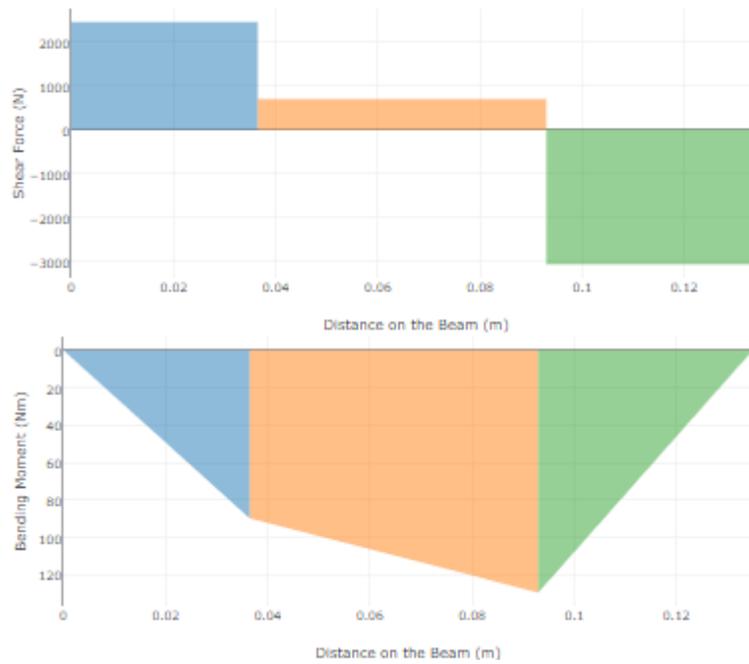


Tabla 23. Diagrama de cortantes y momentos eje intermedio antihorario XZ

Reacciones eje de entrada	Rod. A		Rod. B	
	Ry (N)	Rz (N)	Ry (N)	Rz (N)
Horario	34.02	-2460.41	-768.94	-3079.52
Antihorario	44.9	2460.41	-779.82	-3079.52

Tabla 24 Reacciones en los apoyos eje intermedio

4.3.3. Eje salida

Horario XY



Figura 11. Diagrama eje salida horario XY

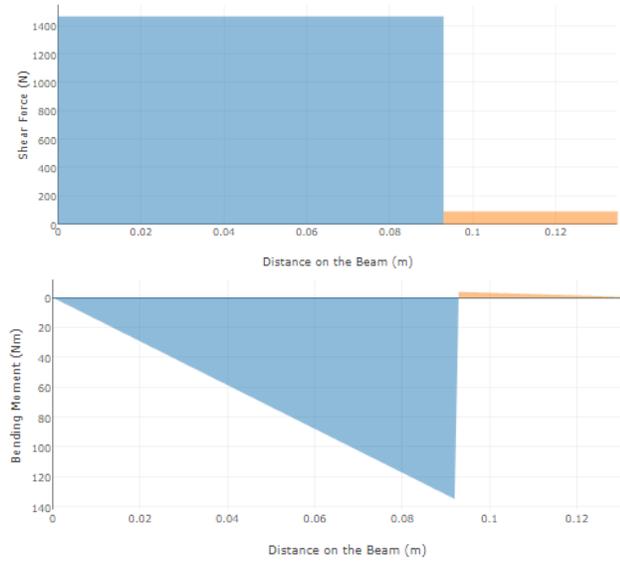


Tabla 25. Diagrama de cortantes y momentos eje salida horario XY

Antihorario XY



Figura 12. Diagrama eje salida antihorario XY

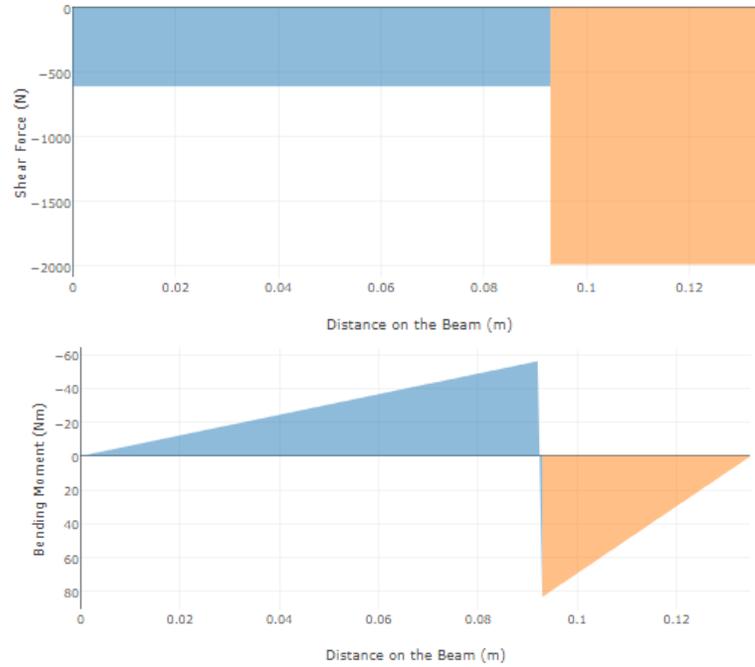


Tabla 26. Diagrama de cortantes y momentos eje salida antihorario XY

Horario XZ



Figura 13. Diagrama eje salida horario XZ

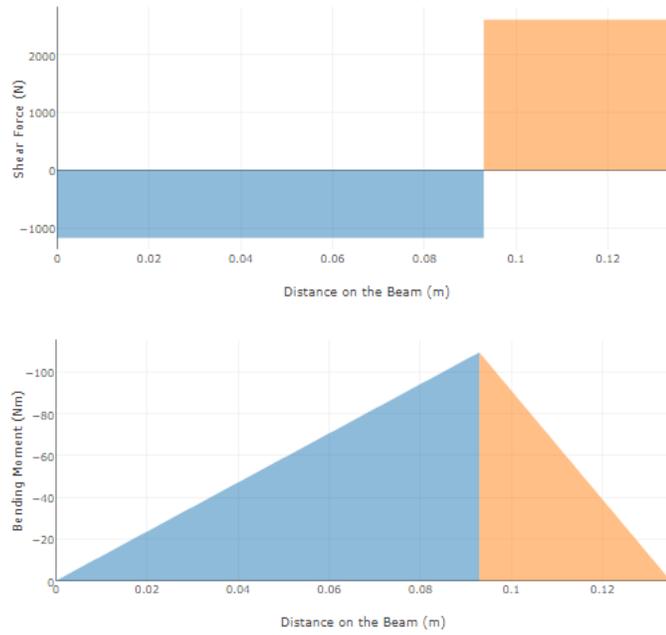


Tabla 27. Diagrama de cortantes y momentos eje salida horario XZ

Antihorario XZ



Figura 14. Diagrama eje salida antihorario XZ

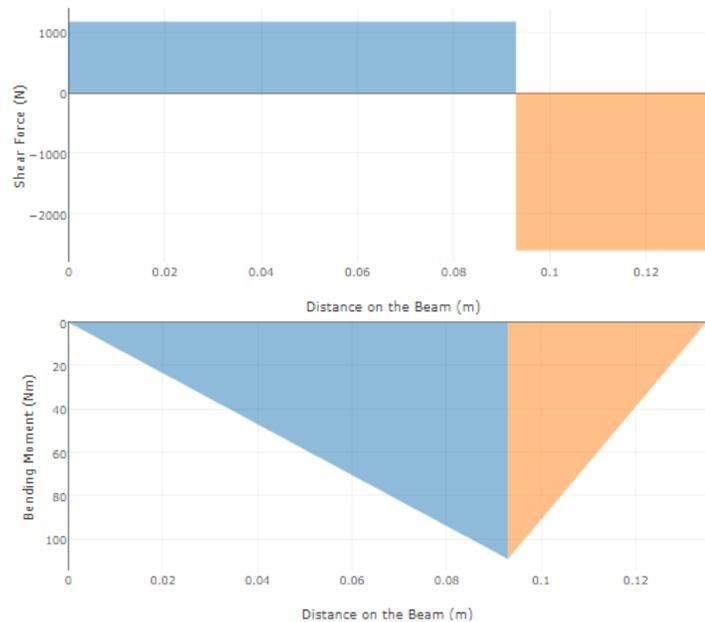


Tabla 28. Diagrama de cortantes y momentos eje salida antihorario XZ

Reacciones eje de entrada	Rod. A		Rod. B	
	Ry (N)	Rz (N)	Ry (N)	Rz (N)
Horario	1465	-1175.76	-89.5	-2603.48
Antihorario	-609.13	1175.76	1984.63	2603.48

Tabla 29 Reacciones en los apoyos eje salida

4.4 Obtención de a deflexión lateral

Uno de los factores a la hora de diseñar ejes de transmisión, es limitar la rigidez lateral, que puede provocar un funcionamiento incorrecto y a su vez en una drástica disminución de vida del componente.

En este punto, es necesario conocer la geometría de los ejes de transmisión ya que se determinan secciones relevantes según un origen común, que en este caso será el centro del rodamiento.

Límites:

- Engranajes helicoidales, pendiente menor a 0.0005 rad.
- Rodamientos de bolas, pendiente menor a 0.002 rad.
- Rodamiento cilíndricos, pendiente menor a 0.001 rad.

4.4.1. Eje de entrada

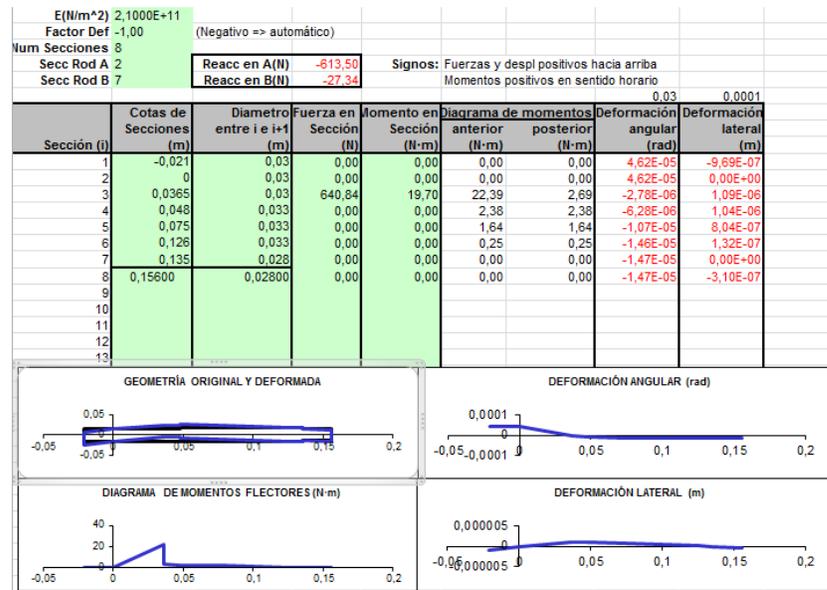


Tabla 30. Deflexión lateral eje entrada horario XY

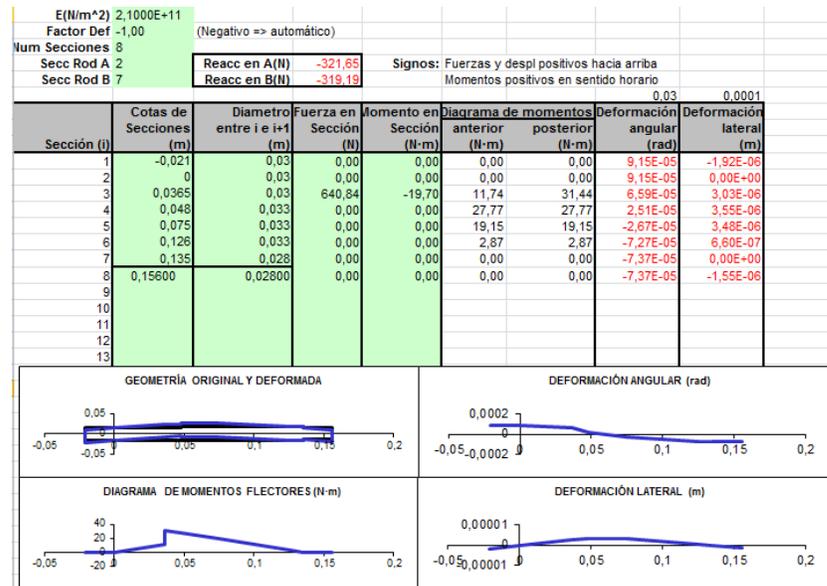


Tabla 31. Deflexión lateral eje entrada antihorario XY

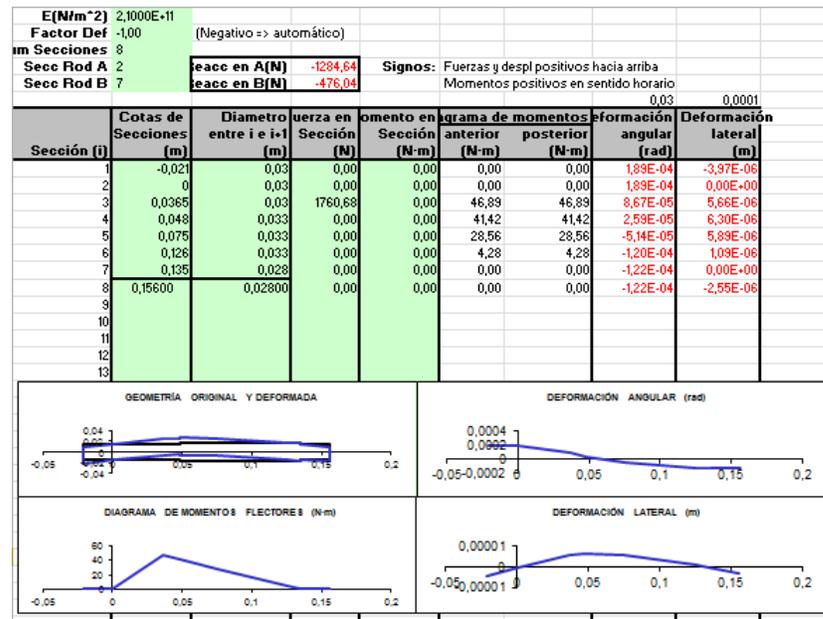


Tabla 32. Deflexión lateral eje entrada horario XZ

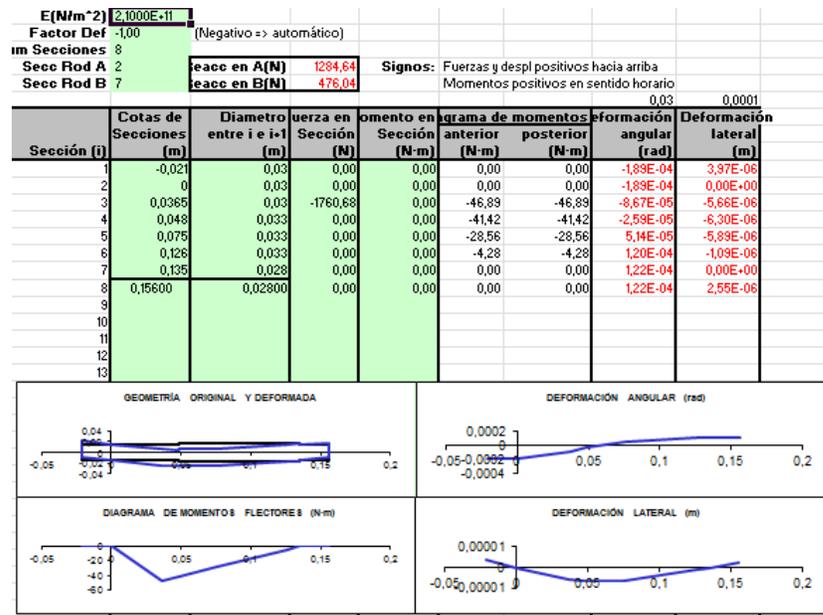


Tabla 33. Deflexión lateral eje entrada antihorario XZ

4.4.2. Eje intermedio

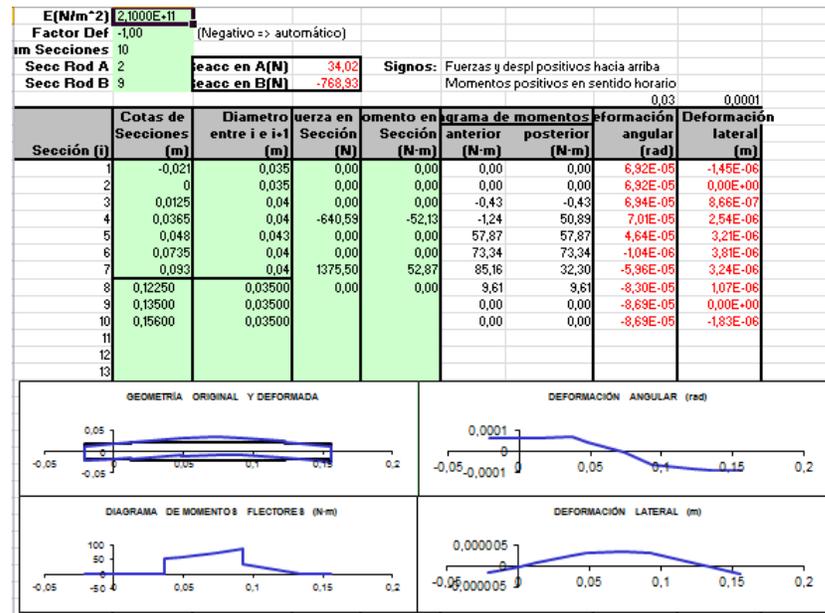


Tabla 34. Deflexión lateral eje intermedio horario XY

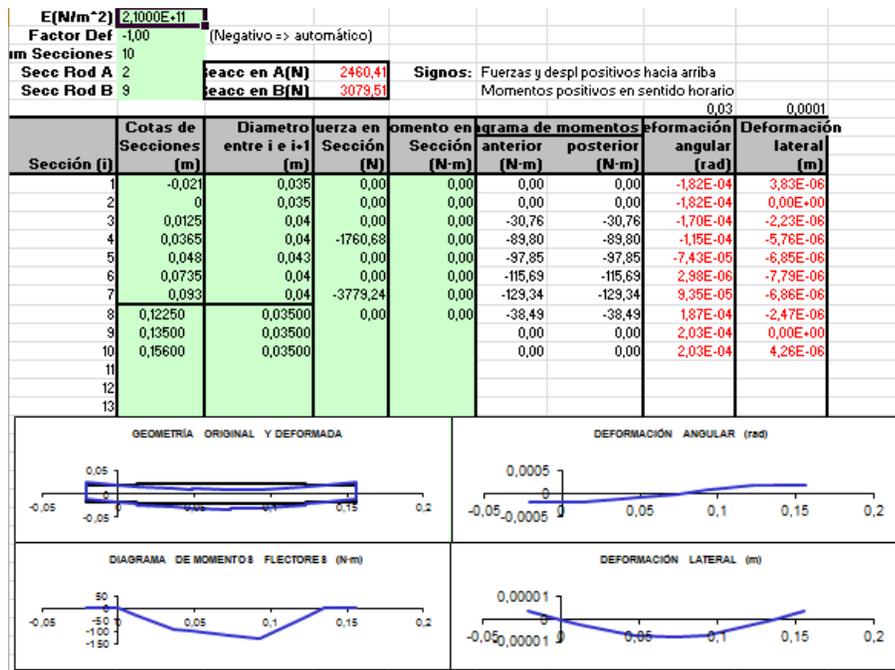


Tabla 35. Deflexión lateral eje intermedio antihorario XY

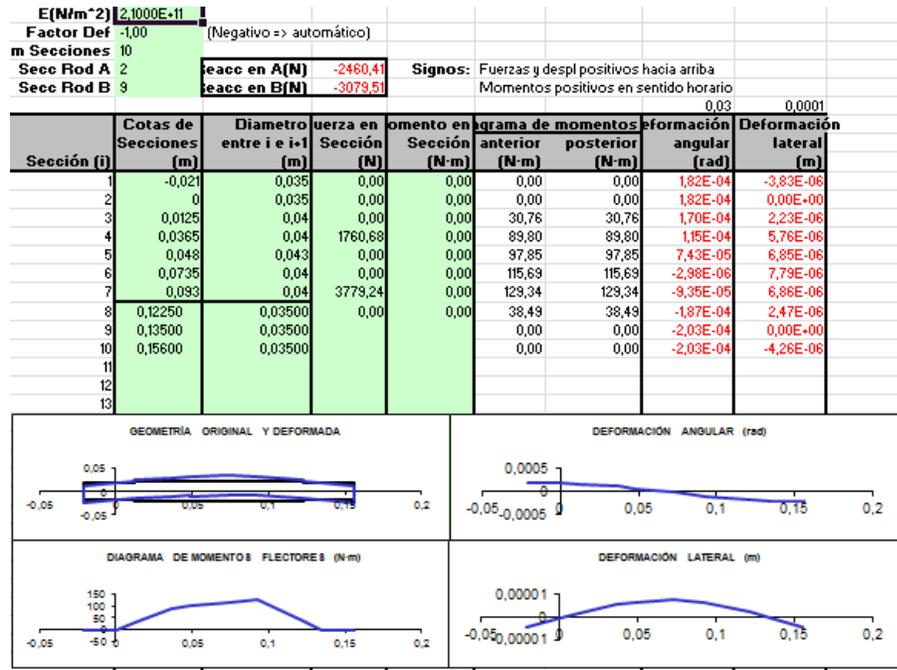


Tabla 36. Deflexión lateral eje intermedio horario XZ

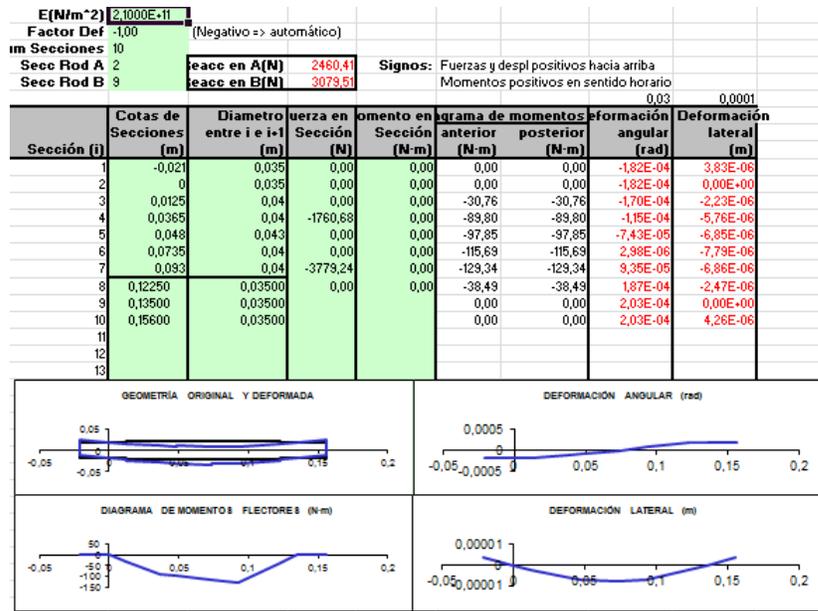


Tabla 37. Deflexión lateral eje intermedio antihorario XZ

4.4.3. Eje salida

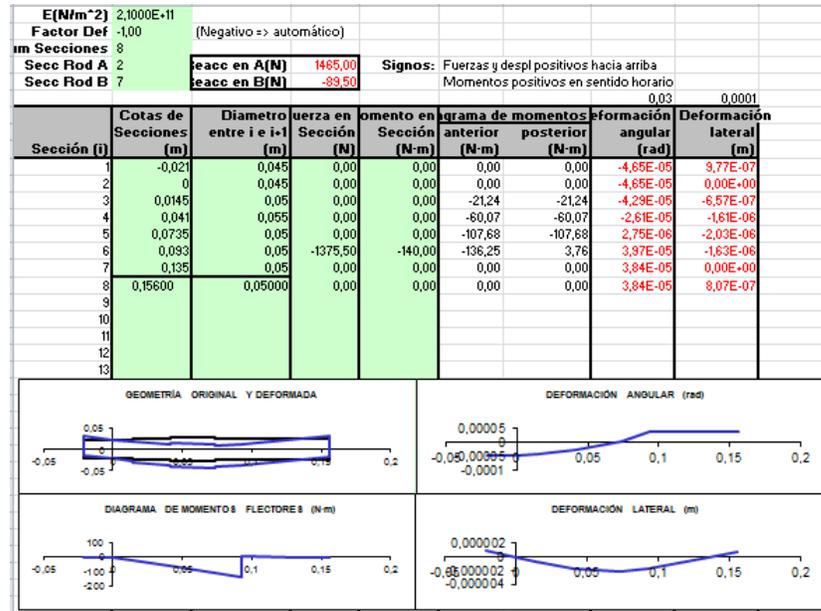


Tabla 38. Deflexión lateral eje salida horario XY

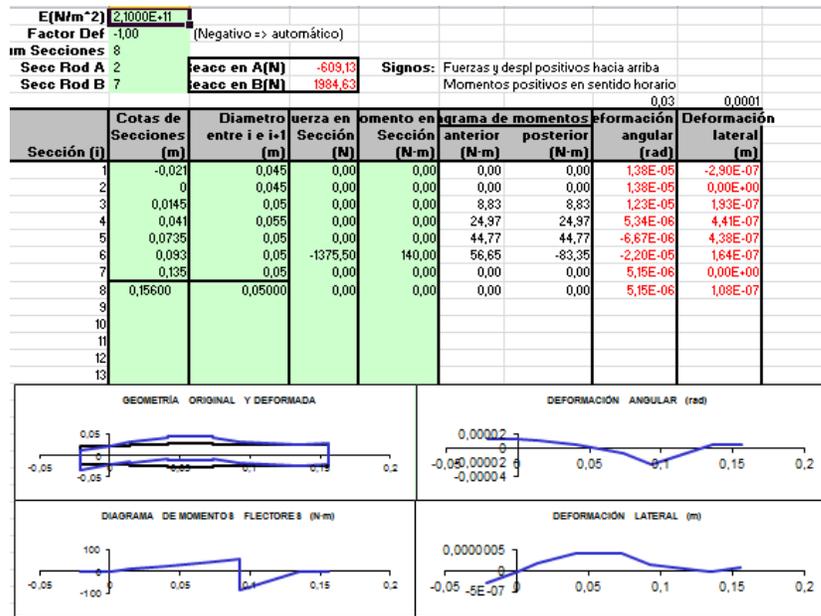


Tabla 39. Deflexión lateral eje salida antihorario XY



Para la comprobación a fatiga de los ejes de transmisión, se centrará en todas las secciones donde alguno de sus momentos sea distinto de cero, independientemente del sentido de giro, bien horario o antihorario.

Se utilizará el criterio de máxima tensión tangencial, adecuado para materiales dúctiles. La siguiente ecuación pertenece a dicho criterio y la segunda ecuación queda simplificada al quedar el momento flector medio y momento flector alternante nulos.

De estas ecuaciones se obtendrá el coeficiente de seguridad a fatiga existente en cada sección de cada eje de transmisión del reductor.

$$d^3 = \frac{32 \cdot X}{\pi \cdot S_y} \cdot \sqrt{\left(Mm + \frac{S_y}{S_e}\right)^2 + \left(Tm + \frac{S_{sy}}{S_{sN}}\right)^2}$$

$$d^3 = \frac{32 \cdot X}{\pi \cdot S_y} \cdot \sqrt{\left(\frac{S_y}{S_e} \cdot Ma\right)^2 + (Tm)^2}$$

Criterio de máxima tensión tangencial (Ec. 5)

Sy	Límite de fluencia (Pa)
Se	Límite de fatiga del material (PA)
Ma	Momento flector alternante (N.m)
Ta	Momento torsor alternante (N.m)
X	Coeficiente de seguridad
d	Diámetro mínimo

Tabla 42. Variables de cálculo máxima tensión tangencial

$$S_e = K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_e \cdot \frac{1}{K_f} \cdot S'_e$$

Límite de fatiga (Ec. 6)

Ka	Factor de superficie
Kc	Factor de tipo de carga
Ke	Confiabilidad
Kb	Factor de tamaño
Kd	Factor de temperatura
Kf	Concentrador de tensión

Tabla 43. Variables de cálculo límite de fatiga

$$K_r = 1 + q(K_t - 1)$$

Factor de concentrador de tensiones (Ec. 7)

$$q = \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{\rho}}$$

ρ es el radio de acuerdo en el cambio de sección.

Coefficiente para el cálculo de K_t (Ec. 8)

α constante del material. Se obtiene con la formula siguiente.

$$\alpha(\text{mm}) = 0.025 \cdot \left(\frac{2070}{S_u(\text{MPa})} \right)$$

Datos comunes para todos los ejes

Su	650,00000
Sy	550,00000
HB	250,00000
a	4,51000

Ka	
	0,86
Kc	
	1,00
Ke (Confiabilidad 99%)	
	0,81
Se'(límite de fatiga para el acero)	
	325,00

$$\alpha(\text{cte. Mat}) = 0,079615385$$

4.5.1. Coeficiente de seguridad a fatiga eje entrada

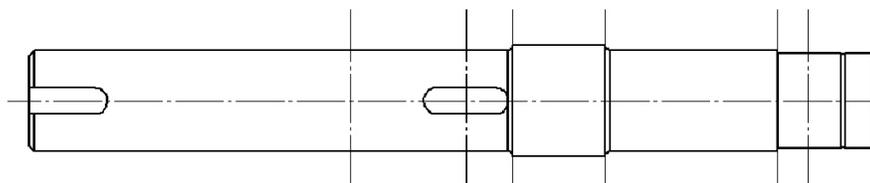


Figura 15. Secciones eje de entrada

Sentido horario

Sección	r	D	d	r/d	D/d
3	1,5	30	30	0,05	1
4	1,50	33	30,00	0,05	1,1
5	1,5	33	30	0,05	1,1
6	1	30	28,00	0,035714286	1,07142857

Sección	Mz	My	M	Kc	Ka	Ke	kt	q	Kf	Kb	Se	x
3	22,39	46,89	51,96	1,00	0,85915	0,81	1,30	0,95	1,28	0,85	151,46	7,73
4	2,38	41,42	41,49	1,00	0,85915	0,81	1,80	0,95	1,76	0,85	110,59	7,07
5	1,64	28,56	28,61	1,00	0,85915	0,81	1,80	0,95	1,76	0,85	110,59	10,25
6	0,25	4,28	4,29	1,00	0,85915	0,81	1,90	0,93	1,83	0,86	106,96	53,77

Tabla 44. Coeficiente de seguridad a fatiga eje entrada horario

Sentido antihorario

Sección	r	D	d	r/d	D/d
3	1,5	30	30	0,05	1
4	1,50	33	30,00	0,05	1,1
5	1,5	33	30	0,05	1,1
6	1	30	28,00	0,035	1,077

Sección	Mz	My	M	Kc	Ka	Ke	kt	q	Kf	Kb	Se	x
3	31,44	-46,89	56,45	1,00	0,85	0,81	1,30	0,95	1,28	0,85	151,46	7,11
4	27,77	-41,42	49,87	1,00	0,85	0,81	1,80	0,95	1,76	0,85	110,59	5,87
5	19,15	28,56	34,39	1,00	0,85	0,81	1,80	0,95	1,76	0,85	110,59	8,52
6	0,25	4,28	4,29	1,00	0,85	0,81	1,90	0,93	1,83	0,86	106,96	53,76

Tabla 45. Coeficiente de seguridad a fatiga eje entrada antihorario

4.5.2. Coeficiente de seguridad a fatiga eje intermedio

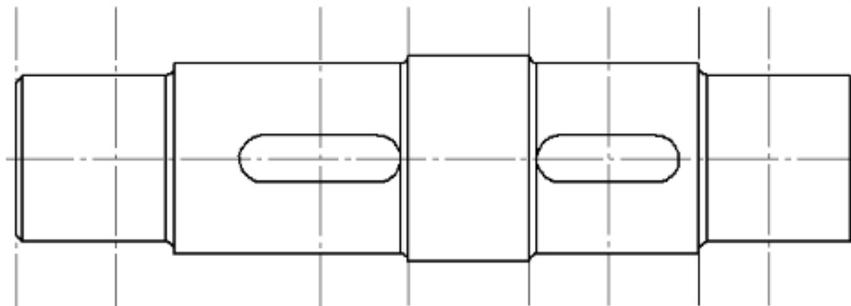


Figura 16. Secciones eje de intermedio

Sentido horario

r	D	d	r/d	D/d
2,00	40,00	35,00	0,06	1,14
2,00	40,00	40,00	0,05	1,00
1,50	43,00	40,00	0,04	1,08
1,50	43,00	40,00	0,04	1,08
1,50	40,00	40,00	0,04	1,00
1,50	40,00	35,00	0,04	1,14

Sección	Mz	My	M	Kc	Ka	Ke	Kt	q	Kf	Kb	Se	X
---------	----	----	---	----	----	----	----	---	----	----	----	---

3	-0,43	30,76	30,76	1,00	0,86	0,81	1,70	0,96	1,67	0,84	114,29	15,64
4	50,89	89,80	103,22	1,00	0,86	0,81	1,60	0,96	1,58	0,83	119,44	7,27
5	57,87	97,85	113,68	1,00	0,86	0,81	1,80	0,95	1,76	0,83	107,04	5,92
6	73,34	115,69	136,98	1,00	0,86	0,81	1,08	0,95	1,08	0,83	175,06	8,03
7	85,16	129,34	154,86	1,00	0,86	0,81	1,50	0,95	1,47	0,83	127,72	5,18
8	9,61	38,49	39,67	1,00	0,86	0,81	1,70	0,95	1,66	0,84	114,87	12,19

Tabla 46. Coeficiente de seguridad a fatiga eje intermedio horario

Sentido antihorario

Sección	r	D	d	r/d	D/d
3	2,00	40,00	35,00	0,06	1,14
4	2,00	40,00	40,00	0,05	1,00
5	1,50	43,00	40,00	0,04	1,08
6	1,50	43,00	40,00	0,04	1,08
7	1,50	40,00	40,00	0,04	1,00
8	1,50	40,00	35,00	0,04	1,14

Sección	Mz	My	M	Kc	Ka	Ke	Kt	q	Kf	Kb	Se	X
3	-0,56	-30,76	30,77	1,00	0,86	0,81	1,70	0,96	1,67	0,84	114,29	15,64
4	-1,64	-53,77	53,80	1,00	0,86	0,81	1,60	0,96	1,58	0,83	119,44	13,95
5	-46,92	-97,85	108,52	1,00	0,86	0,81	1,80	0,95	1,76	0,83	107,04	6,20
6	-31,73	-115,69	119,96	1,00	0,86	0,81	1,08	0,95	1,08	0,83	175,06	9,17
7	32,75	-129,34	133,42	1,00	0,86	0,81	1,50	0,95	1,47	0,83	127,72	6,01
8	9,75	-38,49	39,71	1,00	0,86	0,81	1,70	0,95	1,66	0,84	114,87	12,18

Tabla 47. Coeficiente de seguridad a fatiga eje intermedio antihorario

4.5.3. Coeficiente de seguridad a fatiga eje salida

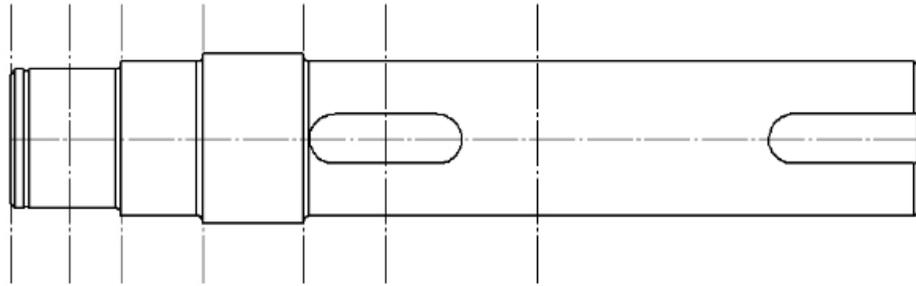


Figura 17. Secciones eje de salida

Sentido horario

Sección	r	D	d	r/d	D/d
3	2	50	45	0,044	1,1
4	2,00	55	50,00	0,04	1,1
5	2	55	50	0,04	1,1
6	2	50	50,00	0,04	1

Sección	Mz	My	M	Kc	Ka	Ke	Kt	q	Kf	Kb	Se	X
3,00	-21,24	17,05	27,24	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,82	105,05	34,50
4,00	-60,07	48,21	77,02	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,81	103,80	16,54
5,00	-107,68	86,42	138,07	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,81	103,80	9,23
6,00	-136,25	109,35	174,70	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,81	103,80	7,29

Tabla 48. Coeficiente de seguridad a fatiga eje salida horario

Sentido antihorario

Sección	r	D	d	r/d	D/d
3,00	2,00	50,00	45,00	0,04	1,11
4,00	2,00	55,00	50,00	0,04	1,10
5,00	2,00	55,00	50,00	0,04	1,10
6,00	2,00	50,00	50,00	0,04	1,00



Sección	Mz	My	M	Kc	Ka	Ke	Kt	q	Kf	Kb	Se	X
3,00	8,83	-17,05	19,20	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,82	105,05	48,94
4,00	24,97	-48,21	54,29	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,81	103,80	23,46
5,00	44,77	-86,42	97,33	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,81	103,80	13,09
6,00	-83,35	-109,35	137,49	1,00	0,86	0,81	1,80	0,96	1,77	0,81	103,80	9,26

Tabla 49. Coeficiente de seguridad a fatiga eje salida antihorario

5. Rodamientos

En esta sección, se comprobará que la carga dinámica de los rodamientos empleados en las diferentes etapas sea igual o superior a la requerida para condiciones de ciclos, confiabilidad y temperatura.

Para el caso se empleara rodamientos con una vida superior a 20.000 horas o superior.

Es necesario emplear la siguiente ecuación:

$$L = a_1 \cdot a_{iso} \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{F_{eq}} \right)^q$$

Vida de los rodamientos (Ec. 9)

a1	Factor de fiabilidad (para el caso a1= 0.47 para el 97%)
a _{iso}	Factor por condiciones de trabajo
K	$K = \frac{v_{aceite}}{v_1}$
v1	$\eta_c \cdot \frac{P_u}{F_{eq}}$
q	Coefficiente por rodamiento (bolas q=3; cilindros q=10/3)

Tabla 50. Factores para la obtención de la vida del rodamiento

5.1 Rodamientos eje de entrada

Rodamiento A (bolas)

Rod A	6306 ETN 9
C(N)	32500
Co(N)	17300
q (contacto lineal)	3
n (rpm)	3000
a1(98%)	0,55
d eje (mm)	30
v1 (mm/s ²)	15

v(vg320,70º)	70
K	4,666666667
nc	0,3
Pu	735
fo	12
L	20000

Rodamiento A	Fr (modulo)	Fa	Fr/Fa	fo*Fa/Co	e (valor inter.)	x	y (valor inter.)	Feq.	nc*PU/Feq	aiso	Cmin
horario	1423,62	821,01	1,73	0,57	0.247	0,56	1,73	2217,57	0,10	9,00	19942,31
antihorario	1324,30	0,00	-	-	-	-	-	1324,30	0,17	7,00	12949,91

Tabla 51. Rodamiento A eje de entrada (bolas)

Rodamiento B (bolas)

Rod B	63/28
C(N)	25100
Co(N)	13700
q (contacto lineal)	3
n (rpm)	3000
a1(98%)	0,47
d eje (mm)	30
v1 (mm/s2)	15
v(vg320,70º)	70
K	4,666666667
nc	0,3
Pu (N)	405
fo	13
L (h)	20000

Rod. B	Fr (N) (modulo)	Fa (N)	Fr/Fa	fo*Fa/Co	e (valor inter.)	x	y (valor inter.)	Feq. (N)	nc*PU/Fe q	aiso	Cmin
horario	476,82	821,01	0,58	0,78	0.267906	0,56	1,52	1515,73	0,08	1,70	25034,
antihorario	573,14	0,00	-	-	-	-	-	573,14	0,21	48,00	3108,

Tabla 52. Rodamiento B eje de entrada ((bolas)

5.2 Rodamientos eje intermedio

Rodamiento A eje intermedio (bolas)

Rod A	6407
C(N)	55300,00
Co(N)	31000,00
q (contacto lineal)	3,00
n (rpm)	1125,88
a1(97%)	0,47
d eje (mm)	40,00
v1 (mm/s ²)	21,20
v(vg320,70 ^º)	70,00
K	3,30
nc	0,30
Pu (N)	1290,00
fo	12,00
L (h)	20000,00

Rodamiento A (cili)	Fr (N) (modulo)	Fa(N)	Fr/Fa	fo*Fa/Co	e (valor inter.)	x	y (valor inter.)	Feq. (N)	nc*PU/Fe q	aiso	Cmin
horario	2460,64	2583,29	0,95	1,00	0,29	0,56	1,31	4762,07	0,08	5,00	39597,
antihorario	2460,82	0,00	-	-	-	-	-	2460,82	0,16	8,00	24254,

Tabla 53. Rodamiento A eje intermedio (bolas)

Rodamiento B eje intermedio (bolas)

Rod B	6208 ETN9
C(N)	35800,00
Co(N)	20800,00
q (contacto lineal)	3,00
n (rpm)	1125,88
a1(97%)	0,55
d eje (mm)	40,00
v1 (mm/s ²)	21,20
v(vg320,70 ^º)	70,00
K	3,30
nc	0,30
Pu	880,00
fo	13,00
L (h)	20000,00

Rodamiento A	Fr (modulo)	Fa	Fr/Fa	fo *F a/Co	e (valor inter.)	x	y (valor inter.)	Feq.	nc*PU/Fe q	aiso	Cmin
horario	3174,06	2583,29	1,23	1,61	0,35	0,56	1,45	5523,24	0,05	11,00	33509,41
antihorario	3176,71	0,00	-	-	-	-	-	3176,71	0,08	6,00	32701,98

Tabla 54. Rodamiento B eje intermedio (bolas)

5.3 Rodamientos eje salida

Rodamiento A eje salida (bolas)

Rod A	6409
C(N)	76100,00
Co(N)	45000,00
q (contacto lineal)	3,00
n (rpm)	422,54
a1(97%)	0,47

d eje (mm)	50,00
v1 (mm/s²)	30,96
v(vg320,70°)	70,00
K	2,26
nc	0,30
Pu (N)	1900,00
fo	12,00
L (h)	20000,00

Rod. A	Fr (N)(modulo)	Fa (N)	Fr/Fa	fo*Fa/Co	e (valor inter.)	x	y (valor inter.)	Feq.(N)	nc*PU/Feq	aiso	Cmin
horario	1878,47	1762,28	1,07	0,47	0,24	0,56	0,51	1943,66	0,29	18,00	10545,17
antihorario	1324,18	0,00	-	-	-	-	-	1324,18	0,43	40,00	7632,44

Tabla 55. Rodamiento A eje salida (bolas)

Rodamiento B eje salida (bolas)

Rod B	6310
C(N)	65000,00
Co(N)	38000,00
q (contacto lineal)	3,00
n (rpm)	300,00
a1(97%)	0,47
d eje (mm)	50,00
v1 (mm/s²)	36,74
v(vg320,70°)	70,00
K	1,91
nc	0,30
Pu	1600,00
fo	13,00
L	20000,00

Rodamiento B (cili)	Fr (modulo)	Fa	Fr/Fa	fo*Fa/Co	e (valor inter.)	x	y (valor inter.)	Feq.	nc*PU/Feq	aiso	Cmin
horario	2605,01	1762,28	1,48	0,60	0,25	0,56	1,70	4454,68	0,11	3,00	41675,42



antihorario	3273,66	0,00	-	-	-	-	-	3273,66	0,15	45,00	17216,4
											2

Tabla 56. Rodamiento B eje salida (bolas)



6. Bibliografía

- [1] Anexo "Diseño y cálculo de un reductor velocidad" UPV
- [2] Teoría de máquinas. Fundamentos y aplicaciones. Julián Rodríguez



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



Anexo II del documento N°1

Tablas



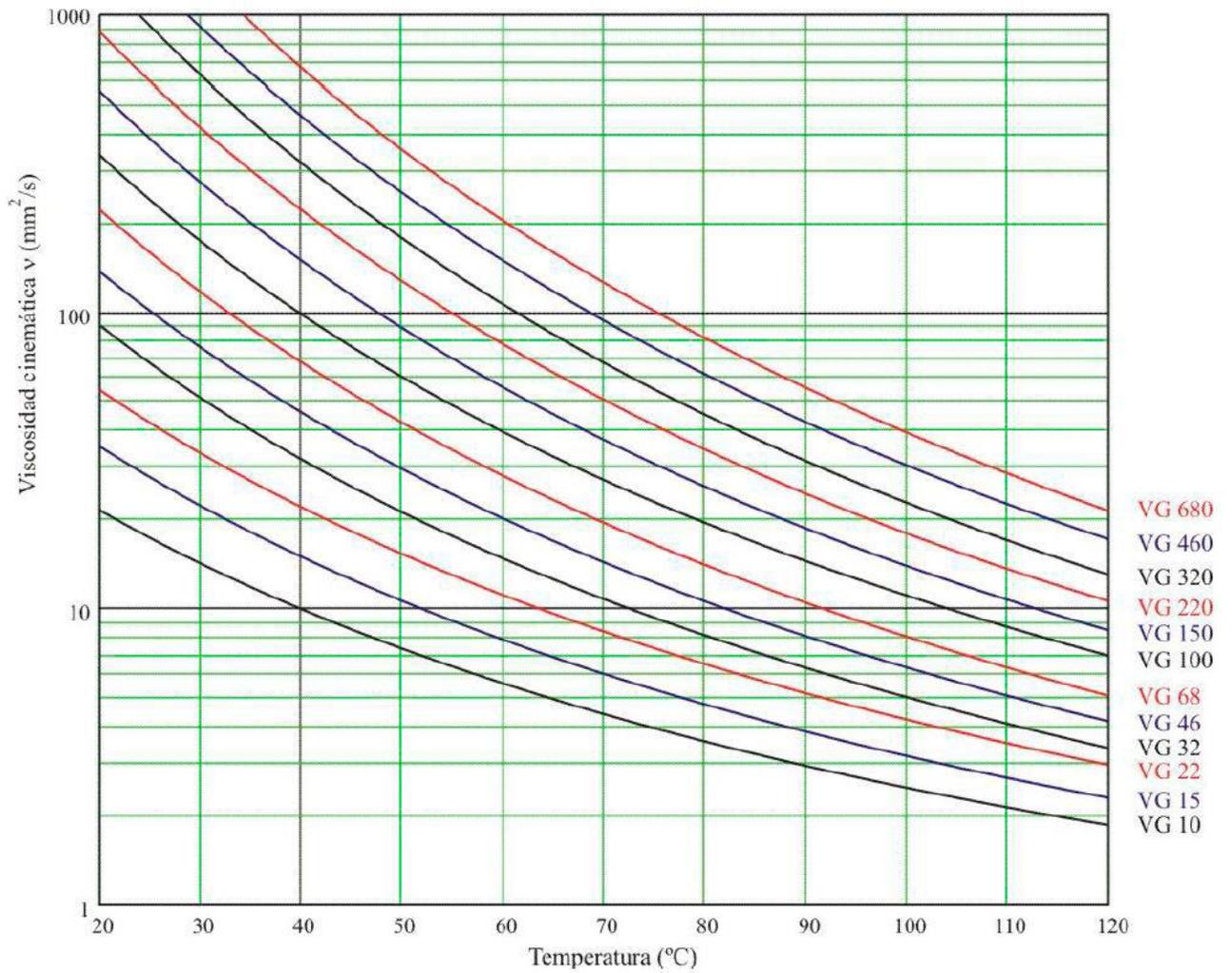
Índice de contenido

1.	TABLA DE PROPIEDADES DE MATERIALES.....	3
2.	GRAFICA DE LUBRICANTES CON VARIACIÓN DE VISCOSIDAD CINEMATICA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA	4
3.	CONDICIONES REALES DE FUNCIONAMIENTO (COEFICIENTE KA).....	5
4.	CONDICIONES REALES DE FUNCIONAMIENTO (COEFICIENTE KV).....	6
5.	COEFICIENTES DE CARGA LONGITUDINAL (KFB/ KHB).....	6
6.	COEFICIENTES H1,H2 Y H3 PARA KHB.....	6
7.	FACTOR DE ACABADO.....	7
8.	CONFIABILIDAD	7
9.	FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE TENSIONES	7
10.	FACTOR DE FIABILIDAD A1.....	8
11.	FACTOR AISO RODAMIENTOS RADIALES DE BOLAS	9
12.	RODAMIENTO A (EJE ENTRADA)	9
13.	RODAMIENTO B (EJE ENTRADA)	10
14.	RODAMIENTO A (EJE INTERMEDIO)	11
15.	RODAMIENTO B (EJE INTERMEDIO)	12
16.	RODAMIENTO A (EJE SALIDA)	13
17.	RODAMIENTO B (EJE SALIDA)	14
18.	CHAVETAS NORMALIZADAS.....	15
19.	ACERO F114/ CK45.....	16
20.	PROPIEDADES FUNDICIÓN GRIS FG-25/ GG-25	18
21.	PROPIEDADES 16MNCR5	19
22.	ANILLO DE EJE.....	20
23.	SELLO RADIAL EJE DE ENTRADA	20
24.	SELLO RADIAL EJE DE SALIDA	21
25.	GRÁFICO PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE COMPUESTO EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD Y DIÁMETRO DEL EJE	22

1. Tabla de propiedades de materiales

MATERIAL (tabla iso 6336-5)	Denominación	S_u (N/mm ²)	S_y (N/mm ²)	Dureza superficial
		min - max	min - max	
Fundiciones grises (GG) UNE EN 1561:2012	GJL-200	200 - 300	-	HB (150-230)
	GJL-250	250 - 350	-	HB (170-250)
	GJL-350	350 - 450	-	HB (210-275) HB 150-275
Fundiciones maleables de corazón negro (GTS) UNE EN 1562:2012	GJMB-500-5	500 -	300 -	HB (165-215)
	GJMB-550-4	550 -	340 -	HB (180-230)
	GJMB-600-3	600 -	390 -	HB (195-245)
	GJMB-650-2	650 -	430 -	HB (210-260) HB 135-250
Fundiciones con grafito esferoidal (nodular o dúctil) (GGG) UNE-EN1563:2012	GJS-400-15	400 -	250 -	HB (150-180)
	GJS-600-3	600 -	380 -	HB (210-250)
	GJS-800-2	800 -	480 -	HB (260-300) HB 175-300
Acero moldeado no aleado (St cast) UNE-EN10293:2006	GE240	450 - 600	240 -	HB 140 - HV 152
	GE300	520 - 670	300 -	HB 175 - HV 200 HB 140-210
Acero no aleado forjado (St)	C25	400	280	HB 140 - HV 141
	C35	580	380	HB 180 - HV 182
	C45	680	430	HB 207 - HV 210 HB 110-210
Acero no aleado forjado, templado y revenido (V) UNE-EN10083-2:2008	C25	570	430	HB 168 - HV 170
	C35	600 - 750	430 - 520	HB 212 - HV 216 HV 135-210 HV 115-215
Aceros aleados templados y revenidos (V) UNE-EN10083-3:2008	20NiCrMoS2-2	850	580	HB 255 - HV 267
	20MnCr5	980	735	HB 302 - HV 317
	34CrMo4	1000 - 1200	800	HB 310 - HV 326
	42CrMo4	1100 - 1300	950	HB 321 - HV 337
	34NiCrMo16	1230 - 1420	1030	HB 352 - HV 368 HV 200 - 390
Acero moldeado no aleado templado (V cast)				HV 130-215
Acero moldeado aleado templado (V cast)	G35CrMo4	750-980	650	HB 290 - HV 305
	G42CrMo4	800-1025	700	HB 305 - HV 320 HV 200-360
Acero forjado de cementación. (Eh) UNE-EN10084:2010	20MnCr5	980	735	HV 720
	20NiCrMoS2-2 F1522	850	600	HV 600
	15NiCr13 (F-1540)	950	750	HV 700
	14NiCrMo13 F 1560	1300	1100	HV 740 HV 600-800
Acero forjado o moldeado, endurecido superficialmente a la llama o por inducción (IF)	C45	1034	786	HB 525 - HV 560
	37Cr4 F-1201	1150		HV 550 - 610
	42CrMo4	1300	1200	HB 515 - HV 615 HV 485-615
Acero forjado de nitruración(NT), acero templado de nitruración(NV), acero de nitruración (NT)UNE-EN10085:2001	42CrMo4	1450		HV 700
	24CrMo13-6 F 1711	1100	900	HV 700
	31CrMoV9 F 1721	1000	800	HV 850 - 950
	41 CrAlMo7-10 F 1741	950 - 1150	750	HV 850 - 950
	34CrAlNi7-10	900-1100	680	NT HV 650-900 NV HV 450-650
Acero forjado de nitrocarburoización (NV)				HV 300-650

2. Grafica de lubricantes con variación de viscosidad cinemática en función de la temperatura



3. Condiciones reales de funcionamiento (Coeficiente Ka)

Características de la máquina motriz	Características de la máquina arrastrada		
	Uniforme	Choques moderados	Choques importantes
Uniforme	1,00	1,25	1,75
Choques ligeros	1,25	1,50	2 o mayor
Choques moderados	1,50	1,75	2,25 o mayor

Características de la máquina motriz	Máquina
Uniforme	Motor eléctrico, Turbina de vapor, Turbina de gas
Choques ligeros	Motor de combustión interna de varios cilindros
Choques moderados	Motor de combustión interna monocilíndrico

Características de la máquina arrastrada	Máquina
Uniforme	Alternador, elevadores ligeros, mecanismos de avance de máquinas herramienta, ventiladores, turbo compresores
Choques moderados	Mecanismos de rotación de grúas, ventiladores de minería, mezcladoras de materias no homogéneas, compresores de cilindros múltiples
Choques importantes	Prensas, cizallas, accionamiento de laminadoras

4. Condiciones reales de funcionamiento (Coeficiente Kv)

Q _{ISO}	10	9	8	7	6	5	4	3
B	0.25	0.18	0.13	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02

----- Mecanizado basto -----
 Mecanizado medio
 Mecanizado preciso
 ----- Rectificado -----
 --- Velocidad alta ---
 ----- Automóviles -----
 ----- Camiones -----
 ----- Mecánica general -----
 --- Mecánica de baja precisión ---

5. Coeficientes de carga longitudinal (KFβ/ KHβ)

Q _{ISO}	Tipo Ajuste	H ₁	H ₂	H ₃	F ₁	F ₂	F ₃
5	a	1.14870	2.17866 · 10 ⁻⁴	0.17737	1.12665	1.96054 · 10 ⁻⁴	0.15407
5	b, c	1.11024	4.84048 · 10 ⁻⁵	0.17350	1.09429	5.38323 · 10 ⁻⁵	0.15221
6	a	1.14439	3.10712 · 10 ⁻⁴	0.18211	1.13507	2.53573 · 10 ⁻⁴	0.15415
6	b, c	1.10851	1.57148 · 10 ⁻⁴	0.18092	1.09895	1.35713 · 10 ⁻⁴	0.15526
7	a	1.17115	4.67862 · 10 ⁻⁴	0.18114	1.14779	4.00005 · 10 ⁻⁴	0.15570
7	b, c	1.11765	2.21430 · 10 ⁻⁴	0.18277	1.11330	1.75004 · 10 ⁻⁴	0.15651
8	a	1.22585	6.21433 · 10 ⁻⁴	0.18219	1.20567	5.21432 · 10 ⁻⁴	0.15273
8	b, c	1.14813	3.17861 · 10 ⁻⁴	0.18064	1.13592	2.71432 · 10 ⁻⁴	0.15240

6. Coeficientes H1,H2 y H3 para KHβ

QISO	Ajuste	Dentados no endurecidos superficialmente			Aceros endurecidos superficialmente / dentados cementados rectificados		
		H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
5	a	1.135	2,3·10 ⁻⁴	0.18	1.09	1,99·10 ⁻⁴	0.26
5	b, c	1.10	1,15·10 ⁻⁴	0.18	1.05	1,0·10 ⁻⁴	0.26
6	a	1.15	3,0·10 ⁻⁴	0.18	1.09	3,3·10 ⁻⁴	0.26
6	b, c	1.11	1,5·10 ⁻⁴	0.18	1.05	1,6·10 ⁻⁴	0.26
7	a	1.17	4,7·10 ⁻⁴	0.18	-	-	-
7	b, c	1.12	2,3·10 ⁻⁴	0.18	-	-	-
8	a	1.23	6,1·10 ⁻⁴	0.18	-	-	-
8	b, c	1.15	3,1·10 ⁻⁴	0.18	-	-	-

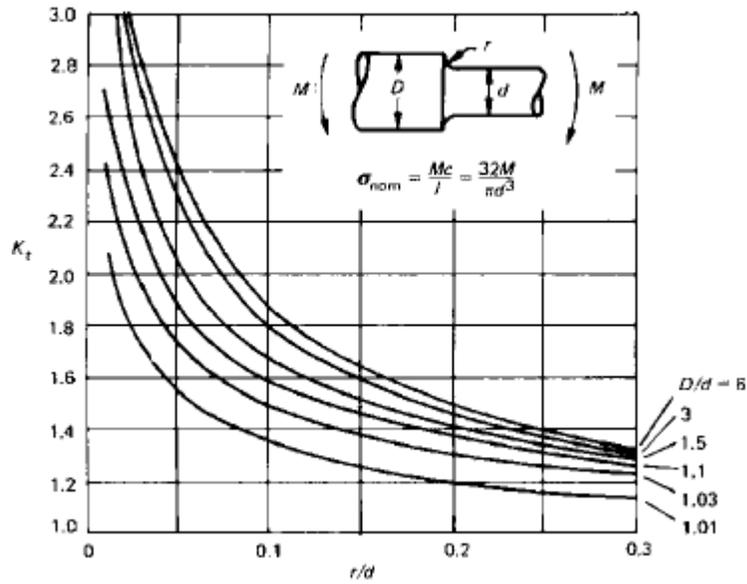
7. Factor de acabado

ACABADO SUPERFICIAL	Factor a (MPa)	Exponente b
Rectificado	1.58	-0.085
Mecanizado o laminado en frío	4.51	-0.265
Laminado en caliente	57.7	-0.718
Forjado	272.0	-0.995

8. Confiabilidad

Confiabilidad	0.5	0.9	0.95	0.99	0.999	0.9999	0.99999	0.999999
Factor de corrección	1.0	0.897	0.868	0.814	0.753	0.702	0.659	0.620

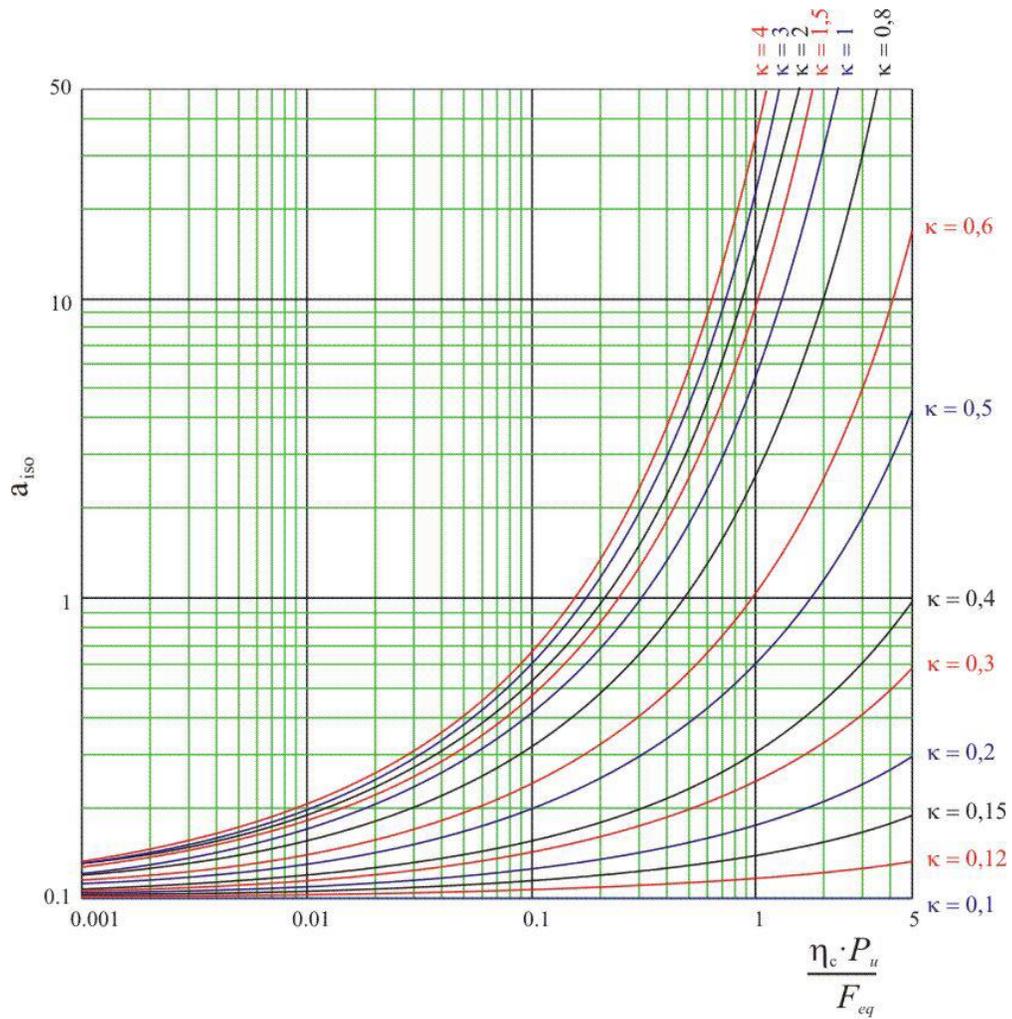
9. Factor de concentración de tensiones



10. Factor de fiabilidad a_1

Fiabilidad %	a_1
90	1
95	0.64
96	0.55
97	0.47
98	0.37
99	0.25
99.2	0.22
99.4	0.19
99.6	0.16
99.8	0.12
99.9	0.093
99.92	0.087
99.94	0.080
99.95	0.077

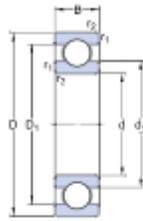
11. Factor aiso rodamientos radiales de bolas



12. Rodamiento A (eje entrada)

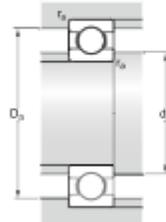
6306 ETN9

Dimensions



d	30	mm
D	72	mm
B	19	mm
d ₁	≈ 42.3	mm
D ₁	≈ 59.6	mm
r _{1,2}	min. 1.1	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 37	mm
D _a	max. 65	mm
r _a	max. 1	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	32.5	kN
Basic static load rating	C ₀	17.3	kN
Fatigue load limit	P _e	0.735	kN
Reference speed		22000	r/min
Limiting speed		14000	r/min
Calculation factor	k _e	0.03	
Calculation factor	f ₀	12	

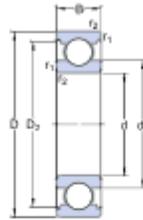
Mass

Mass bearing		0.33	kg
--------------	--	------	----

13. Rodamiento B (eje entrada)

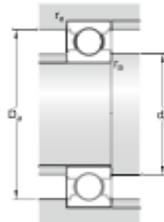
63/28

Dimensiones



d	28	mm
D	68	mm
B	18	mm
d ₁	≈ 41.7	mm
D ₂	≈ 57.8	mm
r _{1,2}	min. 1.1	mm

Dimensiones de los resaltes



d _a	min. 35	mm
D _a	max. 61	mm
r _a	max. 1	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	25.1	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	13.7	kN
Carga límite de fatiga	P ₀	0.585	kN
Velocidad de referencia		22000	r/min
Velocidad límite		14000	r/min
Factor de cálculo	k _t	0.03	
Factor de cálculo	f ₀	13	

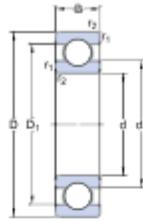
Masa

Rodamiento de masa		0.3	kg
--------------------	--	-----	----

14. Rodamiento A (eje intermedio)

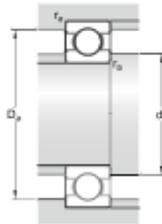
6407

Dimensions



d	35	mm
D	100	mm
B	25	mm
d ₁	≈ 57.45	mm
D ₁	≈ 79.55	mm
r _{1,2}	min. 1.5	mm

Abutment dimensions



da	min. 48	mm
da'	max. 89	mm
ra	max. 1.5	mm

Calculation data

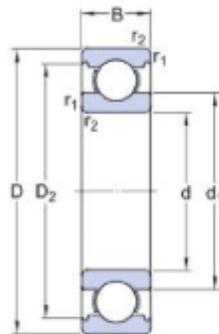
Basic dynamic load rating	C	55.3	kN
Basic static load rating	C ₀	31	kN
Fatigue load limit	P ₀	1.29	kN
Reference speed		16000	r/min
Limiting speed		10000	r/min
Calculation factor	k _v	0.035	
Calculation factor	f ₀	12.1	

Mass

Mass bearing	0.97	kg
--------------	------	----

15. Rodamiento B (eje intermedio)

SKF 6208 ETN9

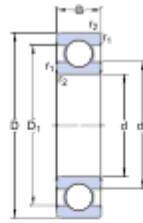


d	40	mm
D	80	mm
B	18	mm
Reference speed	18000	r/min
Limiting speed	11000	r/min
Material	Stainless steel	Chrome steel
Mass bearing	0.34	Kg
Basic dynamic load rating	C	35.8 KN
Basic static load rating	C0	20.8 KN
Fatigue load limit	P _U	0.88 KN

16. Rodamiento A (eje salida)

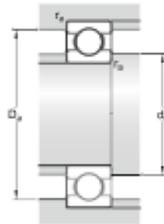
6409

Dimensions



d	45	mm
D	120	mm
B	29	mm
d ₁	≈ 68.91	mm
D ₁	≈ 95.85	mm
r _{1,2}	min. 2	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 58	mm
D _{da}	max. 107	mm
r _{da}	max. 2	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	76.1	kN
Basic static load rating	C ₀	45	kN
Fatigue load limit	P _e	1.9	kN
Reference speed		13000	r/min
Limiting speed		8500	r/min
Calculation factor	k _e	0.035	
Calculation factor	f ₀	12.1	

Mass

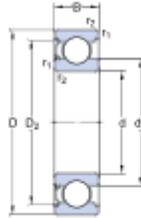
Mass bearing		1.57	kg
--------------	--	------	----

17. Rodamiento B (eje salida)

6310-Z

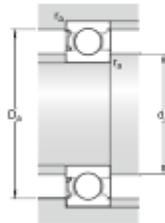
SKF Explorer

Dimensions



d	50	mm
D	110	mm
B	27	mm
d ₁	≈ 68.76	mm
D ₂	≈ 95.2	mm
r _{1,2}	min. 2	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 61	mm
d _a	max. 68.7	mm
D _a	max. 99	mm
r _a	max. 2	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	65	kN
Basic static load rating	C ₀	38	kN
Fatigue load limit	P ₀	1.6	kN
Reference speed		13000	r/min
Limiting speed		8500	r/min
Calculation factor	k _f	0.03	
Calculation factor	f ₀	13	

Mass

Mass bearing	1.09	kg
--------------	------	----

18. Chavetas normalizadas

Diámetros del eje d		Sección de la chaveta b × A		Chavetero										
				Ancho b					Profundidad				Chavón f ₁	
				Tolerancia					Eje A ₁		Cubo A ₂			
				Clase de ajuste del enchavetado					Nominal	Tolerancia	Nominal	Tolerancia	Mínimo	Máximo
Normal		Libro		Normal		Ajustado								
más de	hasta	Eje H9	Cubo D10	Eje N9	Cubo Js9	Eje y cubo P9	Nominal	Tolerancia	Nominal	Tolerancia	Mínimo	Máximo		
8	8	2 × 2	2	-0,025	+0,060	-0,004	± 0,0125	-0,006	1,2	1	0,08	0,16		
8	10	3 × 3	3	0	+0,020	-0,029		-0,031	1,8	1,4	0,08	0,16		
10	12	4 × 4	4						2,5	1,8	0,08	0,16		
12	17	5 × 5	5	+0,030	+0,078	0	± 0,015	-0,012	3	2,7	0,14	0,25		
17	22	6 × 6	6	0	+0,030	-0,030		-0,042	3,5	2,8	0,14	0,25		
22	30	8 × 7	8	-0,036	+0,098	0		-0,045	4	3,7	0,14	0,25		
30	38	10 × 8	10	0	+0,040	-0,036	± 0,018	-0,051	5	3,7	0,25	0,40		
38	44	12 × 8	12						5	3,7	0,25	0,40		
44	50	14 × 9	14	+0,043	+0,120	0	+0,0215	0,048	5,5	3,8	0,25	0,40		
50	58	16 × 10	16	0	+0,050	-0,043		0,061	6	4,7	0,25	0,40		
58	65	18 × 11	18						7	4,4	0,25	0,40		
65	75	20 × 12	20					-0,045	7,5	4,9	0,40	0,80		
75	85	22 × 14	22	+0,052	-0,149	0		-0,022	9	5,4	0,40	0,80		
85	95	25 × 14	25	0	+0,065	-0,052	± 0,026	0,074	9	5,4	0,40	0,80		
95	110	28 × 16	28						10	6,4	0,40	0,80		
110	130	32 × 18	32						11	7,4	0,40	0,80		
130	150	36 × 20	36						12	8,4	0,70	1,00		
150	170	40 × 22	40	+0,062	+0,180	0	+0,031	-0,076	13	9,4	0,70	1,00		
170	200	45 × 25	45	0	+0,080	-0,062		-0,088	15	10,4	0,70	1,00		
200	230	50 × 28	50						17	11,4	0,70	1,00		
230	260	56 × 32	56						20	12,3	0,70	1,00		
260	290	63 × 32	63	+0,074	+0,220	0		-0,052	20	12,4	1,20	1,60		
290	330	70 × 36	70	0	-0,080	-0,074	± 0,037	-0,106	22	14,4	1,20	1,60		
330	380	80 × 40	80						25	15,4	2,00	2,50		
380	440	90 × 45	90	+0,087	+0,290	0		-0,037	28	17,4	2,00	2,50		
440	500	100 × 50	100	0	+0,120	-0,087	± 0,0435	-0,124	31	19,2	2,00	2,50		

19. Acero F114/ Ck45

Equivalencia entre distintas designaciones

Designación		Otras designaciones								
EN 10083-1:1997		Alemania DIN 17200		Reino Unido BS 970	España UNE 36011		Francia NFA35-552-88	Italia UNI 7848	ISO 683-1:1987	ASISAE ASTM
Simbólica	Númerica	Simbólica	Númerica		Simbólica	Númerica				
C45E	1.1191	CK 45	1.1191	(080M48)	C45K	F-1140	XC 45	C45	(C 45 E 4)	1042

La composición química de los aceros entre paréntesis difiere ligeramente de la definida en la norma EN 10083.

Composición química

Análisis sobre colada								
Contenido (%)								
C	Si _{tot}	Mn	P _{tot}	S _{tot}	Cr _{tot}	Mo _{tot}	Ni _{tot}	Cr+Mo+Ni _{tot}
0,42 - 0,50	0,40	0,50 - 0,80	0,035	0,035	0,40	0,10	0,40	0,63

Desviaciones admisibles entre el análisis del producto y los valores especificados para el análisis de colada									
Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	
Desviación admisible	±0,02	±0,03	±0,04	±0,005	±0,005	±0,05	±0,03	±0,05	

Características mecánicas

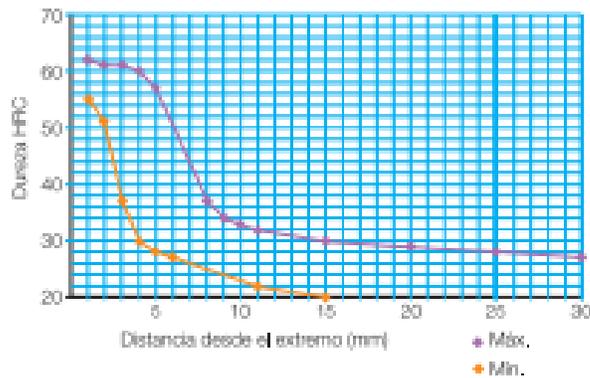
Ensayo de tracción				
Estado de temple y revenido (+QT)				
Diámetro nominal (mm)	Límite elástico	Resistencia a la tracción	Alargamiento	Estricción
	R _{p0,2} (MPa)	R _m (MPa)	A (%) L _g =5d Diámetro nominal (mm)	Z (%)
d ≤ 18	≥ 490	700 - 850	≥ 14	≥ 35
18 < d ≤ 40	≥ 430	650 - 800	≥ 18	≥ 40
40 < d ≤ 100	≥ 370	630 - 780	≥ 17	≥ 45

Ensayo de flexión por choque ¹⁾			
Estado de temple y revenido (+QT)			
Diámetro nominal (mm)			
d ≤ 18	18 < d ≤ 40	40 < d ≤ 100	
Energía absorbida ²⁾ (Julios)			
25	25	25	

1) Ensayo de resistencia al impacto sobre probeta longitudinal con entalla Charpy en V a temperatura ambiente.

2) Valor mínimo de tres probetas. Ningún valor individual debe ser inferior al 70% del valor medio mínimo.

Ensayo de tracción			
Estado de normalizado (+N)			
Diámetro nominal (mm)	Límite elástico	Resistencia a la tracción	Alargamiento
	R _{p0,2} (MPa)	R _m (MPa)	A (%) L _g =5d Diámetro nominal (mm)
d ≤ 18	≥ 40	620	≥ 14
18 < d ≤ 100	≥ 305	580	≥ 18
100 < d ≤ 250	≥ 275	560	≥ 18



Templabilidad Jominy [®]																	
Distancia desde el extremo [®] (mm)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	20	25	30
Dureza HRC	máx.	62	61	61	60	57	51	44	37	34	33	32	31	30	29	28	27
	mín.	55	51	37	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	-	-	-

| Temperatura de austenización de la probeta de ensayo: 850 ± 5°C.

| Los valores de dureza se calculan a las distancias señaladas desde el extremo templado de la probeta.

Condiciones de tratamiento térmico

Forja o laminación en caliente	Normalizado	Recocido	Temple	Medio de temple	Revenido	Ensayo de templabilidad Jominy
Temperatura (°C)						
850 - 1250	840 - 870	880	840 - 860	Agua o aceite	550 - 660	850±5

Stock permanente

Perfil	Dimensiones (mm)	Intervalo entre medidas	Estado de suministro		Tolerancia del diámetro (mm)	Tolerancia de corte (mm)	Flexión máxima (mm/m)
			Material	Superficie			
Redondo	25-140	5	Sin tratamiento/ Normalizado	Bruto de laminación	±2	±1	4
	140-150	5			±2	±1	4
	150-330	10		Torneado / bruto de laminación	±2	±2	4
	340-400	10		Bruto de forja	±10	±2	4
	425-650	25			±10	±5	4

Los defectos superficiales de los materiales brutos de forja pueden ser del 2% del diámetro y los de los materiales brutos de laminación, del 1%.

Propiedades

Se tiene buenas condiciones de soldabilidad.

Puede ser sometido a temple y revenido.

En el tratamiento por temple por inducción se alcanzan durezas superficiales de 55-61 HRC, capaces de soportar desgastes localizados.

Aplicaciones

Elementos mecánicos de responsabilidad media. Piezas estampadas, palancas, ejes, arandelas de regulación, bielas, discos de embrague, coronas de arranque, etc.

Lezas de resistencia media, de pequeños espesores y formas poco complicadas, engranajes flameados, ejes poco cargados.

Lezas de forja que posteriormente se mecanizan y no están sometidas a esfuerzos directos, fatigas, desgastes, etc.

20. Propiedades fundición gris FG-25/ GG-25

TVH® TV25 (GG25)

Density 7,15 g/cm³

Perlitic Cast Iron with lamellar graphite

Specifications:

TRAID	TVH®	TV25
D	DIN 1691	GG-25
F	NF	Ft 25 D
GB	BS	Grade 220 / 250
USA	ASTM	35 B / 40 B

Nominal composition:

C	2,9 – 3,1 %
Si	1,8 – 2,1 %
Mn	0,8 – 1,1 %
Fe	Rest

NOMINAL PROPERTIES	UNIT	CONTINUOUS CAST
Tensile strength Rm	MPa	250 – 350
Yield point R _{eL}	MPa	165 – 220
Breaking elongation A	%	0,8 – 0,3
Compressive strength δβ	MPa	840
Bending strength δβ	MPa	840
Shear strength δαβ	MPa	290
Torsional strength σβ	MPa	290
Modulus of elasticity E	kN/mm ²	103 – 118
Poisson's ratio ν		0,26
Reversed bending strength δβ	MPa	120
Alternating tensile-comp. strength	MPa	60
Fracture toughness K _{IC}	N/mm ^{3/2}	480
Thermal conductivity	W/(K.m)	47

MAIN CHARACTERISTICS

Machinability:	very good.
Wear resistance:	very good.
Inductive or flame-hardening capacity:	good.
Nitride hardening capacity:	good.
Quenching:	very good.
Weldability:	partially weldable with special electrodes.

INDUSTRY APPLICATIONS

Compressors.
Cylinders.
Pistons.
Drums.

21. Propiedades 16MnCr5

Quality	20MnCr5		Case-hardening	
According to standards	EN 10084: 2008		Steel	
Number	1.7147			

TECHNICAL CARD
GRUPPO LUCEPIR
REVISION 2018
ALL RIGHTS RESERVED

GRUPPO LUCEPIR
Lucifer Steel

Chemical composition

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	Product deviations are allowed
	max		max	max		
0,17-0,22	0,40	1,10-1,40	0,025	0,035	1,00-1,30	Product deviations are allowed
± 0,02	+ 0,03	± 0,05	+ 0,005	+ 0,005	± 0,05	

20MnCr5S N° 1.7149 S% 0.020-0.040 permissible deviation on the product ± 0.005%
On request, this steel grade may be supplied with addition of lead (Pb) 0.15-0.35%

Temperature °C

Hot-forming	Normalizing +N	Core hardening	Carbonitriding	Carburizing	Hardening carburizing surf.	Str-reliev. +SR
1150-850	860-880 air (HB 140-201)	860-890 oil-polymer salt bath	750-930 gas	880-980	810-840 oil-polymer salt bath	150 200

Soft annealing +A	Isothermal annealing +I	Spheroidizing +AC	End quench Hardenability	Pre-heating welding	Stress-relieving after welding
650-700 furnace cooling	860 furnace cooling to 650, then air	720-740 furnace cooling to 670, pause, cooling to 300, then air	870 water	welding must be carried out on the annealed state and before carburizing	600 furnace cooling

(HB max 217) (HB 170-217) (HB 152-201)

Transformation annealing +FP

As-rolled +AR	Stress-relieving +SR
950-1000 quick cooling to 620-650, stop according to the thickness of the material, then air (HB 152-201)	600-620

(HB max 230)

Mechanical properties

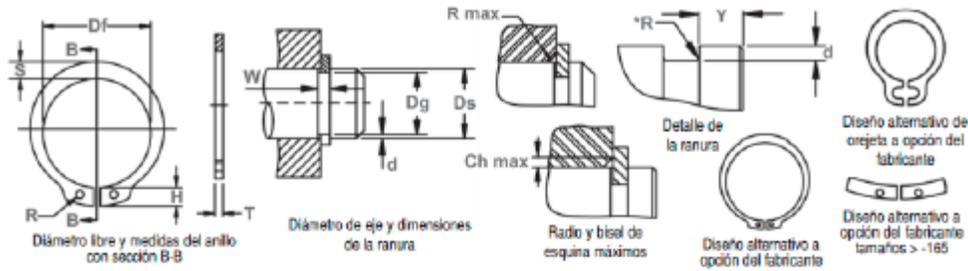
Hot-rolled values obtained on test blanks after core hardening + stress-relieving UNI 7846: 1978. Use only as reference

size mm test blanks	Testing at room temperature (longitudinal)				
	R	Rp 0.2	A%	Kcu	HB
11	N/mm ² 1230-1570	N/mm ² min. 930	min. 7	J min. 17.5	363-438
30	930-1230	690	8	20	278-363 for information only
63	780-1080	540	9	25	232-327 for information only

Table of tempering values obtained at room temperature on rounds of Ø 10 mm after quenching at 870 °C in oil

	HB	HRC	R	Rp 0.2	A	C	Kv	HRC carburizing	Tempering at °C
	426	45.5	1500	1060	11.5	48	38	64.5	50
	426	45.5	1500	1140	11.9	49	40	64	100
	421	45	1490	1190	12.0	50	40	63	150
	421	45	1480	1230	12.0	52	40	60.5	200
	415	44.5	1460	1240	11.9	53	38	59	250
	409	44	1430	1240	11.8	55	38	57	300
	395	42.5	1370	1180	11.9	56	32		350
	381	41	1300	1180	12.2	58	34		400
	362	39	1210	1090	12.8	60	75		450
	336	36	1100	960	14.0	62	75		500
	294	31	980	850	16.0	64	100		550
	261	26.5	875	750	18.8	67	128		600
	240	22.5	795	670	21.8	70	145		650
	224		740	600	23.2	72	155		700

22. Anillo de eje



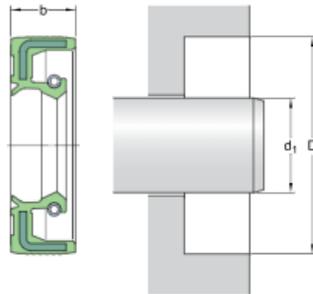
Nº. DE ANILLO	EJE DIÁMETRO (mm)	TAMANO DE RANURA				ESPESOR mm	TAMANO Y PESO DEL ANILLO					DATOS SUPLEMENTARIOS					
		DIÁMETRO	ANCHURA	PROFUNDIDAD	TOL.		DIÁMETRO LIBRE	ALTURA DE LA CREJETA	SECCION MAX.	DIÁMETRO DEL AGUIRO	PESO	MARGEN DEL BORDE	CARGA DE EMPLEO Anillo	CARGA DE EMPLEO Ranura	Radio y bisel admisibles Cham.	Carga max. c/CH Max.	LIMITES DE RPM
	Ds	Dg	W	d	Y	Df	H	S	R	kg/1000	Y	Pr	Pg	RCh	Pr		
DB-3	3	2,8	0,80	0,10	0,40	2,7	1,9	0,8	1,0	0,017	0,3	0,41	0,1	0,3	0,27	36000	
DB-4	4	3,6	0,80	0,10	0,40	3,7	2,2	0,9	1,0	0,022	0,3	0,50	0,2	0,3	0,30	21000	
DB-5	5	4,6	0,70	0,10	0,60	4,7	2,5	1,1	1,0	0,026	0,3	1,00	0,2	0,3	0,80	15000	
DB-6	6	5,7	0,80	0,10	0,70	5,6	2,7	1,3	1,2	0,034	0,5	1,45	0,4	0,5	0,90	11400	
DB-7	7	6,7	0,80	0,10	0,80	6,5	3,1	1,4	1,2	0,121	0,5	2,60	0,5	0,5	1,40	12000	
DB-8	8	7,6	0,80	0,20	0,80	7,4	3,2	1,5	1,2	0,158	0,5	3,00	0,5	0,5	2,30	9600	
DB-9	9	8,6	1,10	0,20	1,00	8,4	3,3	1,7	1,2	0,300	0,8	3,50	0,9	0,5	2,40	6500	
DB-10	10	9,6	1,10	0,20	1,00	9,3	3,3	1,8	1,5	0,340	0,8	4,00	1,0	1,0	2,40	6200	
DB-11	11	10,5	1,10	0,20	1,00	10,2	3,3	1,8	1,5	0,410	0,8	4,50	1,4	1,0	2,40	7000	
DB-12	12	11,5	1,10	0,20	1,00	11,1	3,4	1,8	1,7	0,500	0,9	5,00	1,5	1,0	2,40	7500	
DB-13	13	12,4	1,10	0,30	1,00	11,9	3,4	2,0	1,7	0,530	0,9	5,80	2,0	1,0	2,40	6600	
DB-14	14	13,4	1,10	0,30	1,00	12,9	3,5	2,1	1,7	0,640	0,9	6,40	2,1	1,0	2,40	5800	
DB-15	15	14,3	1,10	0,30	1,00	13,8	3,5	2,2	1,7	0,670	1,1	6,90	2,5	1,0	2,40	5000	
DB-16	16	15,2	1,10	0,40	1,00	14,7	3,7	2,2	1,7	0,700	1,2	7,40	3,2	1,0	2,40	4500	
DB-17	17	16,2	1,10	0,40	1,00	15,7	3,8	2,3	1,7	0,820	1,2	8,00	3,4	1,0	2,40	4100	
DB-18	18	17,1	1,30	0,50	1,20	16,5	3,9	2,4	2,0	1,110	1,5	17,00	4,5	1,5	3,75	3600	
DB-19	19	18,0	1,30	0,50	1,20	17,5	3,9	2,5	2,0	1,200	1,5	17,00	4,8	1,5	3,80	3500	
DB-20	20	19,0	1,30	0,50	1,20	18,5	4,0	2,6	2,0	1,300	1,5	17,10	5,0	1,5	3,85	3200	
DB-21	21	20,0	1,30	0,50	1,20	19,5	4,1	2,7	2,0	1,420	1,5	18,80	5,3	1,5	3,75	2800	
DB-22	22	21,0	1,30	0,50	1,20	20,5	4,2	2,8	2,0	1,500	1,5	18,90	5,5	1,5	3,80	2700	
DB-23	23	22,0	1,30	0,50	1,20	21,5	4,3	2,9	2,0	1,600	1,5	18,80	5,9	1,5	3,80	2500	
DB-24	24	23,0	1,30	0,55	1,20	22,2	4,4	3,0	2,0	1,710	1,7	18,10	6,7	1,5	3,65	2700	
DB-25	25	23,0	1,30	0,55	1,20	23,0	4,4	3,0	2,0	1,900	1,7	18,20	7,0	1,5	3,70	2500	
DB-26	26	24,0	1,30	0,55	1,20	24,2	4,5	3,1	2,0	1,980	1,7	18,10	7,3	1,5	3,70	2400	
DB-27	27	25,0	1,30	0,70	1,20	24,9	4,6	3,1	2,0	2,080	2,1	18,40	8,8	1,5	3,80	2200	
DB-28	28	26,0	1,80	0,70	1,80	26,9	4,7	3,2	2,0	2,600	2,1	32,10	10,0	1,5	7,50	2100	
DB-29	29	27,0	1,80	0,70	1,80	26,9	4,8	3,4	2,0	3,200	2,1	31,80	10,3	1,5	7,40	2000	
DB-30	30	28,0	1,80	0,70	1,80	27,9	5,0	3,5	2,0	3,320	2,1	32,10	10,7	1,5	7,85	1800	
DB-31	31	29,0	1,80	0,85	1,80	28,6	5,1	3,6	2,5	3,450	2,6	31,50	13,4	2,0	5,60	1700	
DB-32	32	30,0	1,80	0,85	1,80	29,6	5,2	3,6	2,5	3,540	2,6	31,20	13,6	2,0	5,55	1600	
DB-33	33	31,0	1,80	0,85	1,80	30,5	5,3	3,7	2,5	3,680	2,6	31,80	14,3	2,0	5,65	1740	
DB-34	34	32,0	1,80	0,85	1,80	31,5	5,4	3,8	2,5	3,800	2,6	31,30	14,7	2,0	5,60	1610	
DB-35	35	33,0	1,80	1,00	1,80	32,7	5,6	3,9	2,5	4,000	3,0	30,80	17,6	2,0	5,55	1550	

23. Sello radial eje de entrada

30x55x10 HMSA10 RG

US stock number	562753
Design	HMSA10
Lip material	RG

Dimensions



d_1	30	mm
D	55	mm
b	10	mm

Application and operating conditions

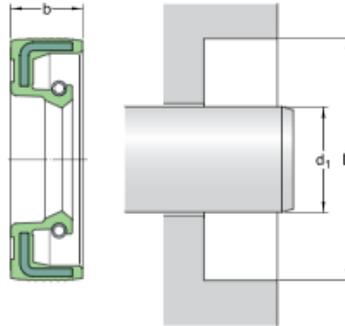
Pressure differential	max.	0.03	MPa
Operating temperature	min.	-40	°C
Operating temperature	max.	100	°C
Operating temperature, short period	max.	120	°C
Rotational speed	max.	8913	r/min
Shaft surface speed	max.	14	m/s

24. Sello radial eje de salida

50x85x10 HMS5 RG

US stock number	563053
Design	HMS5
Lip material	RG

Dimensions

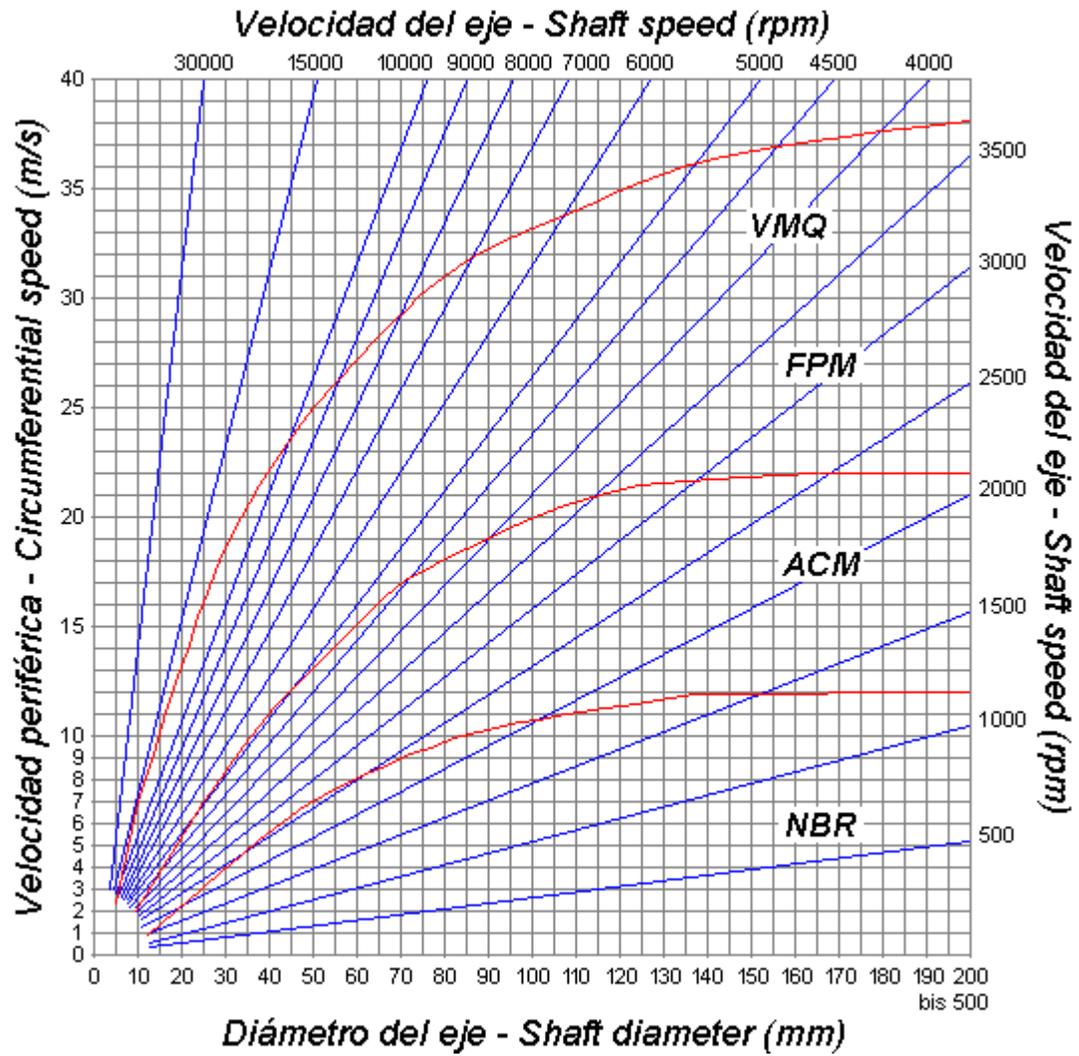


d_1	50	mm
D	85	mm
b	10	mm

Application and operating conditions

Pressure differential	max.	0.03	MPa
Operating temperature	min.	-40	°C
Operating temperature	max.	100	°C
Operating temperature, short period	max.	120	°C
Rotational speed	max.	5348	r/min
Shaft surface speed	max.	14	m/s

25. Gráfico para la selección del tipo de compuesto en función de la velocidad y diámetro del eje



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



Documento N°2

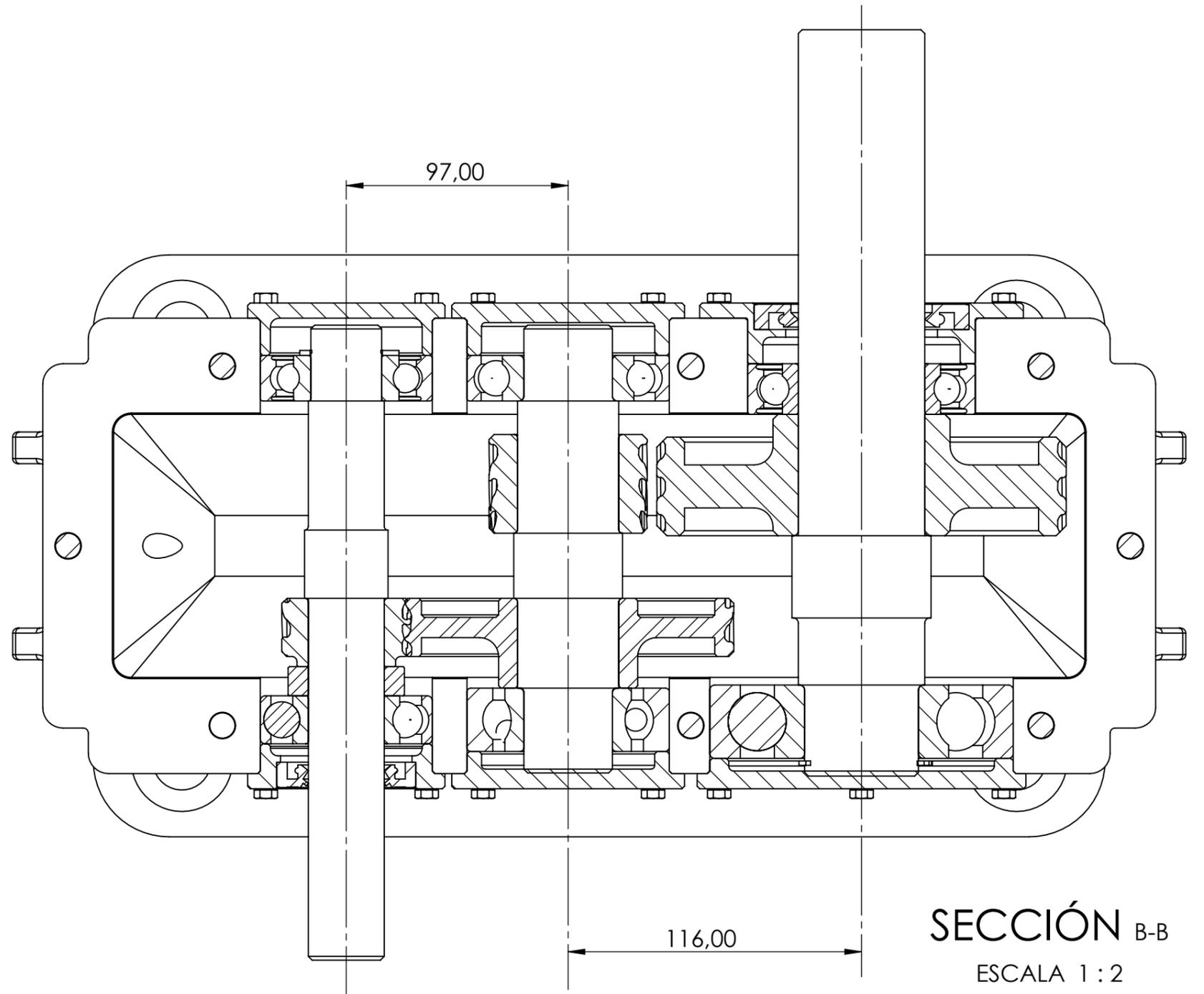
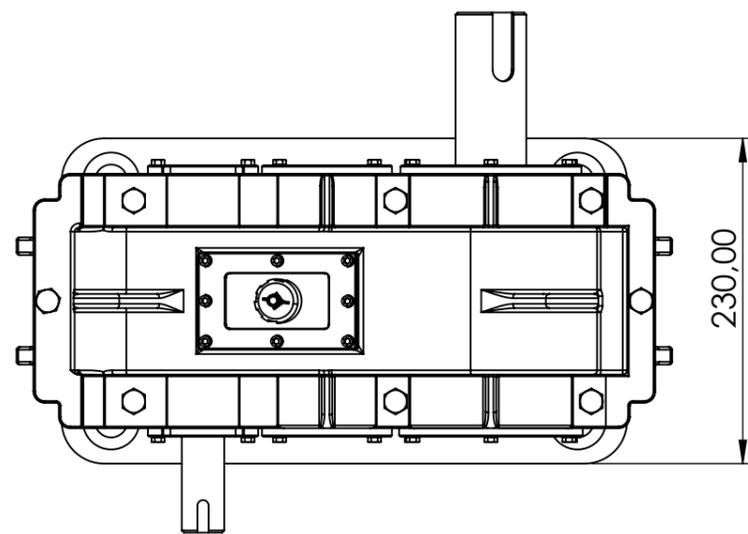
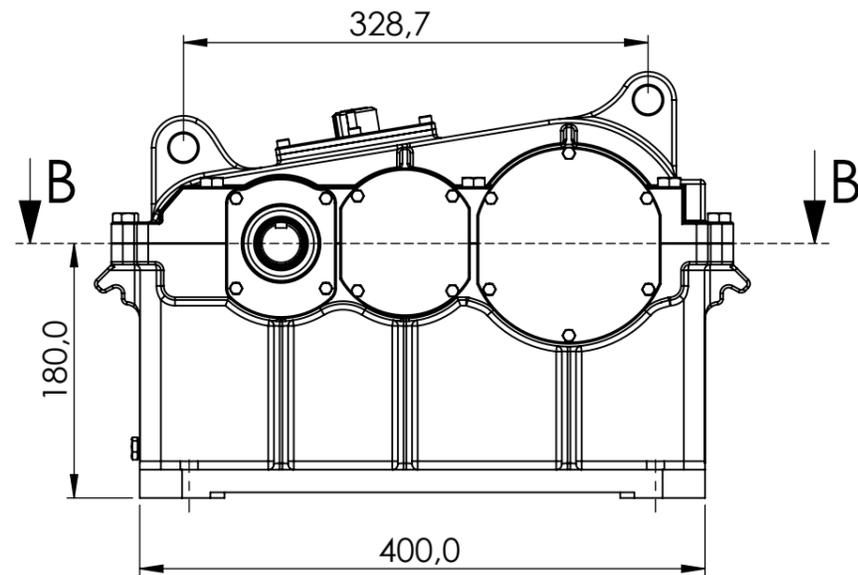
Planos



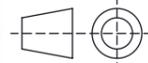
Índice de contenido

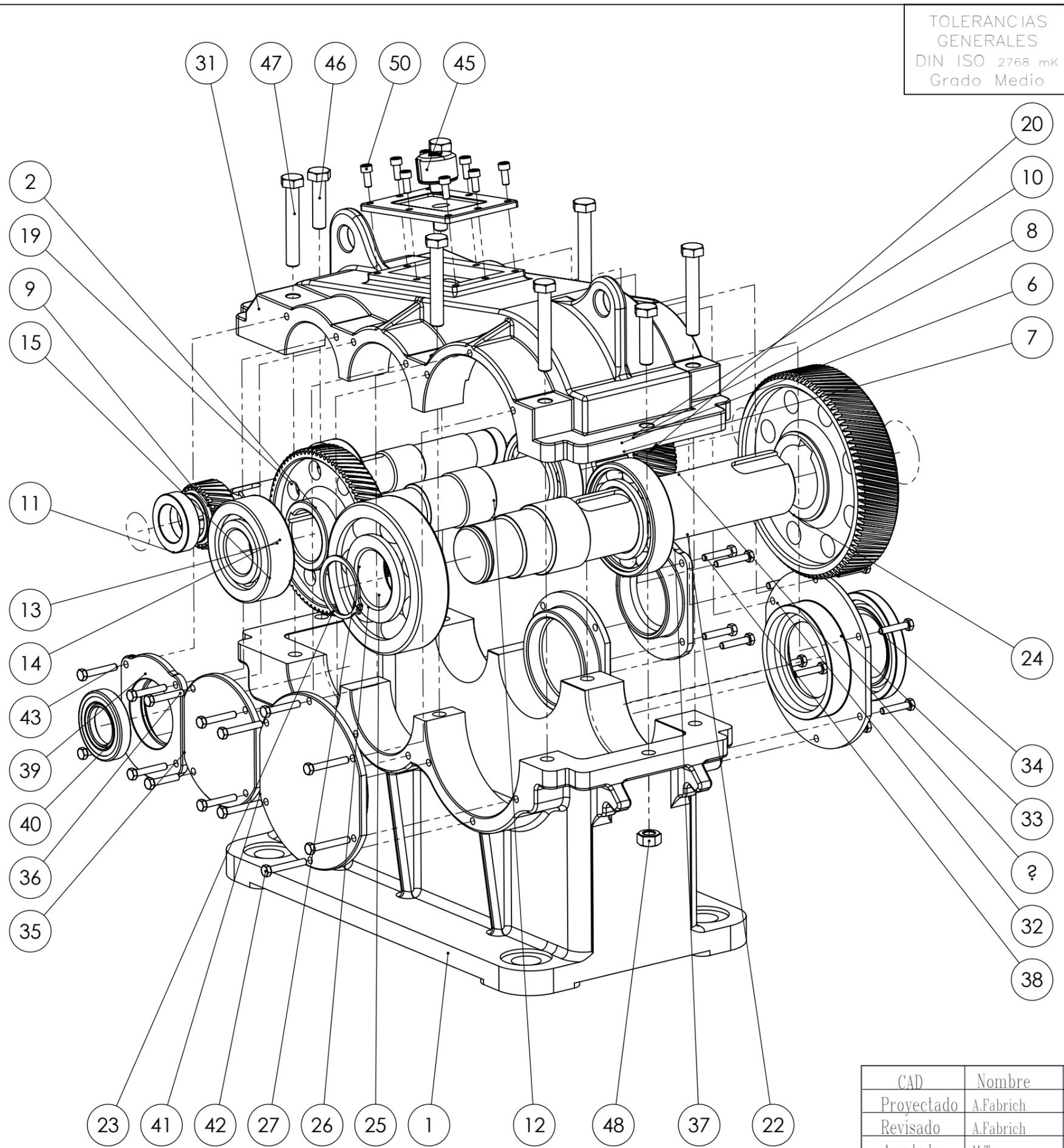
1.	PLANO DE CONJUNTO REDUCTOR DE VELOCIDADES	1
2.	PLANO DE CONJUNTO EXPLOSIONADO	2
3.	PLANO DE CONJUNTO (MECANIZADO).....	3
4.	BASE CARCASA INFERIOR (MECANIZADO)	4
5.	TAPA SUPERIOR CARTER.....	5
6.	EJE DE ENTRADA.....	6
7.	EJE INTERMEDIO.....	7
8.	EJE SALIDA	8
9.	TAPA EJE DE ENTRADA	9
10.	TAPA EJE INTERMEDIO	10
11.	TAPA EJE SALIDA A	11
12.	TAPA EJE SALIDA	12
13.	TAPA SUPERIOR CARTER.....	13
14.	CASQUILLOS	14
15.	PIÑÓN 1ª ETAPA.....	15
16.	RUEDA 1ª ETAPA	16
17.	PIÑÓN 2ª ETAPA.....	17
18.	RUEDA 2ª ETAPA	18

TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2

	1 Ud.		Plano de conjunto reductor de velocidades	
REFERENCIA	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	17/07/2018		
Revisado	A. Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
1/18	1:5			



TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mk Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2

REF.	NOMBRE	MATERIAL	CANTIDAD
1	BASE INFERIOR REDUCTOR	FG-25/ GG-25	1
2	EJE ENTRADA	F-114/ CK45	1
3	NU 2306 ECP_PART1		1
6	RODAMIENTO EJE ENTRADA_BOLAS		1
9	PINÓN 1° ETAPA	F1516/ 16MnCr5	1
10	Circlip DIN 471 - 30 x 2		1
11	CASQUILLO EJE ENTRADA		1
12	EJE INTERMEDIO	F-114/ CK45	1
13	6407_PART1		1
16	NU 407_PART1		1
19	RUEDA 1° ETAPA	F1516/ 16MnCr5	1
20	PINÓN 2° ETAPA	F1516/ 16MnCr5	1
21	TAPA EJE INTERMEDIO B mod		1
22	EJE SALIDA	F-114/ CK45	1
23	Circlip DIN 471 - 45 x 1.75		1
24	RUEDA 2° ETAPA	F-114/ CK45	1
25	6409_PART1		1
28	NU 210 ECP_PART1		1
31	CARCASA SUPERIOR CARTER	FG-25/ GG-25	1
32	Tapa eje 3 salida	FG-25/ GG-25	1
33	50x85x10 HMS5 RG		1
34	ISO 4016 - M5 x 25 x 16-WN		8
35	TAPA EJE INTERMEDIO B	FG-25/ GG-25	2
36	ISO 4016 - M5 x 30 x 16-WN		6
37	Tapa eje 1^Conjunto		1
38	ISO 4016 - M5 x 25 x 25-NN		4
39	TAPA EJE DE ENTRADA A	FG-25/ GG-25	1
40	30x55x10 HMSA10 RG		1
41	TAPA EJE DE SALIDA A	FG-25/ GG-25	1
42	ISO 4016 - M5 x 35 x 16-WN		5
43	ISO 4016 - M5 x 30 x 16-WN		5
44	TAPA SUPERIOR CARTER	FG-25/ GG-25	1
45	Breather_cap_GN_552_1_31_G1_4_10		1
46	ISO 4015 - M10 x 40 x 26-N		2
47	ISO 4015 - M10 x 65 x 26-N		6
48	Hexagon Nut ISO 4032 - M10 - W - N		2
49	0200_10_00		1
50	ISO 4762 M5 x 12 --- 12N		8

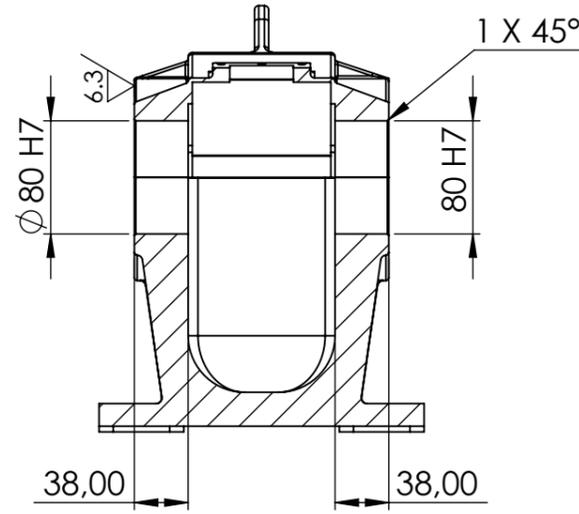
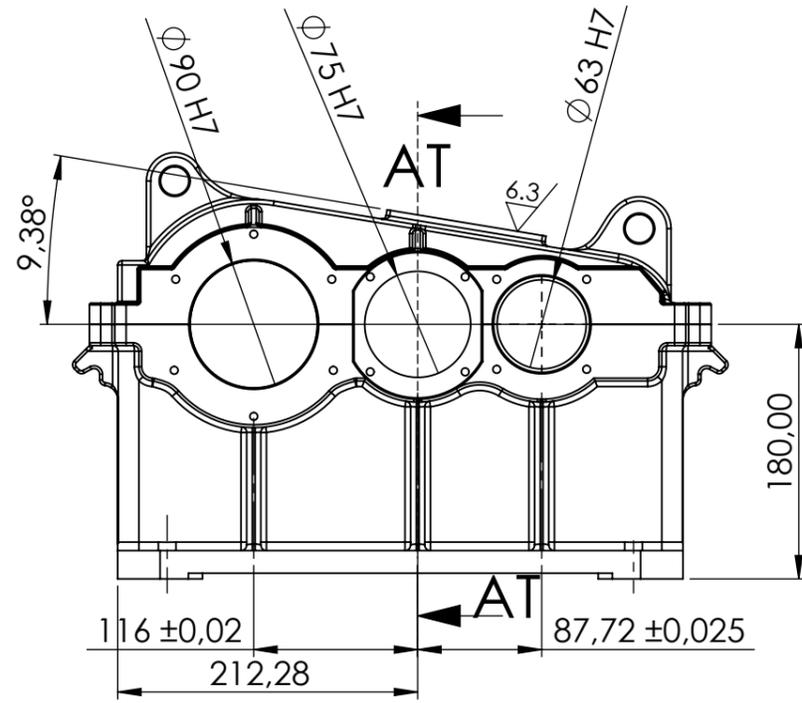
CAD	Nombre	Fecha
Proyectado	A.Fabrich	17/07/2018
Revisado	A.Fabrich	
Aceptado	M.Tur	
N° PLANO	Escala	
2/18	1:5	

Universidad Politécnica Valencia
Escuela Técnica Superior
de Ingeniería del Diseño

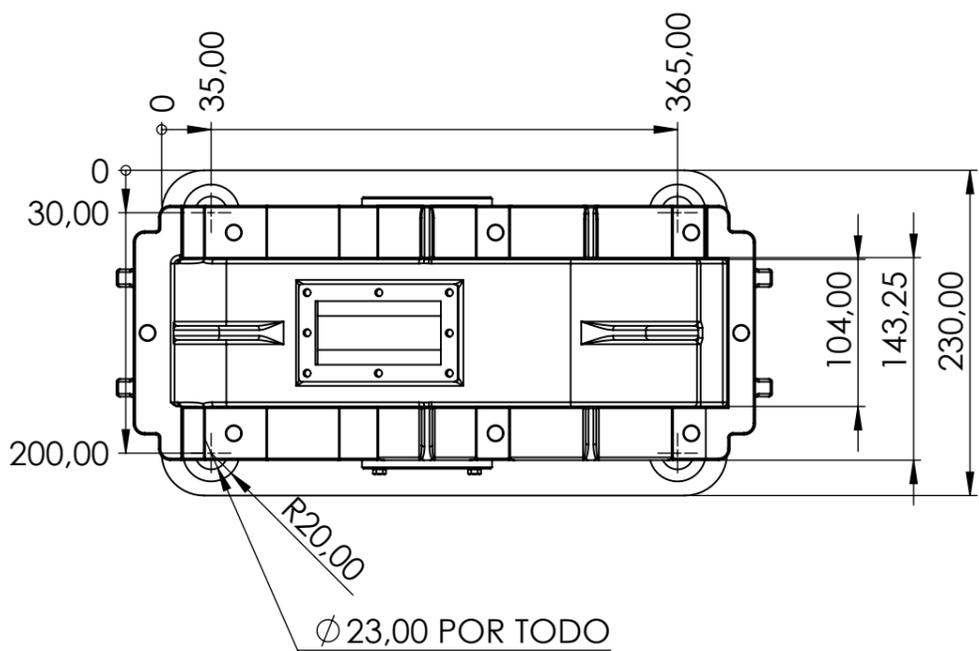
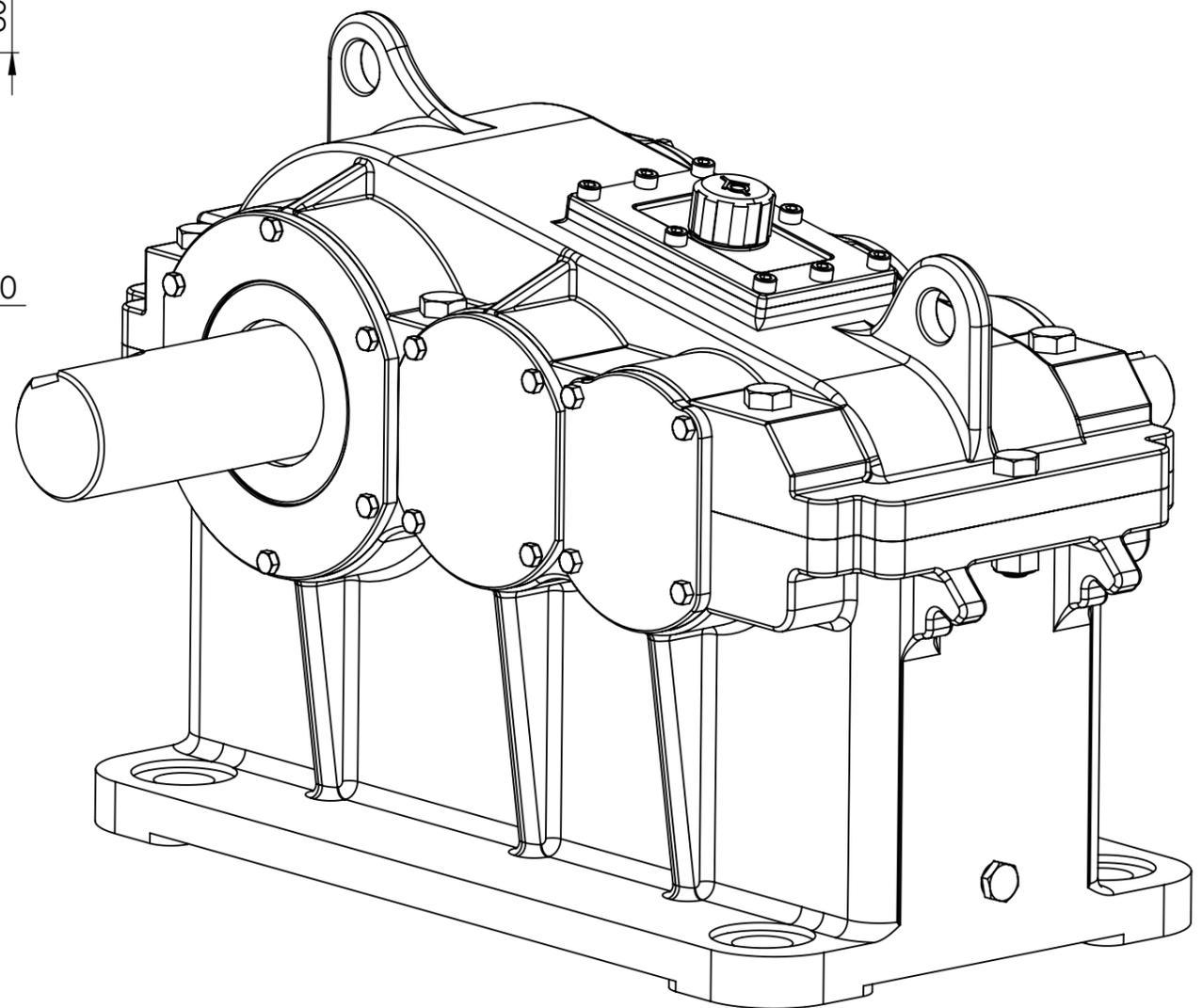
Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACION DE VELOCIDADES 7.1



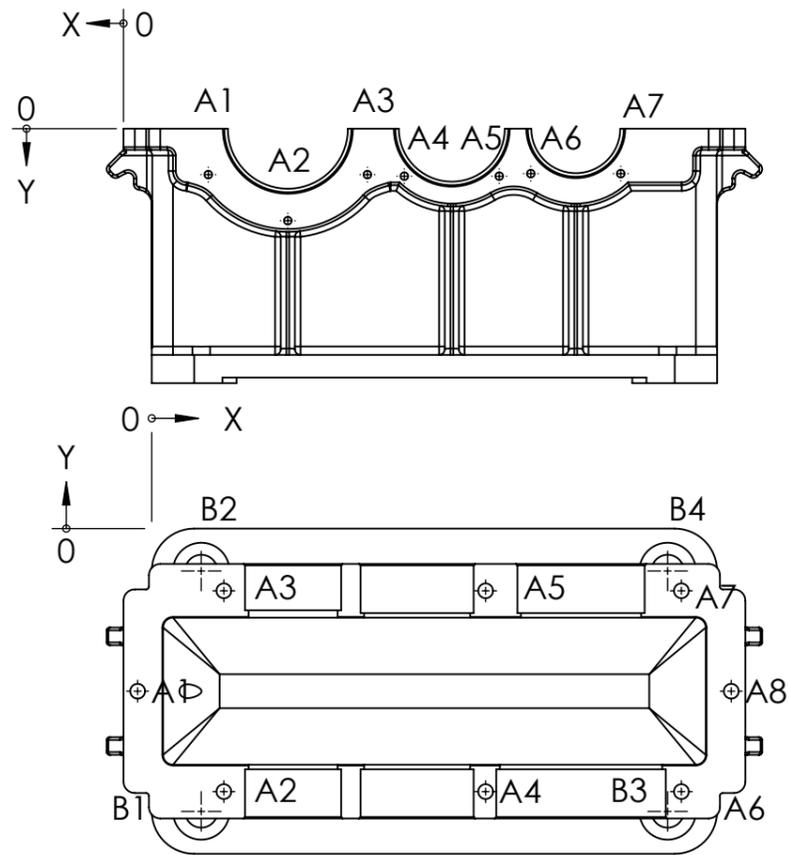
TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2



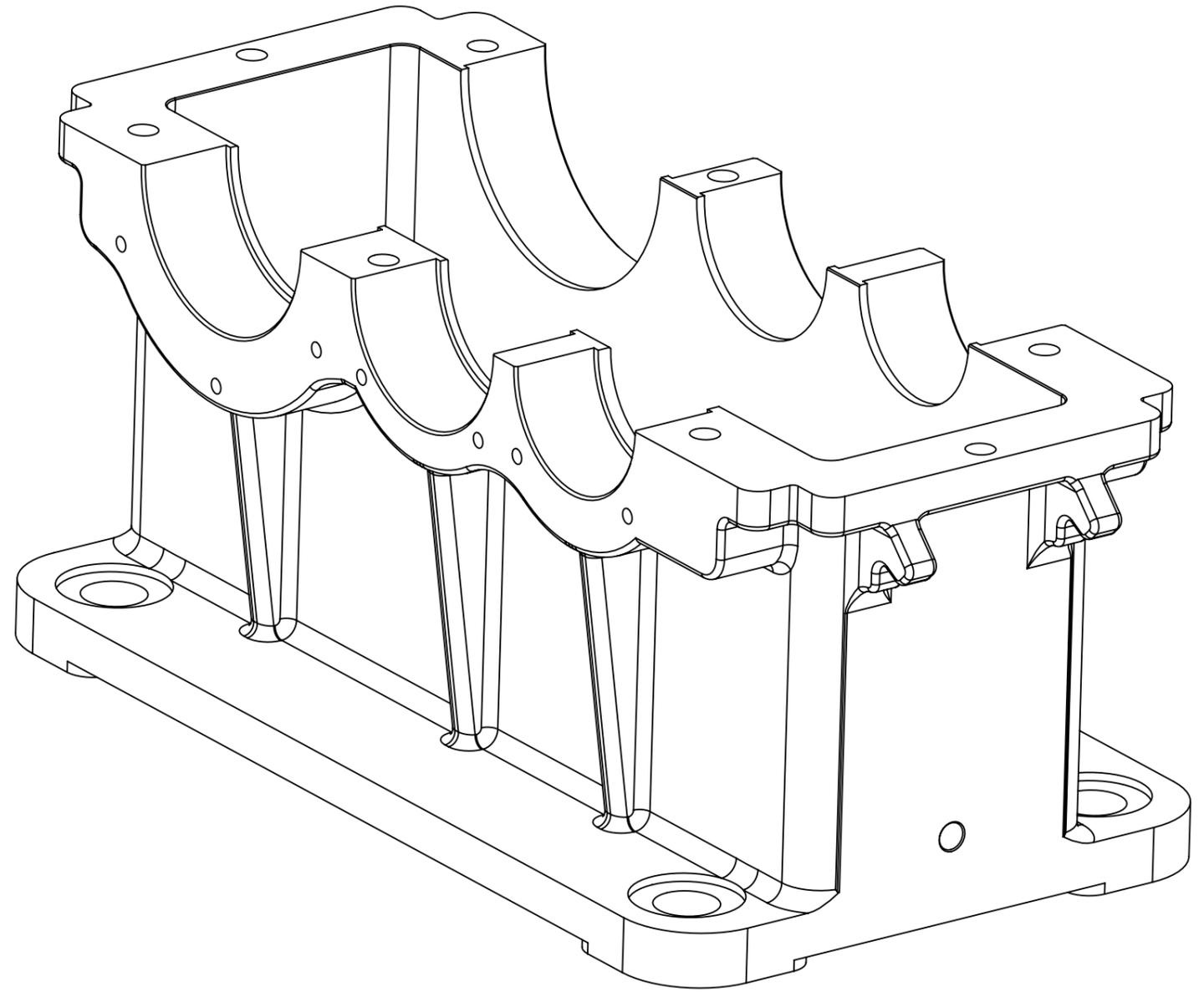
SECCIÓN AT-AT
ESCALA 1 : 5



REFERENCIA	1 Ud.	MATERIAL	Plano de conjunto (mecanizado)	TRAT. TÉRMICO
CANTIDAD			DENOMINACIÓN	
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
3/18	1:5			



TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2

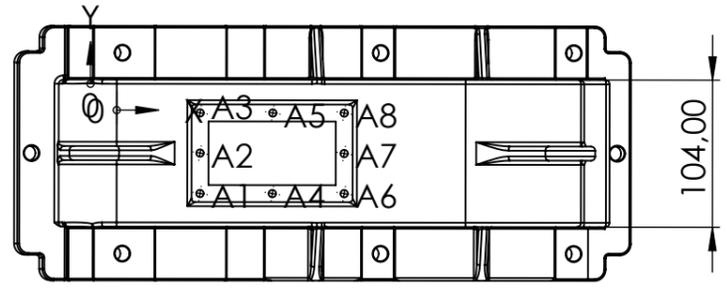
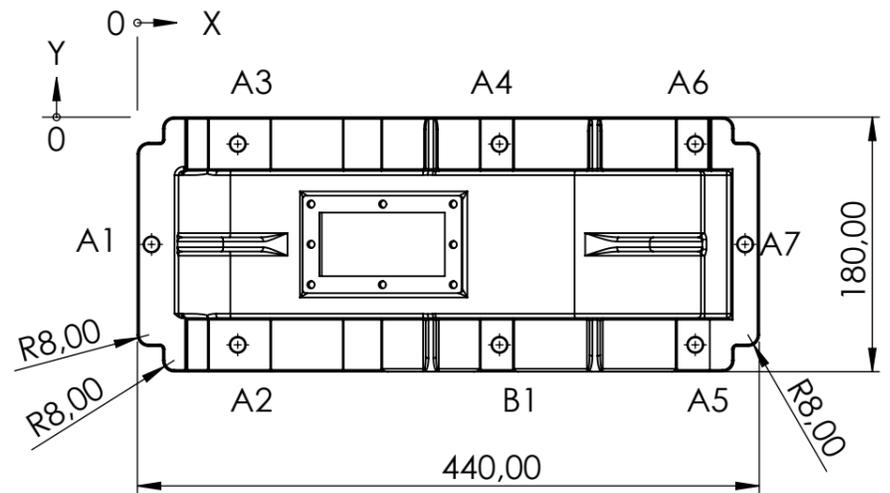


RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-59,99	32,50	∅ 5,50 √ 30,00
A2	-116,26	65,07	∅ 5,50 √ 30,00
A3	-172,57	32,50	∅ 5,50 √ 30,00
A4	-198,69	33,59	∅ 5,50 √ 30,00
A5	-265,87	33,59	∅ 5,50 √ 30,00
A6	-288,18	31,82	∅ 5,50 √ 30,00
A7	-351,82	31,82	∅ 5,50 √ 30,00

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-10	-115	∅ 10,50 √ 30,00
A2	51	-186	∅ 10,50 √ 30,00
A3	51	-44	∅ 10,50 √ 30,00
A4	236,22	-186	∅ 10,50 √ 30,00
A5	236,22	-44	∅ 10,50 √ 30,00
A6	374,72	-186	∅ 10,50 √ 30,00
A7	374,72	-44	∅ 10,50 √ 30,00
A8	410	-115	∅ 10,50 √ 30,00
B1	35	-200	∅23,00 POR TODO
B2	35	-30	∅23,00 POR TODO
B3	365	-200	∅23,00 POR TODO
B4	365	-30	∅23,00 POR TODO

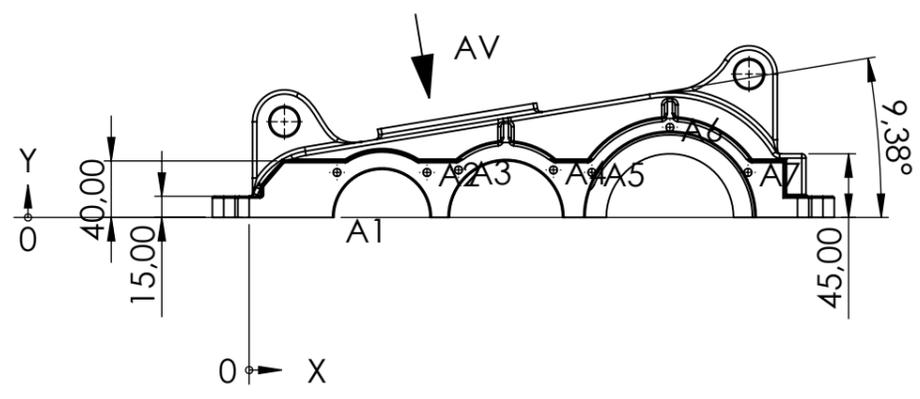
	1 Ud.	FG-25/ GG25	Base carcasa inferior (mecanizado)	
REFERENCIA	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
4/18	1:5			

TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2

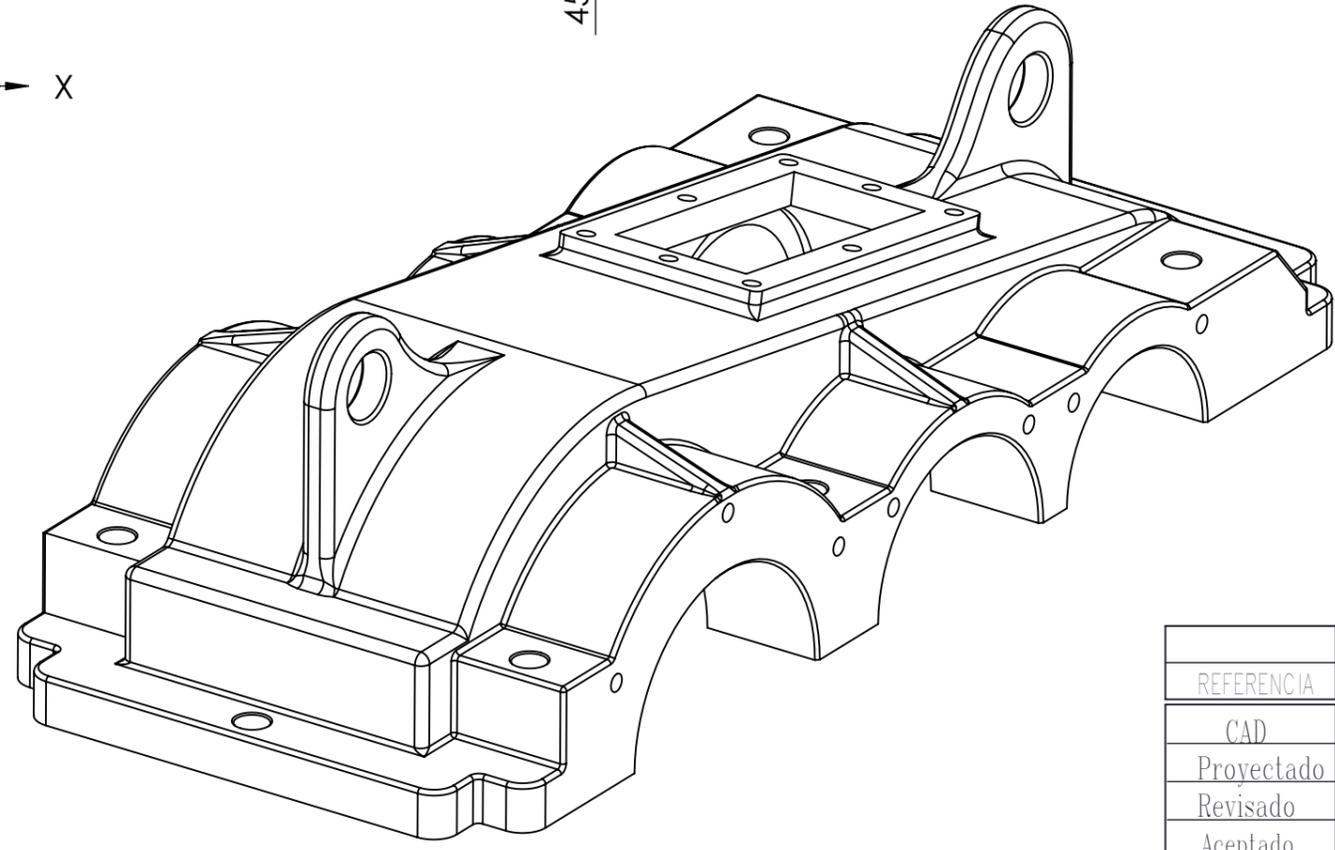


VISTA AV
9,44°
ESCALA 1 : 5

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	62,18	31,82	∅ 5,50 ∇ 30,00
A2	125,82	31,82	∅ 5,50 ∇ 30,00
A3	148,13	33,59	∅ 5,50 ∇ 30,00
A4	215,31	33,59	∅ 5,50 ∇ 30,00
A5	242,51	31,88	∅ 5,50 ∇ 30,00
A6	297,72	63,75	∅ 5,50 ∇ 30,00
A7	352,93	31,88	∅ 5,50 ∇ 30,00



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	10	-90	∅10.50 POR TODO ∇ ∅11,50 X 90°
A2	71	-161	∅10.50 POR TODO ∇ ∅11,50 X 90°
A3	71	-19	∅10.50 POR TODO ∇ ∅11,50 X 90°
A4	256,22	-19	∅10.50 POR TODO ∇ ∅11,50 X 90°
A5	394,72	-161	∅10.50 POR TODO ∇ ∅11,50 X 90°
A6	394,72	-19	∅10.50 POR TODO ∇ ∅11,50 X 90°
A7	430	-90	∅10.50 POR TODO ∇ ∅11,50 X 90°
B1	256,22	-161	∅10,50 POR TODO

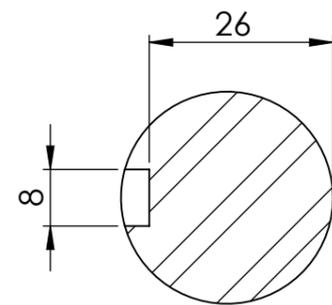
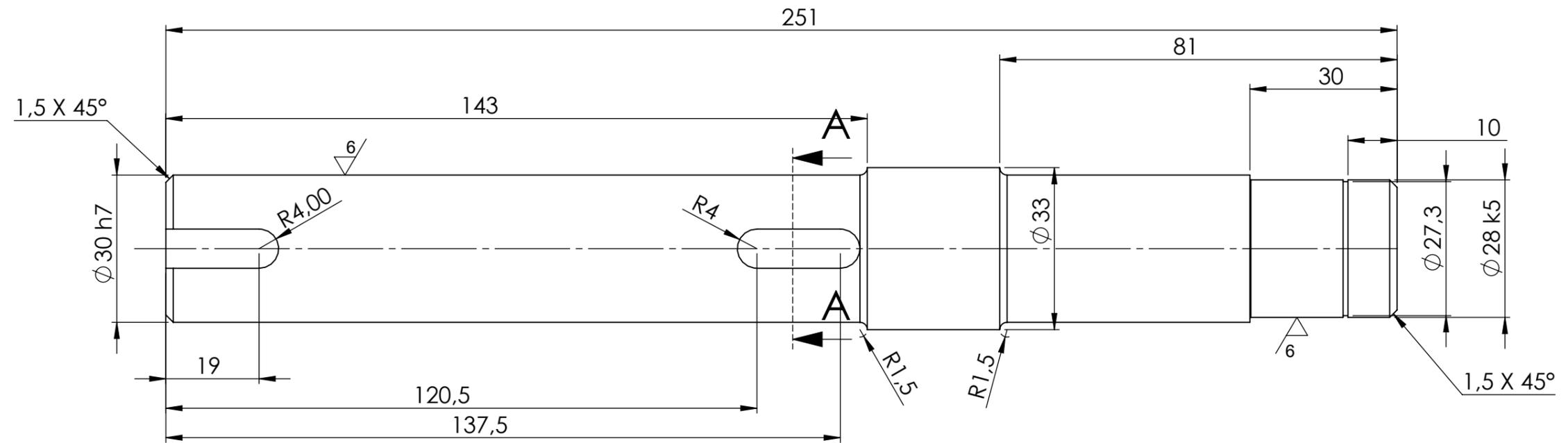


RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	59	-77,50	∅ 5,30 ∇ 7,00
A2	59	-48,92	∅ 5,30 ∇ 7,00
A3	59	-20,50	∅ 5,30 ∇ 7,00
A4	110,17	-77,50	∅ 5,30 ∇ 7,00
A5	110,45	-20,50	∅ 5,30 ∇ 7,00
A6	161	-77,50	∅ 5,30 ∇ 7,00
A7	161	-49,12	∅ 5,30 ∇ 7,00
A8	161	-20,50	∅ 5,30 ∇ 7,00

REFERENCIA	1 Ud.	FG-25/ GG25	TAPA SUPERIOR CARTER	TRAT. TÉRMICO
	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
5/18	1:1			



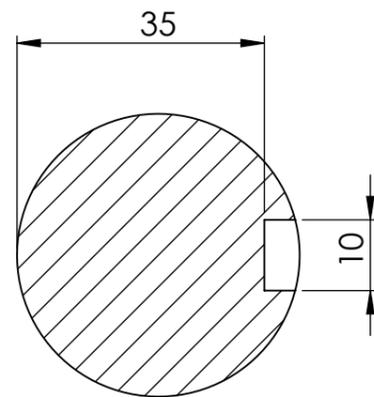
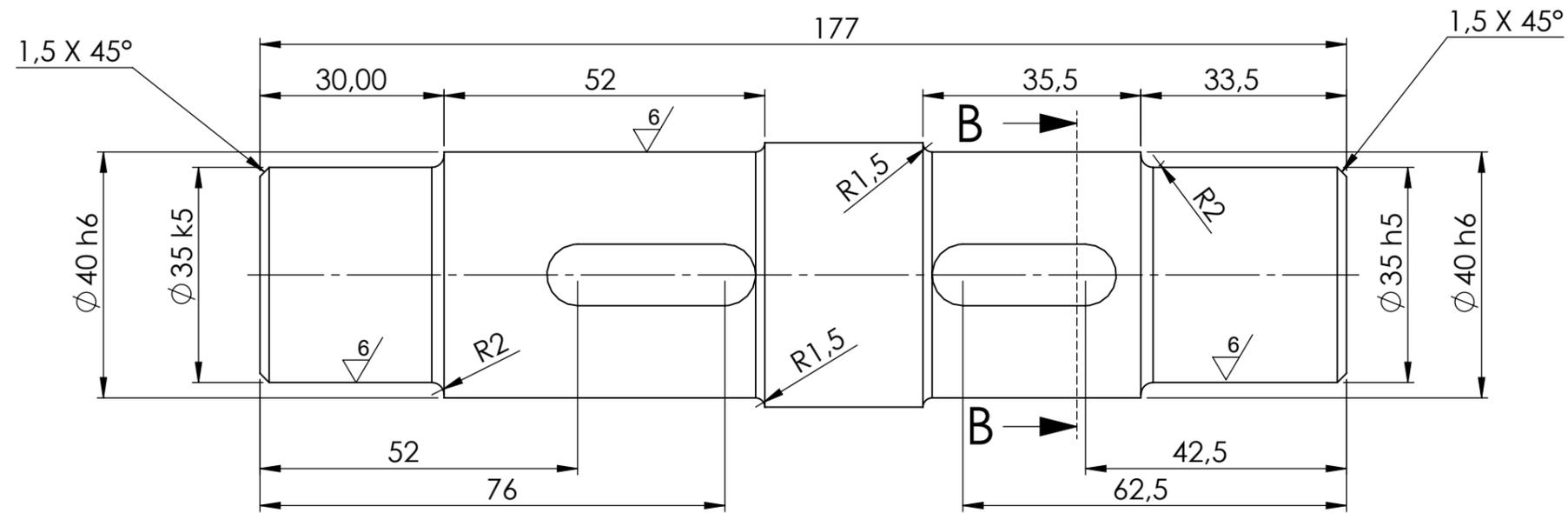
TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



SECCIÓN A-A

REFERENCIA	1 Ud.	F114/ CK45	EJE ENTRADA	TEMPLADO
	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
N° PLANO	Escala 1:1	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
6/18				

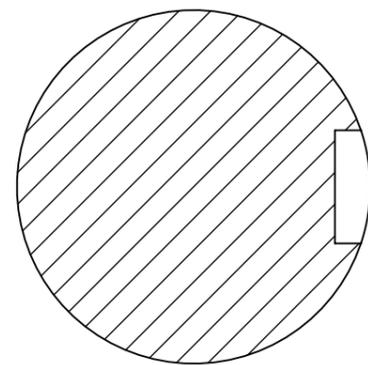
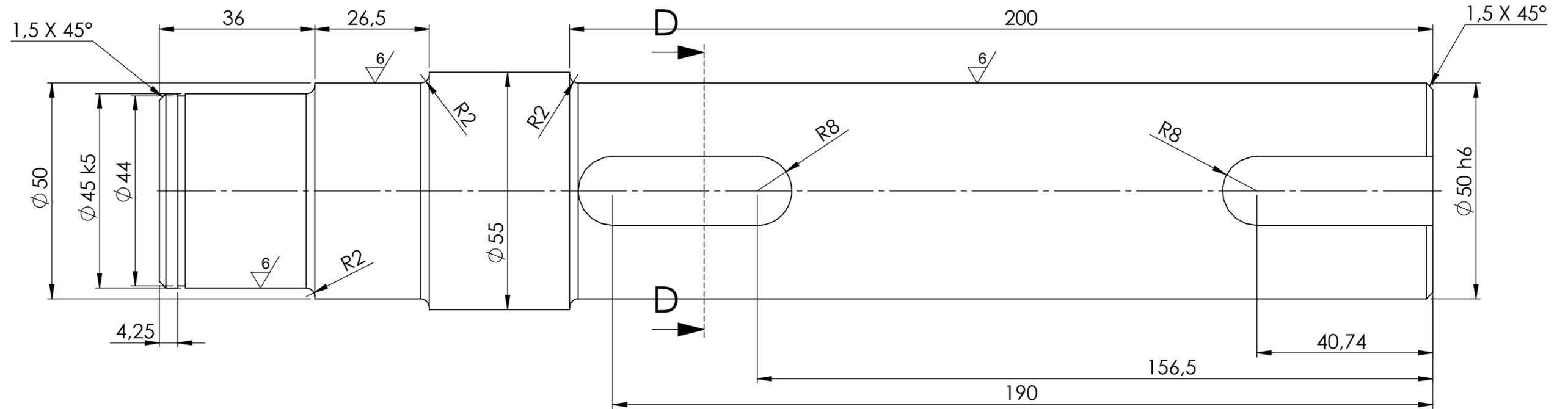
TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2



SECCIÓN B-B

REFERENCIA	1 Ud.	F114/ CK45	EJE INTERMEDIO	TEMPLADO
	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
7/18	1:1			

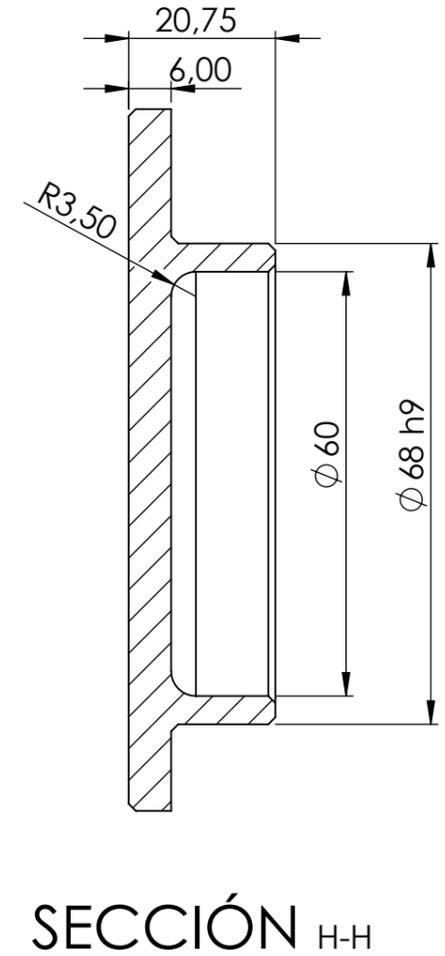
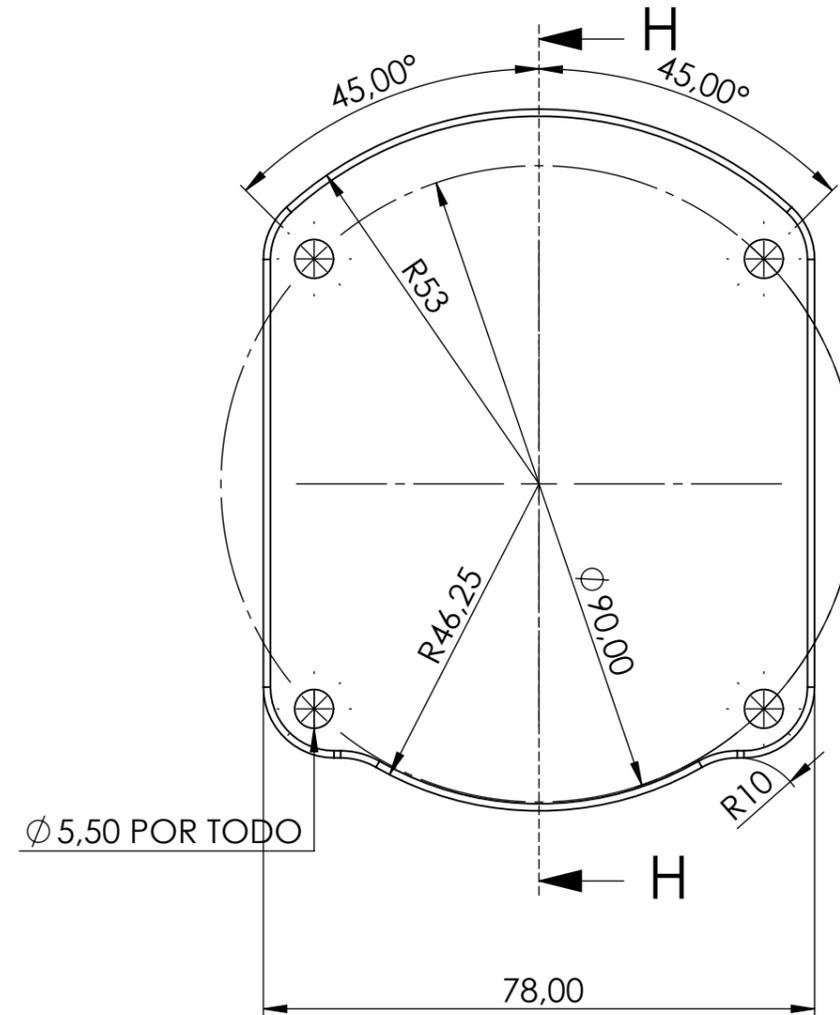
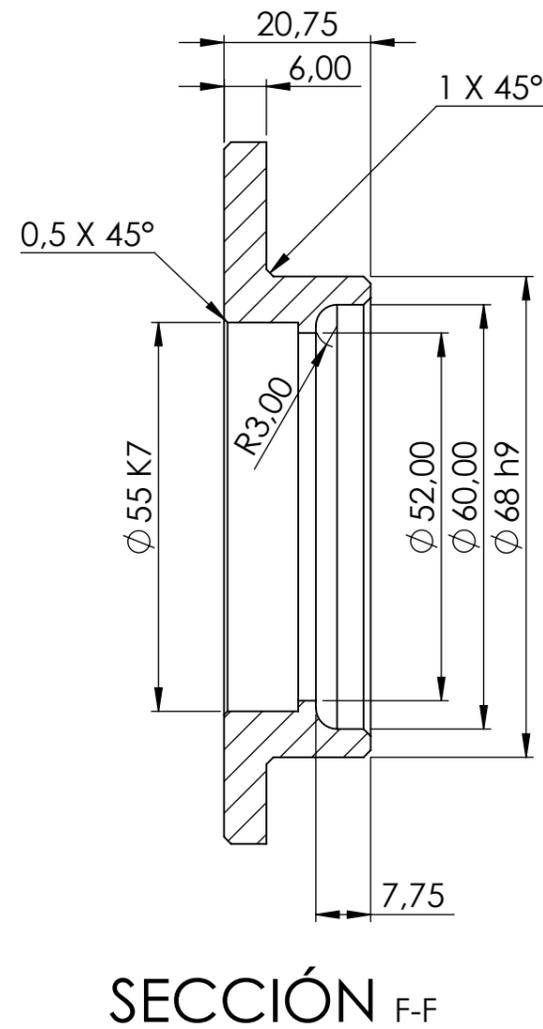
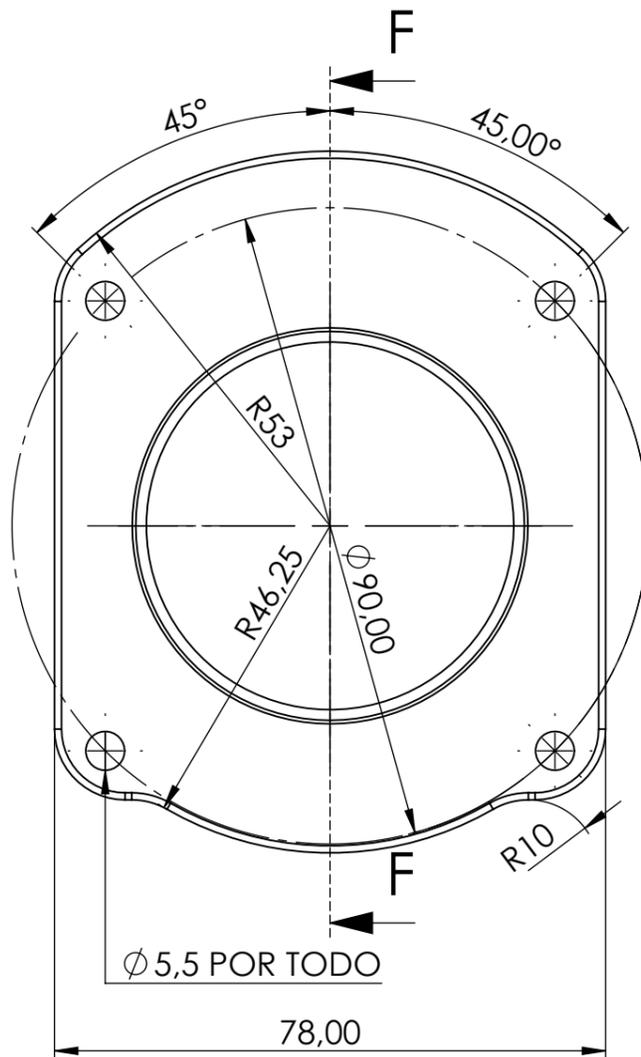
TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



SECCIÓN D-D

	1 Ud.	F114/ CK45	EJE SALIDA	TEMPLADO
REFERENCIA	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
8/18	1:1			

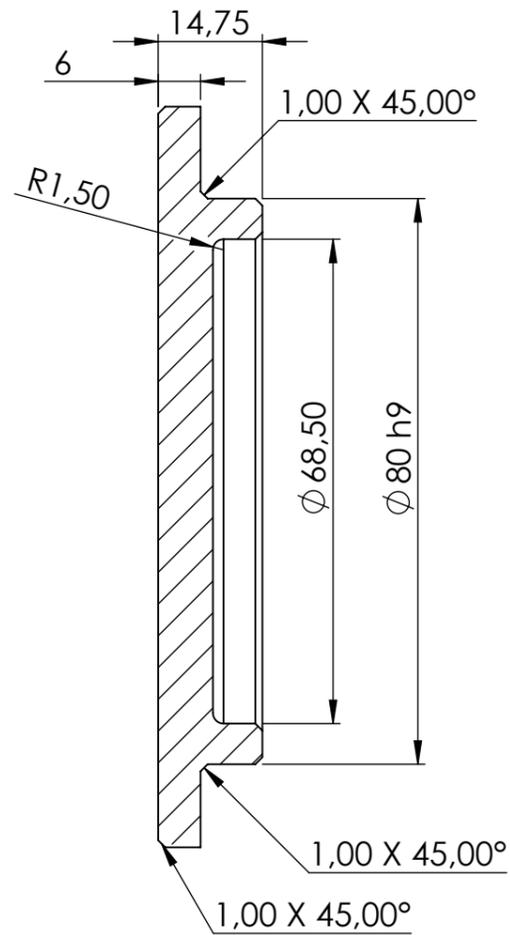
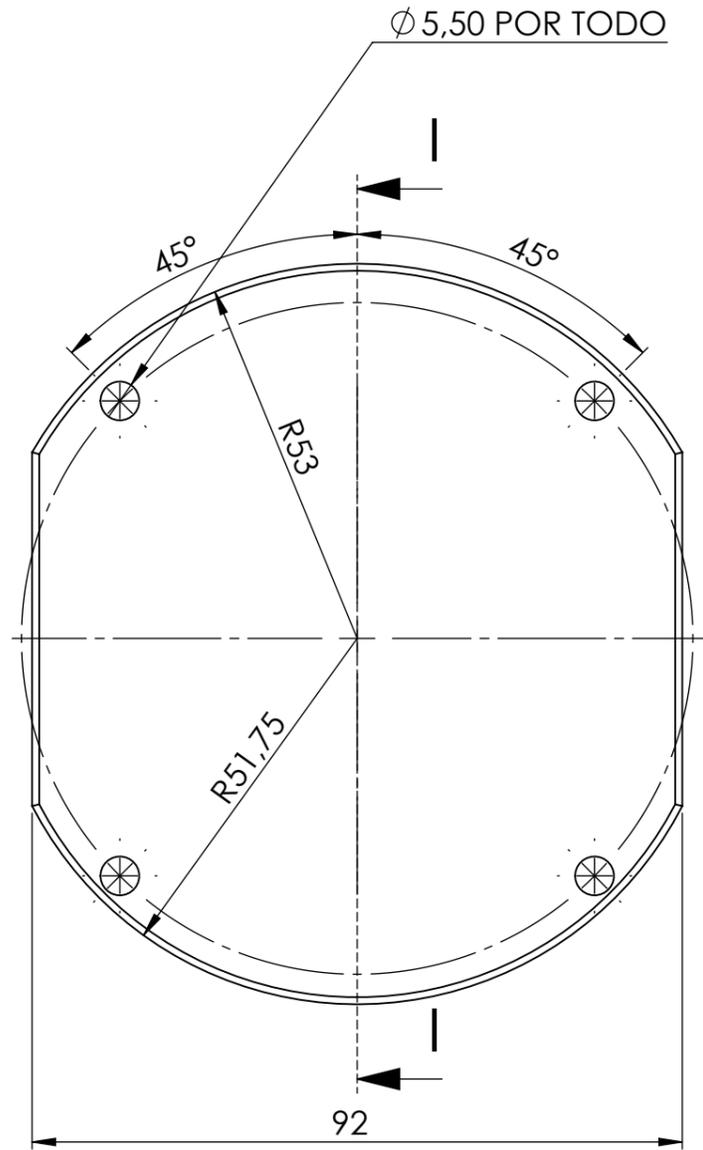
TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



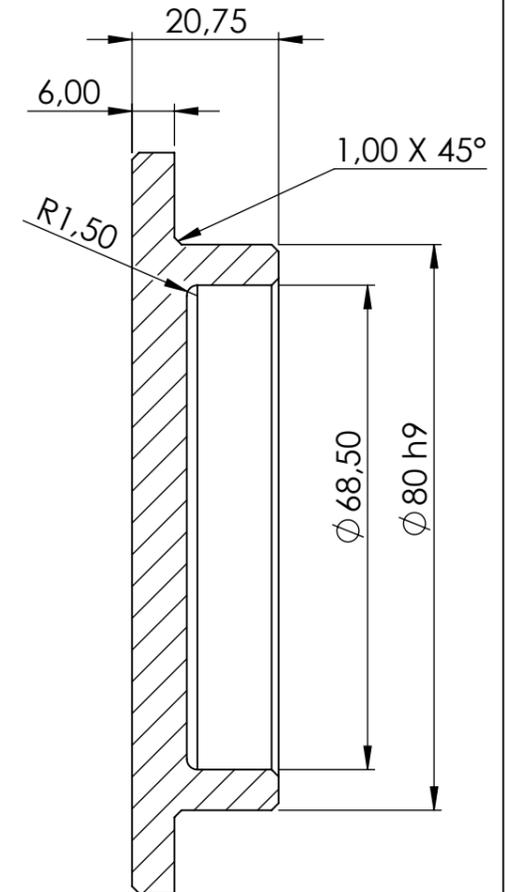
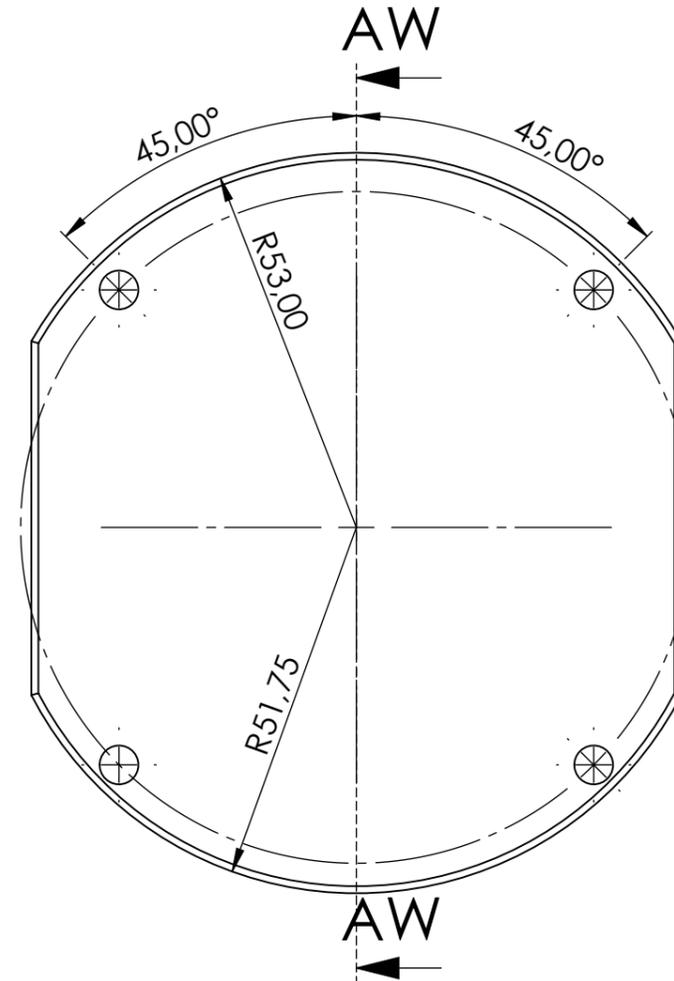
REFERENCIA	1 Ud.	FG-25/ GG25	TAPAS EJE DE ENTRADA	TRAT. TÉRMICO
	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
9/18	1:1			



TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



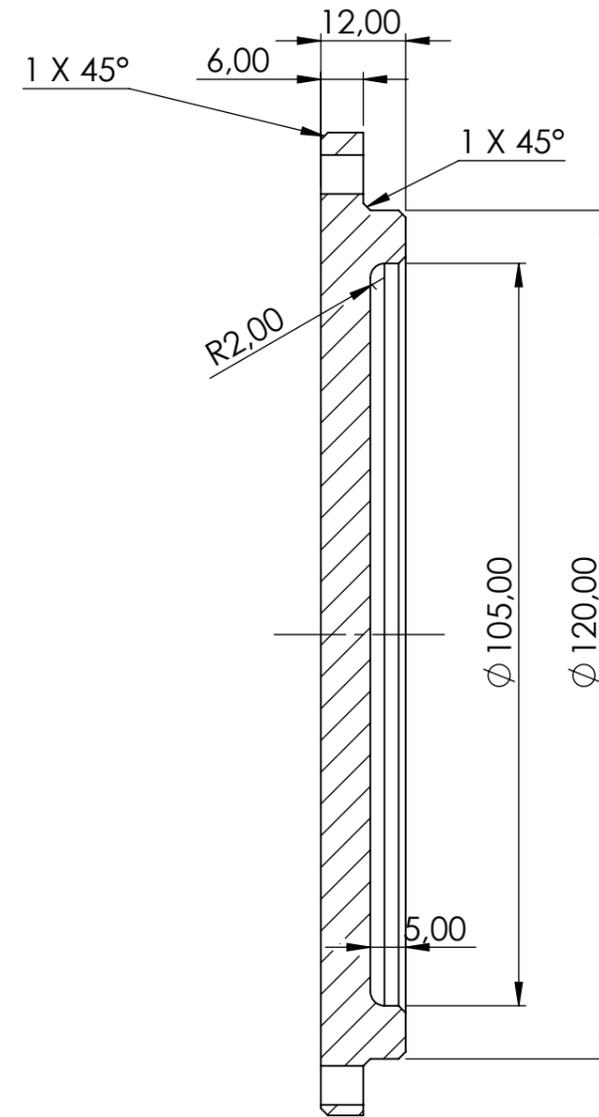
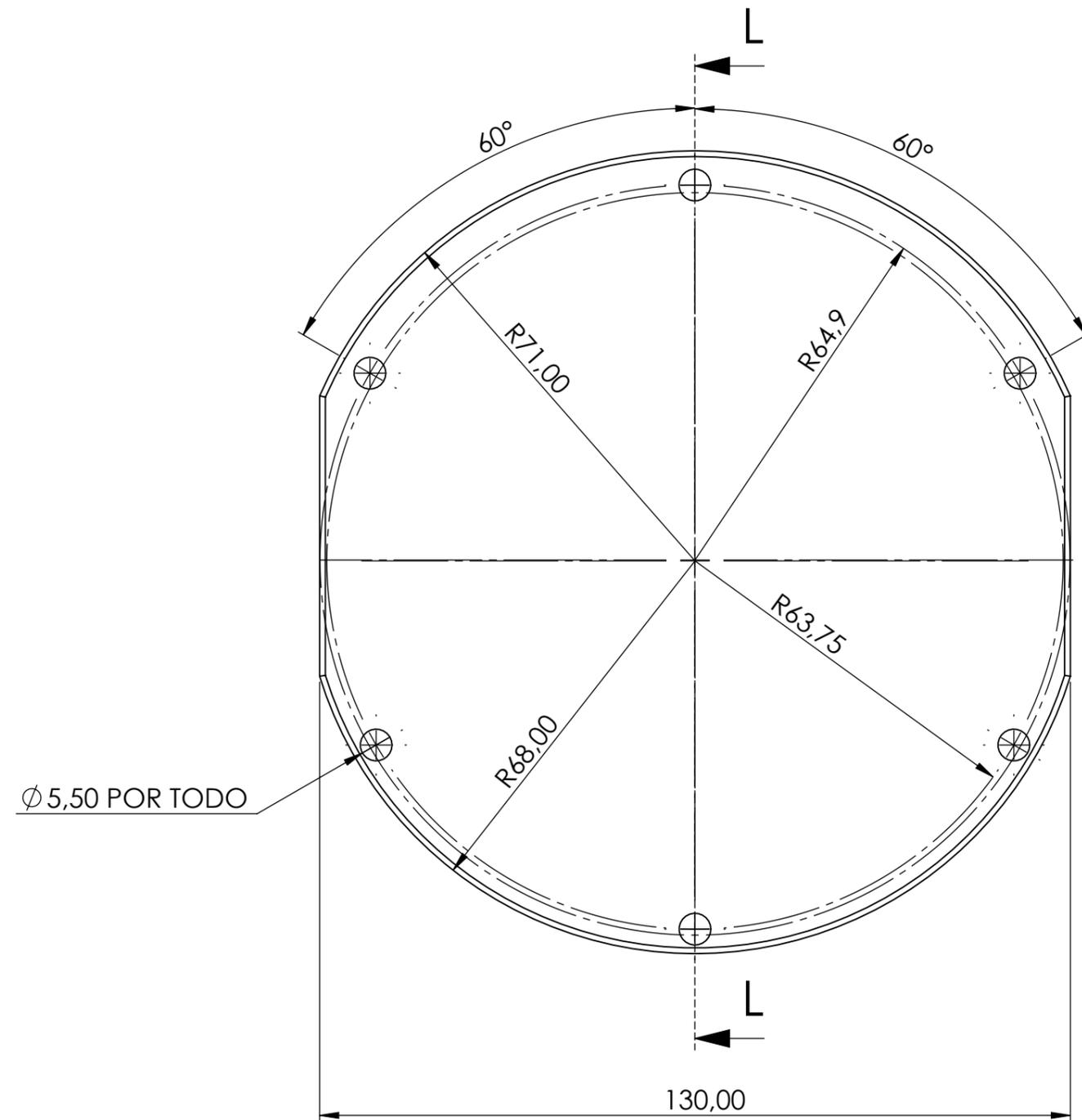
SECCIÓN I-I



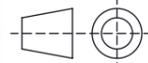
SECCIÓN AW-AW

REFERENCIA	1+1 Ud.	FG-25/ GG25	TAPA EJE INTERMEDIO	TRAT. TÉRMICO
	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO 10/18	Escala 1:1	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		

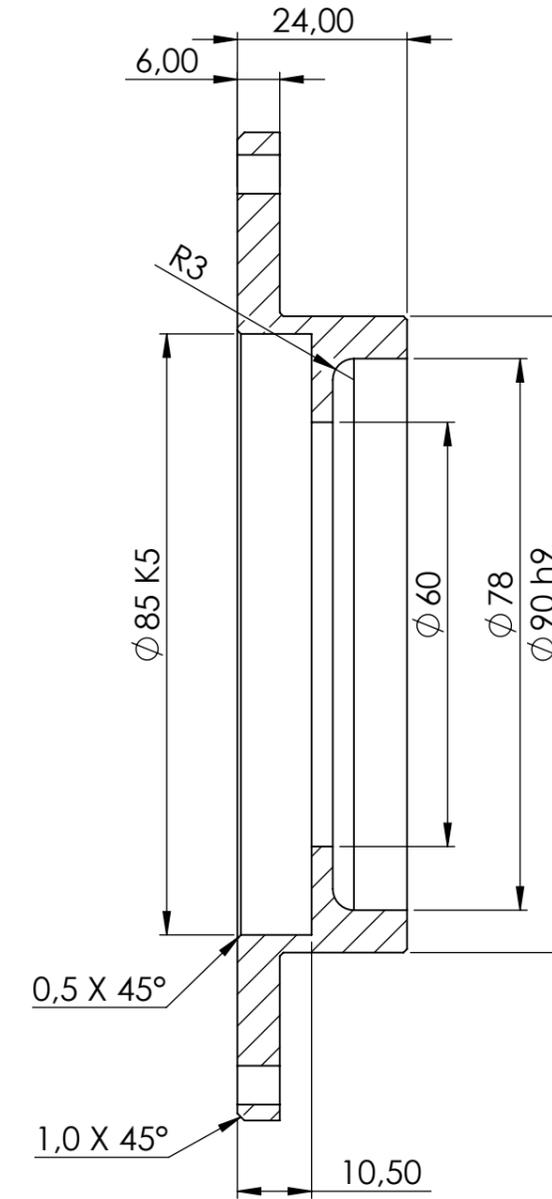
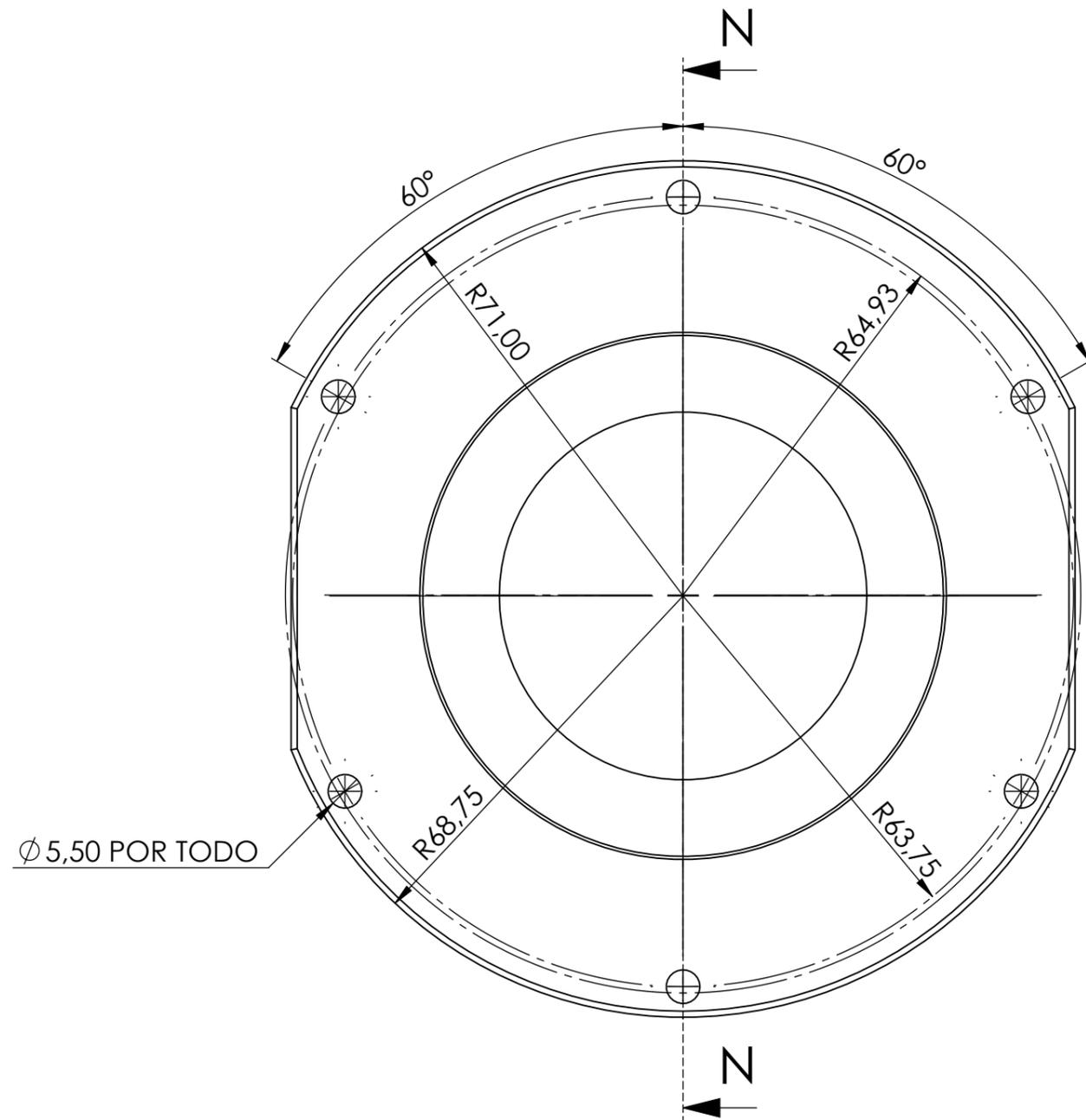
TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



SECCIÓN L-L

REFERENCIA	1 Ud.	FG-25/ GG25	TAPA EJE SALIDA A	TRAT. TÉRMICO
	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
11/18	1:1			

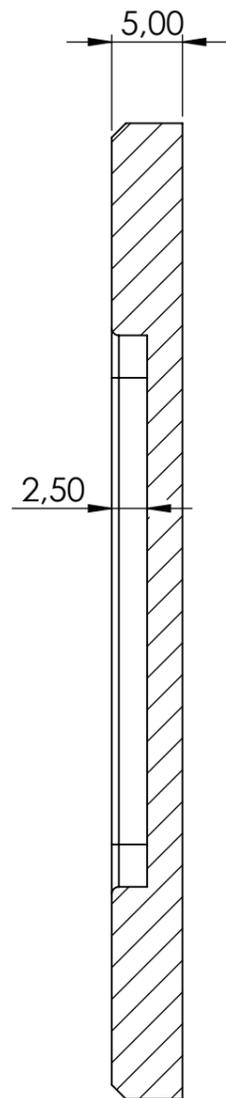
TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



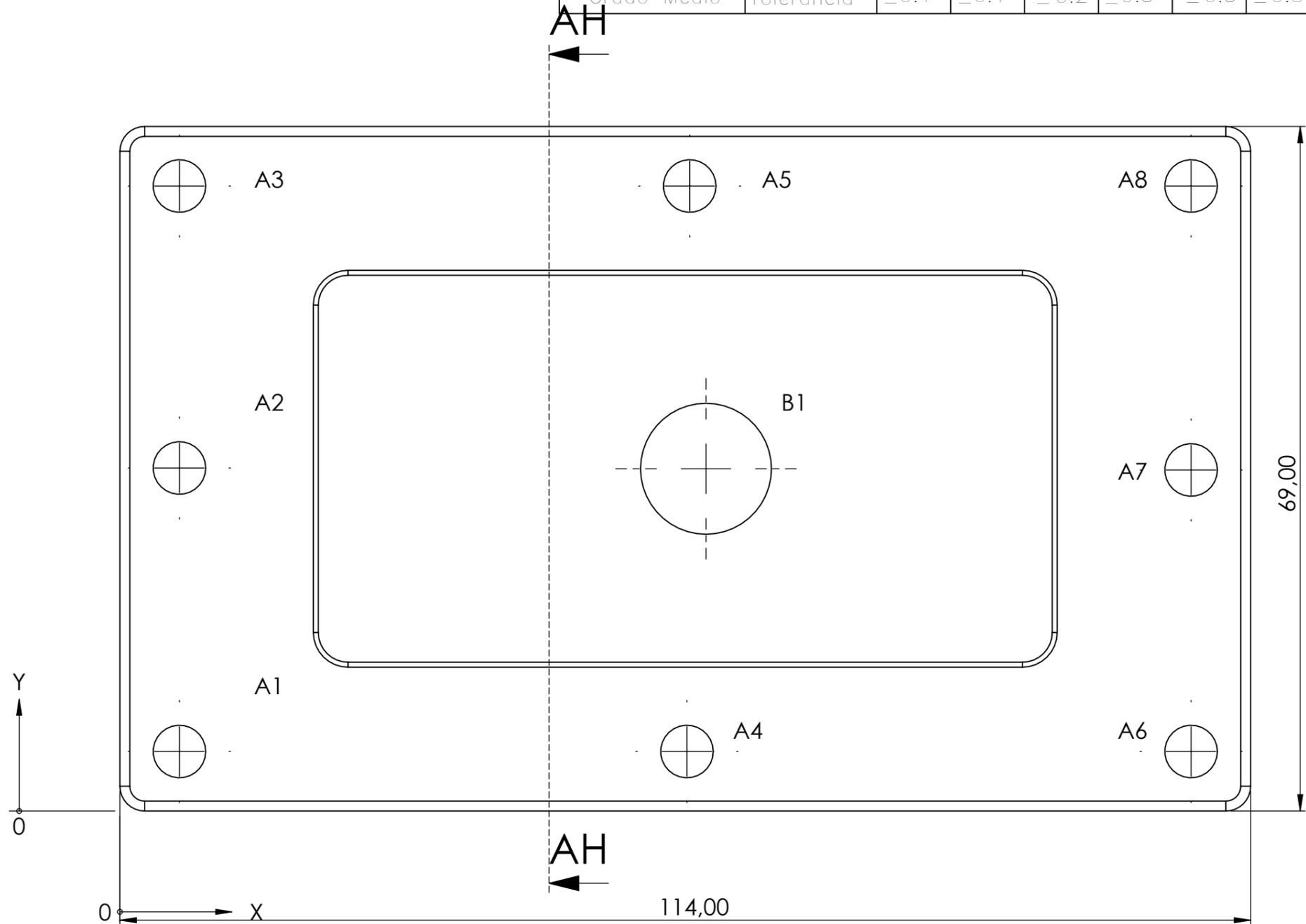
SECCIÓN N-N

	1 Ud.	FG-25/ GG25	TAPA EJE SALIDA B	
REFERENCIA	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO 12/18	Escala 1:1	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		

TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2



SECCIÓN AH-AH
ESCALA 2:1

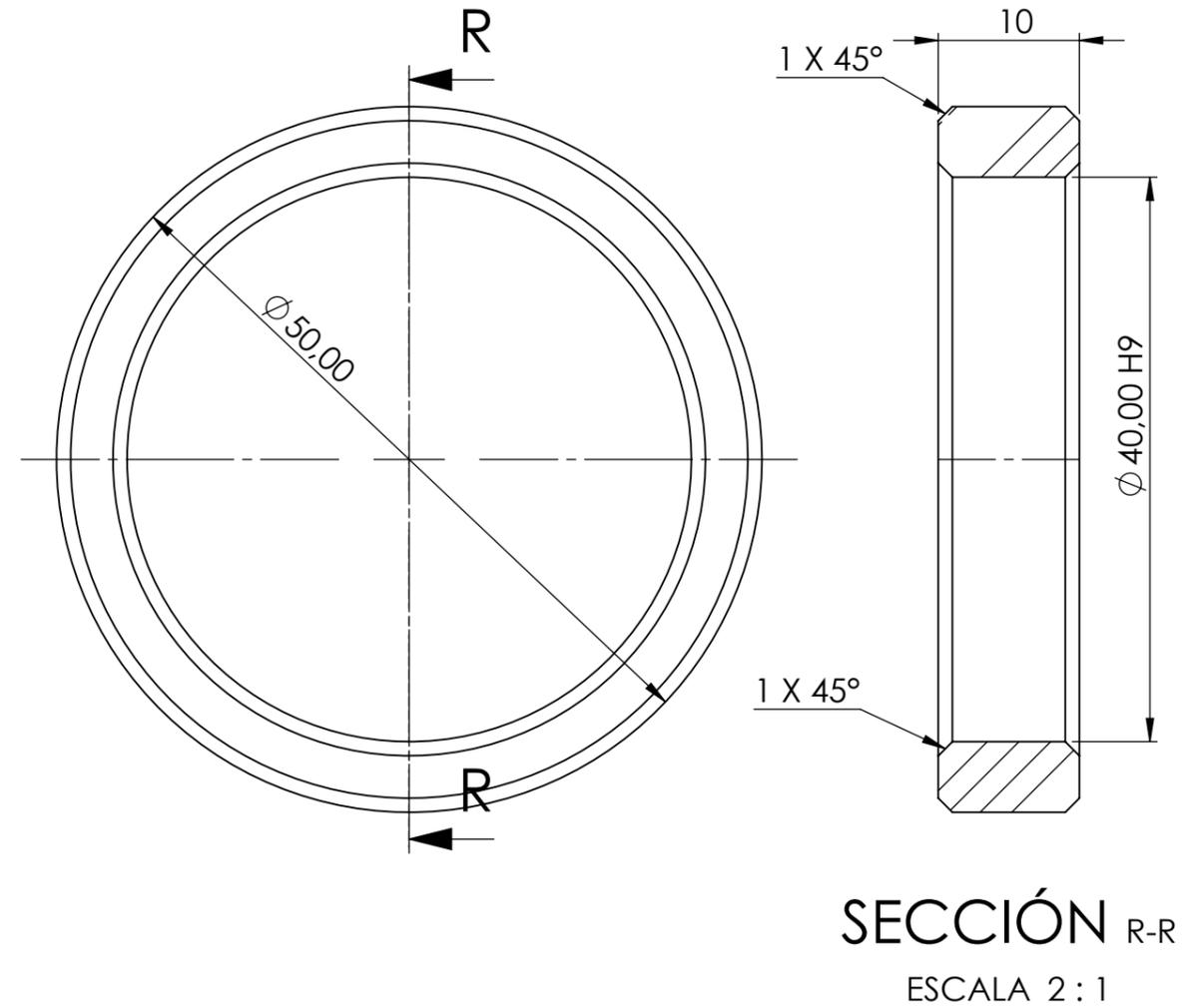
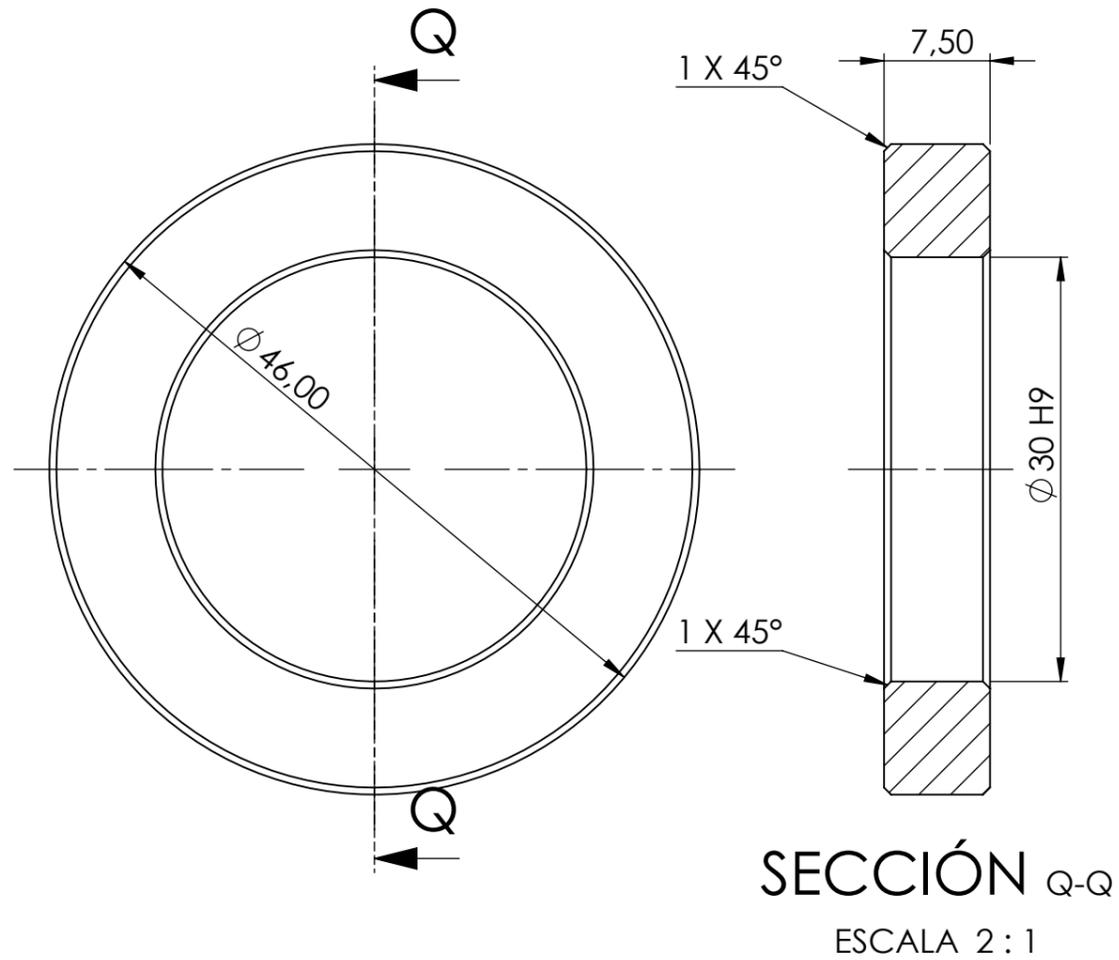


RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	6	6	Ø 5,30 POR TODO
A2	6	34,58	
A3	6	63	
A4	57,17	6	
A5	57,45	63	
A6	108	6	
A7	108	34,38	
A8	108	63	
B1	59,09	34,50	Ø 13,20 ∇ 30,00

REFERENCIA	1 Ud.	FG-25/ GG25	TAPA SUPERIOR CARTER	TRAT. TÉRMICO
	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACION DE VELOCIDADES 7.1		
13/18	1:1			

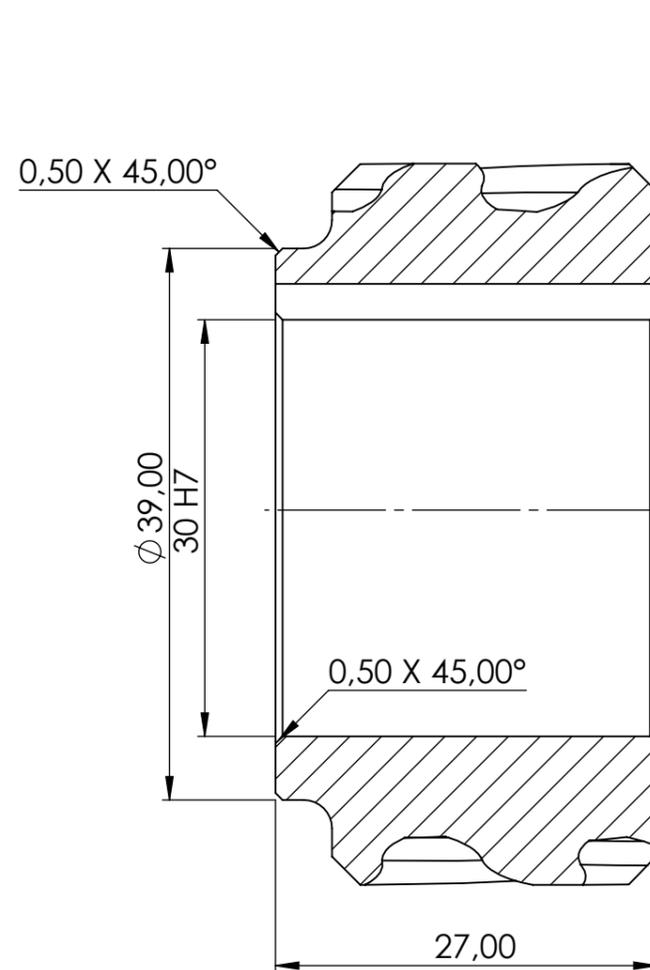


TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



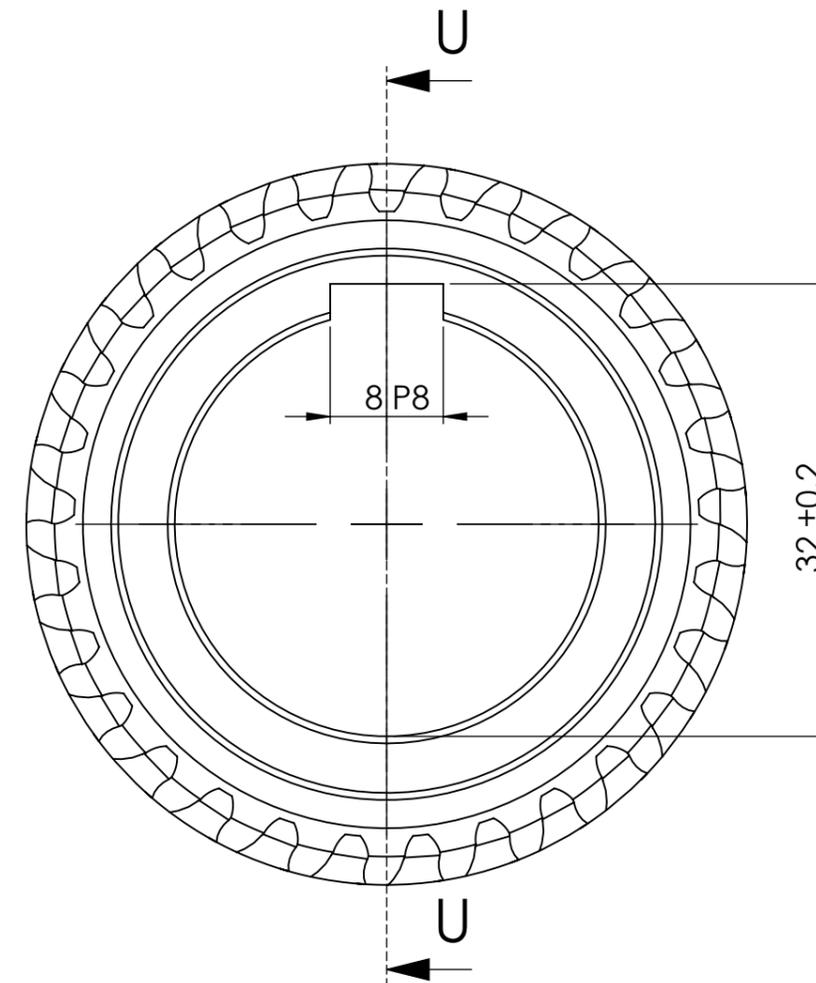
	1 Ud.	F114	CASQUILLO EJE SALIDA	
	1 Ud.	F114	CASQUILLO EJE INTERMEDIO	
REFERENCIA	CANTIDAD	MATERIAL	DENOMINACIÓN	TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
Nº PLANO	Escala		Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1	
14/18	1:1			

TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



SECCIÓN U-U

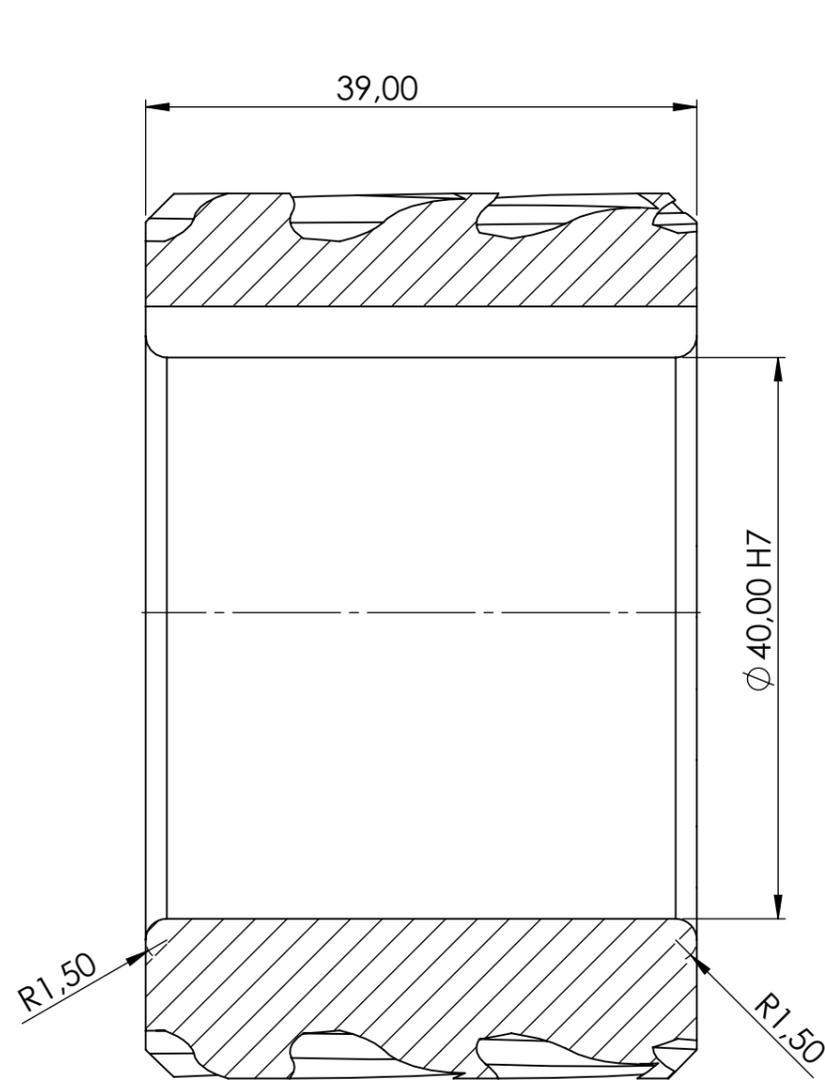
ESCALA 2 : 1



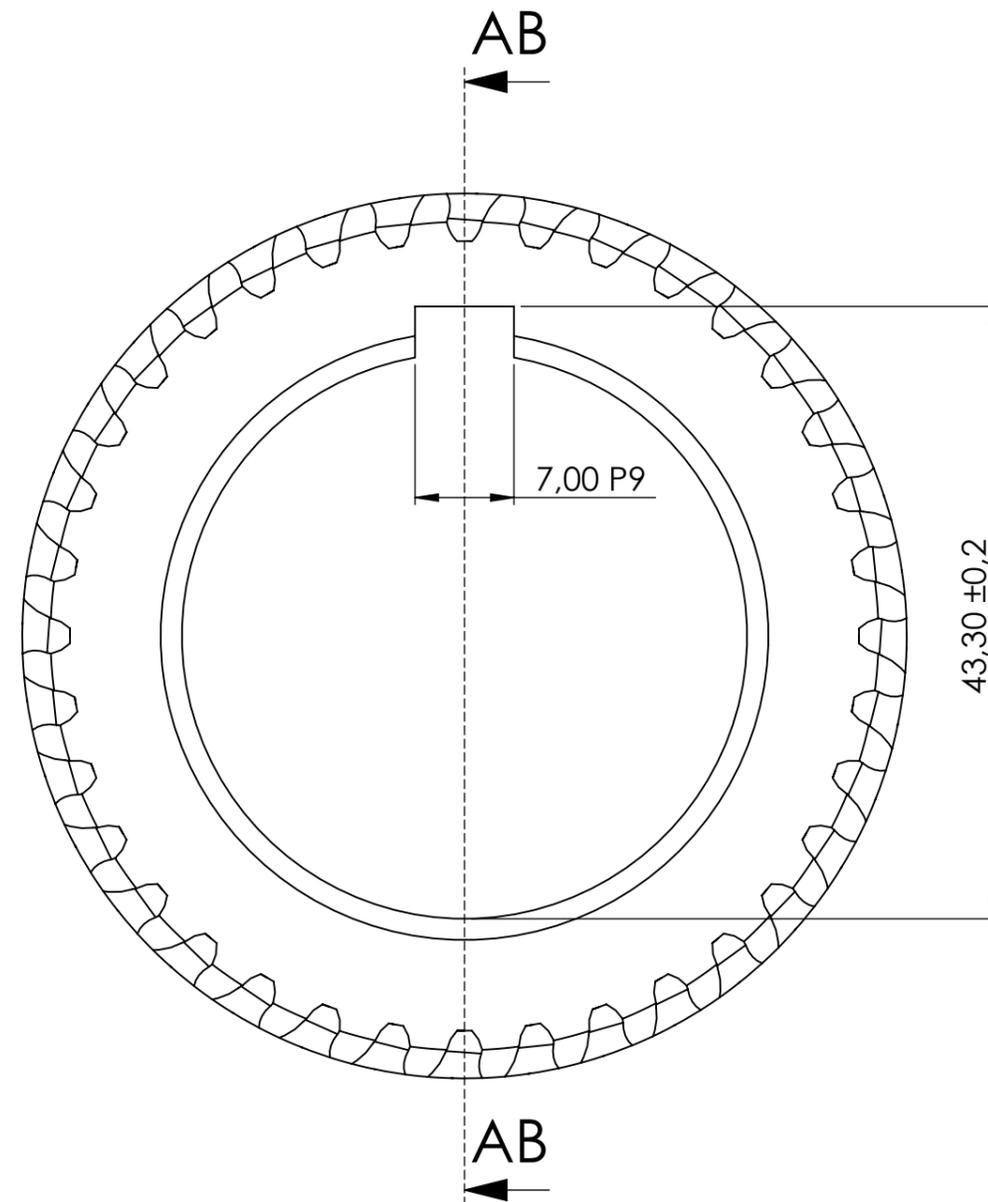
DATOS ENGRANAJE	
MODULO	1.5
Z (N° de dientes)	29
Ø PRIMITIVO	47.9
β	25°
ϕ	20°

REFERENCIA	1 Ud.	F1516/ 16MnCr5	PIÑON 1° ETAPA	TRAT. TÉRMICO
CANTIDAD				
MATERIAL				
DENOMINACIÓN	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño			
CAD	Nombre	Fecha		
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
N° PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
15/18	2:1			

TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



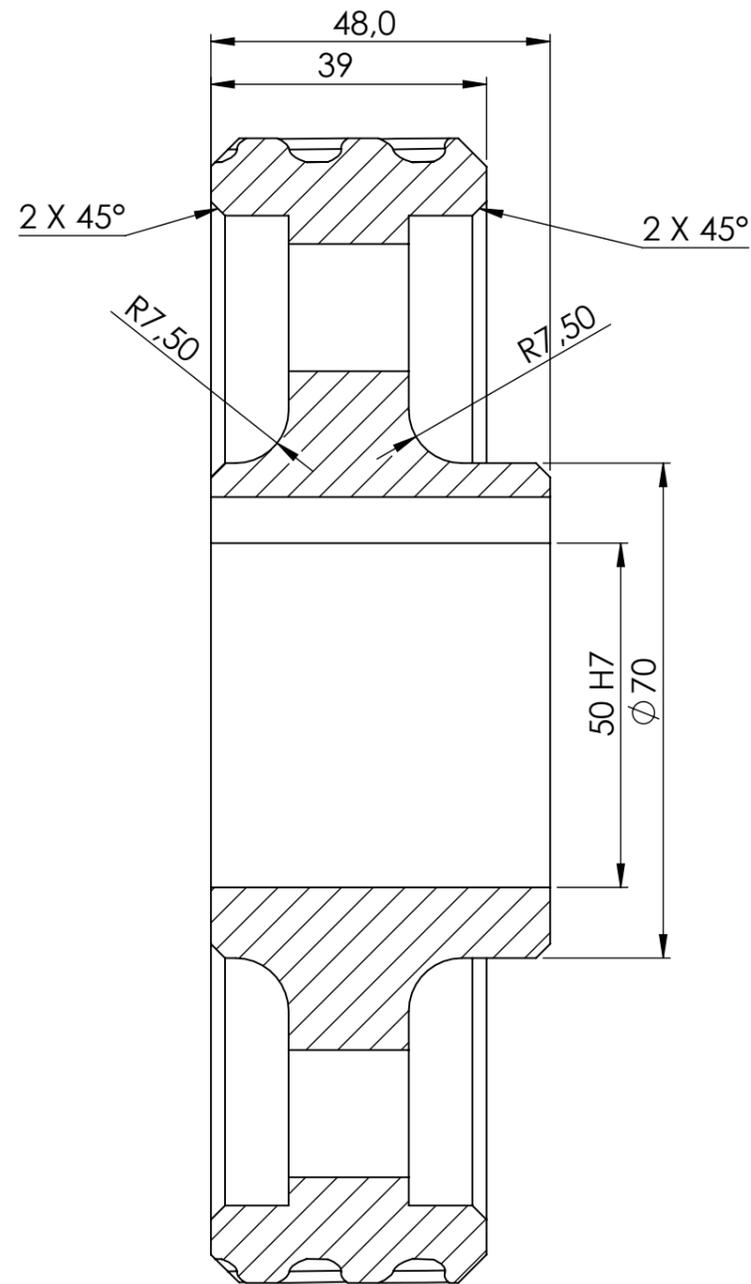
SECCIÓN AB-AB
ESCALA 2 : 1



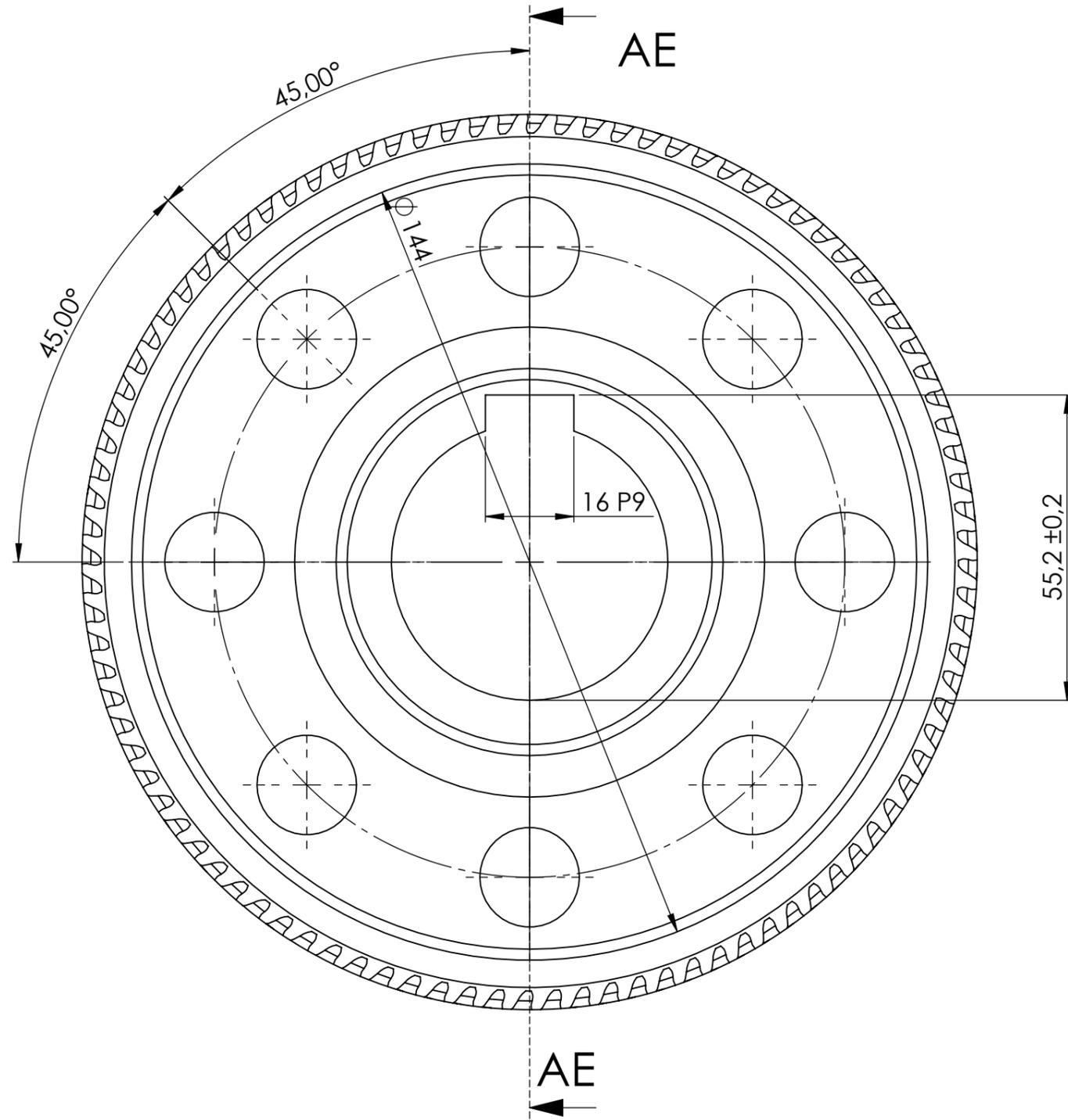
DATOS ENGRANAJE	
MODULO	1.5
Z (N° de dientes)	36
ϕ PRIMITIVO	59.58
β	25°
ϕ	20°

REFERENCIA	1 Ud.	F1516/ 16MnCr5	PIÑÓN 2ª ETAPA	TRAT. TÉRMICO
CANTIDAD				
MATERIAL				
Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño				
CAD	Nombre	Fecha		
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
N° PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
17/18	2:1			

TOLERANCIAS GENERALES DIN ISO 2768 mK Grado Medio	Mas de	0.5	3	6	30	120	315	1000	2000
	Hasta	3	6	30	120	315	1000	2000	4000
	Tolerancia	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2



SECCIÓN AE-AE



DATOS ENGRANAJE	
MODULO	1.5
Z (N° de dientes)	96
Ø PRIMITIVO	158.89
β	25°
ϕ	20°

REFERENCIA	1 Ud.	F1516/ 16MnCr5	PIÑÓN 2ª ETAPA	CEMENTADO
CANTIDAD				TRAT. TÉRMICO
CAD	Nombre	Fecha	Universidad Politécnica Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Proyectado	A.Fabrich	14/07/2018		
Revisado	A.Fabrich			
Aceptado	M.Tur			
N° PLANO	Escala	Proyecto: DISEÑO DE REDUCTOR DE 300 Nm DE PAR DE SALIDA Y RELACIÓN DE VELOCIDADES 7.1		
18/18	1:1			



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



Documento N°3

Pliego de condiciones



Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	CONDICIONES DE EJECUCIÓN	4
3.	CONDICIONES FACULTATIVAS	5
3.1	DELIMITACIÓN DE LAS FUNCIONES TÉCNICAS	5
3.1.1.	<i>Ingeniero técnico director</i>	5
3.1.2.	<i>Fabricante</i>	5
3.2	OBLIGACIONES DEL FABRICANTE/ CONTRATISTA	6
3.3	PREINSCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES	7
4.	CONDICIONES DE LOS MATERIALES	8
4.1	TRATAMIENTOS TÉRMICOS	9
5.	CONDICIONES LEGALES	10
6.	CONDICIONES TÉCNICAS	12
6.1	EXIGENCIAS DEL CUERPO-CARCASA	12
6.2	EXIGENCIAS DE LOS ENGRANAJES	13
6.3	EXIGENCIAS DE LOS EJES	14
6.4	EXIGENCIA DE RODAMIENTOS	15
6.5	RETENES DE ACEITE	16
6.6	CASQUILLOS	16
6.7	MONTAJE DEL CONJUNTO	16
7.	CONDICIONES ECONÓMICAS	18



1. Introducción

La ejecución del presente proyecto ha seguido las normas del documento que a continuación se detalla. En él se establecen las especificaciones facultativas de índole técnica y legal, así como toda la documentación necesaria para la correcta elaboración del reductor de velocidad.

El primer paso a seguir en la realización del presente proyecto, sería la aceptación de las normas por las partes contratantes, obligándose a respetar su cumplimiento sin variaciones y con arreglo al mismo, tomar las decisiones así como resolver todas las cuestiones que vayan surgiendo.

Si se diera la circunstancia de alguna omisión, duda o aspecto no suficientemente especificado en el presente Pliego de Condiciones, se atenderá siempre a las normas de la buena práctica teniendo en cuenta la máxima calidad.

En el caso de que se diera la situación de una contradicción entre los planos, memoria y pliego de condiciones, serán estos dos últimos documentos los que prevalecerán. Si las discrepancias aparecieran en la memoria y el pliego de condiciones, será la memoria si la incompatibilidad se refiriera a los cálculos y el pliego en cualquier otra causa.



2. Condiciones de ejecución

En las condiciones de ejecución la parte contratada actuará con total libertad sobre el control de las acciones de fabricación, todo y que se garantice la calidad y las condiciones de funcionamiento que se detallan en los planos y los cálculos.

Siempre se estará abierto a posibles sugerencias y ayudas que aporte la parte contratante.



3. Condiciones facultativas

3.1 Delimitación de las funciones técnicas

3.1.1. Ingeniero técnico director

- Redactar los complementos o las rectificaciones que sean necesarias en el proyecto.
- Concurrir al proceso de fabricación en tantas ocasiones como sean necesarias con el fin de solucionar cualquier eventualidad que se produzcan y dando las órdenes adicionales que sean necesarias.
- Examinar y confirmar la adecuación que se da entre el motor y el aparato reductor.
- Coordinación permanente de otros técnicos en la fabricación.
- Dirección y ordenación de la realización del material de acuerdo al proyecto, a la normativa técnica y a las reglas de la buena construcción.
- Ejecución de pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y otras unidades de fabricación. Asimismo se encargará de realizar las comprobaciones necesarias para garantizar una calidad de fabricación de acuerdo al proyecto y a la normativa vigente.
- Planificación del control de calidad y económico de fabricación.

3.1.2. Fabricante

- Ejercer la jefatura todo el personal que participe en la fabricación y coordinación de los subcontratistas.
- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento del mismo, así como revisar las anotaciones que se realicen en el mismo.
- Suscripción con el promotor a las actas de recepción provisional y definitiva.
- Suministrar el material necesario y con la antelación que se precise, al Ingeniero Técnico Director.



- Garantizar la idoneidad de todos los materiales utilizados en la construcción, rehusando los materiales que no tengan la calidad suficiente antes de la fabricación.
- Organizar todos los trabajos, realización de los planos de trabajo que sean necesarios y planificando o aprobando las instalaciones provisionales y medios auxiliares.

3.2 Obligaciones del fabricante/ contratista

Los derechos y obligaciones generales del fabricante serán los que a continuación se detallan:

- El constructor facilitará en el taller una oficina que dispondrá del material necesario para exponer y consultar sus planos. En ella el contratista siempre tendrá a su disposición toda la documentación relativa al proyecto.
- Es obligación del contratista nombrar a un delegado que actuará durante la fabricación.
- Se creará un plan de seguridad e higiene, atendiendo a las características del proyecto y que contará con la aprobación del Ingeniero Técnico Director.
- Frente a posibles reclamaciones de carácter económico por parte del contratista, éstas solo serán presentadas a través del Ingeniero Técnico Director, mientras que las de carácter técnico no serán admitidas por éste.
- El control y previsión de los trabajos no acordados expresamente.
- El contratista estará presente en la fabricación y acompañará al Ingeniero Técnico Director durante la jornada legal del trabajo.
- Las explicaciones, puntualizaciones y modificaciones serán comunicadas al contratista por escrito.
- El constructor no tendrán la capacidad de recusar al Ingeniero Técnico Director o al personal encargado de vigilar las operaciones de fabricación.



- Frente a situaciones de desobediencia, incompetencia manifiesta o negligencia grave se podrá solicitar al contratista el cese de éste.

3.3 Preinscripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

- El inicio del proceso de fabricación deberá ser iniciado por el fabricante en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares. El contratista, de forma obligatoria y por escrito, deberá comunicarlo al Ingeniero Técnico Director del inicio de la fabricación.
- Solo en el caso de que concurrieran causas ajenas al fabricante y éste no pudiera cumplir los plazos, se facilitaría una posible prórroga. Para lo cual el Ingeniero Técnico Director debería dar su visto bueno.
- El contratista, de acuerdo a la dirección facultativa, deberá facilitar de forma razonable la intervención de otros contratistas en la fabricación.
- Es facultad de la contrata el orden de trabajo, salvo en casos extremos dados por circunstancias técnicas.
- Cabe la posibilidad de que el proyecto pueda ser ampliado por algún motivo imprevisto o por cualquier accidente sin que por ello se vea interrumpido el trabajo.
- La ejecución de los trabajos se hará con estricta vigilancia al proyecto, a las modificaciones aprobadas y a las órdenes e instrucciones del Ingeniero Técnico Jefe.
- En los trabajos que no dispongan de prescripciones establecidas explícitamente en este pliego, el contratista deberá atenerse en primer lugar a las instrucciones que dictamine la dirección facultativa.



4. Condiciones de los materiales

La oficina técnica es la que determina el material específico con el que son construidos los elementos que forman los componentes del reductor. Para que todo funcione de forma correcta se tendrá que seguir de forma estricta el documento técnico.

En el presente pliego se determina el material a utilizar, también se detallan las particularidades finales después de los tratamientos térmicos o los procesos de mecanizados sufridos por el material.

Las propiedades expuestas por los materiales son las mínimas necesarias, es por ello que los cambios serán de tal forma que equiparen estos valores o los superen, pero por ningún concepto se han de elegir materiales de peores características.

Las características técnicas se le exigirán al suministrador, además de exigir un tamaño adecuado para que de esta forma su posterior tratamiento se realice de la forma más adecuada y rápida.

Justificación y descripción de los materiales

Fundición gris FG-25

Composición:

- C: 3.3%
- Mn: 0.65
- Si: >0.1
- P: 0.24

Propiedades mecánicas

- Dureza Brinell: 180-220 HB
- Resistencia a tracción: 25-30 Kg/mm²
- Resistencia a compresión: 100-130 Kg/mm²

Ck-45/ F-114

Composición:

- Carbono: 0.50 %
- Manganeso: 0.50 – 0.80 %
- Silicio: 0.40 %máx.
- Fósforo: 0.035 % máx
- Azufre: 0.035 % máx.
- Cromo: 0.40 % máx.



Propiedades mecánicas:

- Módulo de elasticidad: 21000 kp/mm²
- Dureza Brinell: 247

16MnCr5/ F1516

Composición:

- Carbono: 0.14-0.19 %
- Manganeso: 1 – 1.3 %
- Silicio: 0.40 %máx.
- Fósforo: 0.025 % máx
- Azufre: 0.035 % máx.
- Cromo: 0.80 % máx.

Propiedades mecánicas:

- Limite elástico: 637 MPa
- Resistencia a tracción: 784-1078 Mpa
- Alargamiento ≥ 10

4.1 Tratamientos térmicos

El acero será expuesto a un proceso de temple y revenido para de esta forma adquirir las propiedades mecánicas necesarias. A continuación se detalla el funcionamiento de cada uno de estos tratamientos:

Temple: consiste en calentar y enfriar de forma muy rápida la pieza, con ello se consigue una capa superficial de martensita sin que por ello sufra el núcleo ninguna transformación. El temple tendrá una duración de un minuto por milímetro, siendo el tiempo mínimo de 20 minutos

Revenido: es un proceso que se realiza después del temple, se enfria la pieza lentamente en aceite.



5. Condiciones legales

En la presente parte del pliego aparecen las distintas normas legales frente a las cuales las dos partes han de comprometerse y cumplir.

El contratista se responsabiliza y es el encargado de la ejecución de los trabajos en las condiciones que se marcan en el contrato además de los documentos que componen el proyecto, sin incluir la memoria. Esto supone que se vea obligado a volver a elaborar todo lo que este mal ejecutado durante el proceso de fabricación, aunque estas partidas hayan sido abonadas en liquidaciones anteriores.

En el caso de que durante el proceso se produzcan accidentes, el contratista deberá atenerse a lo dispuesto a estos efectos en la legislación vigente, cumpliendo en todo momento las normas y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidad. De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar, debidamente, dichas disposiciones legales.

Será el contratista el responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, acontezcan durante el proceso de fabricación, tanto en el taller propio como en uno ajeno. Correrá a cargo de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien correspondan y cuando a ello hubiere lugar.

Causas de rescisión de contrato:

- Incapacidad o muerte del Contratista.
- Quiebra del Contratista. En los casos mencionados si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo los trabajos bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir i rechazar el ofrecimiento sin que, en este último caso, tengan aquellos derechos a ninguna indemnización.

Causas de alternación de contrato:

- Que haya una modificación del proyecto que represente alteraciones fundamentales al mismo a juicio del Ingeniero Técnico Director
- Que haya una modificación de las unidades de obra, siempre que éstas representen variaciones, alrededor de un 40%, como mínimo
- La suspensión de la fabricación comenzada y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata
- La suspensión de la fabricación comenzada



- No darse cumplimiento de las condiciones del contrato y haya implicado descuido o mala fe.



6. Condiciones técnicas

A continuación se especifican el conjunto de trabajos que se deberán realizar para poder obtener cada una de las piezas mecanizadas, definiendo y delimitando lo más claramente posible las tolerancias y las fases de montaje. Es el jefe de taller el que se responsabiliza de diseñar un plan de fabricación más detallado.

Con el presente pliego de condiciones técnicas se estudia las especificaciones de los materiales, así como la maquinaria y el equipo que intervienen en la fabricación, verificación y el montaje del reductor objeto del proyecto.

Para elegir los materiales se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Especificaciones de los mismos en recepción.
- Controles de calidad.
- Ensayos, verificaciones a realizar.
- Las condiciones de ejecución que se han de tener en cuenta serán las siguientes:
- La descripción del proceso de fabricación. Los procedimientos y condiciones específicas.
- Los ajustes y las comprobaciones.
- Los ensayos a realizar.

En la mecanización de las piezas es aconsejable realizarlo en máquinas de control numérico, debido a que la serie es relativamente pequeña y se adapta de forma adecuada a las características de estas máquinas.

Ventajas:

Reducen el tiempo de maniobra ya que es el momento en que la máquina se posiciona para empezar la operación y es donde mayor ganancia directa hay.

Reducen los tiempos en los ciclos operacionales, ya que las trayectorias y velocidades son más ajustadas. Sin embargo esta ganancia es pequeña comparada con la anterior. Se reduce el tiempo de cambio de una pieza.

6.1 Exigencias del cuerpo-carcasa

Proceso de fabricación:

La carcasa del reductor está formada por tres piezas fundamentales, la carcasa inferior, la tapa intermedia y la tapa superior, para facilitar el montaje y desmontaje de los elementos. La solución más comúnmente empleada es la unión mediante tornillos, esta es la que se ha utilizado. El acabado exterior ha sido realizado dándole una capa de pintura para una mayor protección frente a la corrosión y al mismo tiempo proporcionarle una buena presentación comercial.



Material:

Deberá ser de una estructura lo suficientemente rígida para evitar las deformaciones debidas a las cargas aplicadas, ya que podrían producir deformaciones que desalineamientos perjudiciales en árboles, engranajes y rodamientos. También ha de absorber las vibraciones que se producen a causa de la rotación de los árboles. Se ha decidido como mejor solución constructiva la fabricación del cárter en fundición realizada por modelo.

Calidad

Se pone en marcha a través del departamento de control de calidad mediante el muestreo durante la fabricación en curso, teniendo presente las normas para su viabilidad técnica-económica.

6.2 Exigencias de los engranajes

Material: La primera premisa que hay que tener en cuenta es que debe ser un material capaz de soportar los esfuerzos a los que va a verse sometido, siendo el trabajo a presión superficial el más desfavorable de todos ellos. A consecuencia de estas condiciones de trabajo a presión superficial estaríamos situados aleados revenidos y templados. Teniendo eso en cuenta se ha elegido el acero 16MnCr5.

Calidad:

Se lleva a cabo a través del departamento de control de calidad mediante un muestreo durante la fabricación en curso, teniendo presente las normas para su viabilidad técnica y económica.

Ajuste

El ajuste que se produce entre el árbol y el cubo del engranaje es un ajuste forzado ligero, por esta razón la calidad necesaria en el interior del cubo será ISO 6.

Chavetero

Para que se produzca un ajuste normal del chavero, la zona de tolerancia de las dimensiones del chavetero deberá ser Js9 por lo cual el montaje no presentará ninguna dificultad.

Tolerancias

Las tolerancias del dentado viene marcada por la norma UNE 18-048-83, que plantea doce calidades de fabricación y que define en función de la precisión, considerando la



aplicación, velocidad y proceso de fabricación, en este caso en especial, teniendo presente la precisión adoptada para el engranaje es 6, se obtiene el intervalo de la tolerancia que en cada caso corresponda, con la clase de precisión definida por: UNE 6 FL

Control

Las partes principales a inspeccionar son las siguientes:

- El paso
- Espesor del diente
- La marcha concéntrica
- La dirección de los flancos

6.3 Exigencias de los ejes

Material

Como premisa fundamental se ha de partir de la base de que debe ser un material capaz de soportar los esfuerzos a los que va a estar sometido, para ello la rigidez torsional debe ser el criterio del diseño más exigente en el momento de dimensionar los árboles, como se puede confirmar en el apartado dedicado a los cálculos. Los árboles van a estar sometidos a un torsor que le va a producir una deflexión torsional, va a estar sometido a una fuerza radial que le va a producir deflexiones laterales y una serie de cambios de sección necesarios para alojar los distintos componentes, que hacen necesario observarlos al realizar el diseño a resistencia. Teniendo en cuenta estas ideas, la solución se encamina hacia los aceros de carbono, fáciles de mecanizar.

Los tratamientos se disponen con un templado a 800°C y un enfriamiento en agua y el posterior revenido a 700 °C con un enfriamiento en aire

Ajustes

En los extremos del árbol se mecaniza un chaflán de 45° con un ancho de 1.5 mm.

Ajustes anillo seguridad

El nivel de calidad necesaria en los asientos de los rodamientos en el eje, es una calidad ISO N6. Es imprescindible que exista un cierto nivel de apriete en los rodamientos por lo que el ajuste imprescindible en el rodamiento de bolas es k5 y para los rodamientos de rodillos h5.

Ajustes chaveteros



Tanto para el clavetero del motor como el del engranaje, los ajustes vienen marcados por la norma UNE 1710. El diámetro del eje es de 25mm y para que se dé un ajuste normal del enclavetado será necesario una tolerancia n9.

Acabado superficial

La parte del árbol que posee un diámetro de 25 mm, debe tener una calidad ISO N6 y para poder conseguir un ajuste forzado ligero, la zona de tolerancia debe ser k5.

6.4 Exigencia de rodamientos

Los rodamientos son piezas manufacturadas que siguen los valores de conformación y tolerancias marcadas en la norma.

Es el propio fabricante el encargado de verificar que esto se cumple.

Es aconsejable realizar un muestreo del material que nos suministra el fabricante.

A continuación se enumeran los modelos a comprobar.

Árbol entrada:

	Rodamiento A (bolas)	Rodamiento B (Bolas)
Referencia	6306 ETN9	63/28
Diámetro interior (mm)	30	28
Diámetro exterior (mm)	68	68
Ancho	27	18
Carga dinámica (N)	32500	25100

Árbol intermedio:

	Rodamiento A (bolas)	Rodamiento B (Bolas)
Referencia	6407	6208 ETN9
Diámetro interior (mm)	35	35
Diámetro exterior (mm)	80	80
Ancho	25	18
Carga dinámica (N)	55300	35800

Árbol salida:

	Rodamiento A (bolas)	Rodamiento B (Bolas)
Referencia	6409	6310
Diámetro interior (mm)	45	50
Diámetro exterior (mm)	120	110
Ancho	29	27



Carga dinámica (N)	76100	65000
---------------------------	-------	-------

6.5 Retenes de aceite

Al igual que los rodamientos, los retenes son productos manufacturados, cuyos materiales, procesos de conformación y tolerancias se encuentran sujetos a la normativa vigente.

Es el propio suministrador del material el responsable del cumplimiento de estas normas. A pesar de ello, puede resultar conveniente la comprobación de algunos de los parámetros de los productos, el valor de las tolerancias a evaluar se puede encontrar en el catálogo de retenes correspondiente.

6.6 Casquillos

Material

Para la obtención de los casquillos de separación se parte de un tocho cilíndrico de **Ck-45**. Las barras redondas para la obtención de los casquillos se adquirirán normalizadas.

Tolerancias

Ajuste necesario es un K5 ya que el eje en estas zonas tiene una calidad ISO N6.

6.7 Montaje del conjunto

Con anterioridad a la conexión del motorreductor, hemos de comprobar que la tensión del motor corresponda a la de la alimentación.

Los reductores de velocidad deberán ser montados sobre unas superficies rígidas planas mecanizadas, los anclajes deberán ser sólidos con el fin de evitar vibraciones que podrían acortar la vida del reductor.

Se deberá asegurar la perfecta alineación de los ejes del reductor con los de la máquina motriz y la accionada.

En el momento de montar las poleas, piñones o acoplamientos, se deberá tener especial cuidado de no dañar los rodamientos con golpes innecesarios.

Secuencia de ensamblaje

1. Colocación de la carcasa sobre la superficie.
2. Asegurar la posición del eje de entrada en los calados de la carcasa.
3. Unión del conjunto del piñón de la primera etapa con el eje mediante la chaveta.
4. Unión de casquillos y rodamientos, y fijado de estos últimos mediante las arandelas correspondientes.



5. Asegurar la posición del eje intermedio en los calados de la carcasa.
6. Colocación del casquillo correspondiente.
7. Unión del conjunto de la rueda de la segunda etapa con el eje mediante la chaveta.
8. Colocación del casquillo.
9. Unión del conjunto del piñón correspondiente a la segunda etapa al eje mediante la chaveta.
10. Posicionamiento de rodamientos y fijado de los mismos mediante las arandelas correspondientes.
11. Unión del retén correspondiente al eje de entrada y posicionamiento de las tapas de la carcasa para su posterior atornillado.
12. Asegurar la posición del eje de salida en los calados de la carcasa.
13. Unión de la rueda de la segunda etapa con el eje mediante la chaveta.
14. Unión de casquillos y rodamientos, y fijado de estos últimos mediante las arandelas correspondientes.
15. Unión del retén correspondiente al eje de salida y posicionamiento de las tapas de la carcasa para su posterior atornillado.
16. Unión de las dos partes de la carcasa para asegurar la estanqueidad del reductor.
17. Lubricado de aceite por los orificios correspondientes.



7. Condiciones económicas

Todo seguido se muestra las condiciones que se exigen en el ámbito económico tanto por parte del cliente como del contratista.

Los elementos imprescindibles para las condiciones económicas son los siguientes:

- **Fianza:**
La fianza es la cantidad de dinero que debe depositar la contrata a modo de garantía en el momento de firmar el contrato. Se realiza un aval a la firma del contrato, con un pago anticipado de una cantidad previamente estipulada entre ambos.
- **Composición de precios:**
El precio por contrata es el coste total del reductor, mientras que el beneficio, si no se estipula lo contrario, será de entorno al 20%.
- **Precios contradictorios:**

Se producen cuando el Ingeniero Técnico Director realiza cambios de calidad en alguna pieza para poder afrontar alguna situación imprevista.

Los precios contradictorios nunca deben superar el 1,5% de la cantidad presupuestada.
- **Acopio de materiales:**
El contratista debe proporcionar la provisión de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.
- **Penalizaciones:**
Las penalizaciones pueden ser provocadas por un incumplimiento del contrato o por una demora en los pagos. Si se da el caso de que el propietario no efectúa el pago dentro del mes siguiente al plazo acordado en el contrato, el contratista tendrá además el derecho de percibir un abono de un cuarto y medio por cien anual en concepto de intereses de demora. En el caso de un incumplimiento del contrato, la penalización será la rescisión del mismo.
- **Seguros:**
Es obligación de la contrata convenir un seguro que garantice los posibles daños del personal, maquinaria e instalaciones durante el periodo de ejecución. Además de contratar un seguro de responsabilidad civil.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



Documento N°4

Presupuesto



Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ENGRANAJES	3
2.1	PIÑÓN PRIMERA ETAPA	3
2.2	RUEDA PRIMERA ETAPA.....	3
2.3	PIÑÓN SEGUNDA ETAPA	4
2.4	RUEDA SEGUNDA ETAPA.....	4
3.	EJES DE TRANSMISIÓN	4
3.1	EJE DE ENTRADA	4
3.2	EJE INTERMEDIO	5
3.3	EJE SALIDA.....	5
4.	CUERPO REDUCTOR	5
4.1	BASE INFERIOR CUERPO	5
4.2	CARCASA SUPERIOR CARTER	5
4.3	TAPA SUPERIOR	6
5.	TAPAS	6
5.1	TAPA EJE ENTRADA A	6
5.2	TAPA EJE ENTRADA B	6
5.3	TAPA EJE INTERMEDIO A.....	7
5.4	TAPA EJE INTERMEDIO B	7
5.5	TAPA EJE SALIDA A	7
5.6	TAPA EJE SALIDA B	8
6.	RODAMIENTOS	8
7.	CHAVETAS.....	8
8.	RETENES ACEITE	9
9.	ANILLOS DE SEGURIDAD	9
10.	LUBRICANTE	9
11.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	9
12.	PRESUPUESTO DE CONTRATA	10
13.	PRESUPUESTO TOTAL	10

1. Introducción

Para aproximar un presupuesto del prototipo según el diseño propuesto, se ha fragmentado el mismo por los componentes que lo forman.

En el presente presupuesto, se ha tenido en cuenta las siguientes variables:

- Coste mismo del material
- Mano de obra
- Maquinaria y herramienta
- Gastos de ejecución del proyecto
- Gastos a tasas administración
- Gastos de diseño

En gran parte de las secciones, es necesario conocer el tiempo empleado para dimensionar correctamente el presupuesto. Para ello, se ha tenido en cuenta el tiempo de mano de obra directa, indirecta y tiempos de máquina y preparación.

2. Engranajes

2.1 Piñón primera ETAPA

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL
Acero de cementación 16MnCr5	Kg	0,6	4,2	2,52
Torneado	h	0,15	25	3,75
Fresado	h	0,19	10	1,9
Mecanizado de dientes	h	0,25	45	11,25
Rectificado	h	0,2	20	4
Trat. Térmico	Kg	0,8	10	8
			Total	31,42

2.2 Rueda primera ETAPA

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Acero de cementación 16MnCr5	Kg	3,2	4,2	13,44
torneado	h	0,3	25	7,5
Fresado	h	0,35	10	3,5
Mecanizado de dientes	h	0,36	45	16,2
Rectificado	h	0,2	20	4
Trat. Térmico	Kg	3	10	30

	Total	74,64
--	--------------	--------------

2.3 Piñón segunda ETAPA

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Acero de cementación 16MnCr5	Kg	0,8	4,2	3,36
torneado	h	0,15	25	3,75
Fresado	h	0,25	10	2,5
Mecanizado de dientes	h	0,35	45	15,75
Rectificado	h	0,3	20	6
Trat. térmico	Kg	1,5	10	15
			Total	46,36

2.4 Rueda segunda ETAPA

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Acero de cementación 16MnCr5	Kg	4,5	4,2	18,9
torneado	h	0,6	25	15
Fresado	h	0,45	10	4,5
Mecanizado de dientes	h	0,55	45	24,75
Rectificado	h	0,3	20	6
Trat. Térmico	Kg	5	10	50
			Total	119,15

3. Ejes de transmisión

3.1 Eje de entrada

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Acero CK45	Kg	2,1	2,1	4,41
torneado	h	0,5	25	12,5
Ranurado	h	0,4	25	
Fresado	h	0,19	10	1,9
Rectificado	h	0,2	20	4
Trat. térmico	Kg	0,8	10	8
			Total	30,81

3.2 Eje intermedio

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Acero CK45	Kg	2,8	2,1	5,88
torneado	h	0,55	25	13,75
Ranurado	h	0,45	25	11,25
Fresado	h	0,22	10	2,2
Rectificado	h	0,2	20	4
Trat. térmico	Kg	0,8	10	8
			Total	45,08

3.3 Eje salida

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Acero CK45	Kg	4,2	2,1	8,82
torneado	h	0,65	25	16,25
Ranurado	h	0,45	25	11,25
Fresado	h	0,25	10	2,5
Rectificado	h	0,2	20	4
Trat. térmico	Kg	0,8	10	8
			Total	50,82

4. Cuerpo reductor

4.1 Base inferior cuerpo

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	65	2,1	136,5
Moldeo	h	5	25	125
Fresado	h	3	10	30
Taladrado	h	2	20	40
Roscado	Kg	1	10	10
Pintura	Kg	1	10	10
			Total	351,5

4.2 Carcasa superior carter

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	30	2,1	63
Moldeo	h	3,5	25	87,5
Fresado	h	1,5	10	15
Taladrado	h	1,5	20	30
Roscado	Kg	1	10	10
Pintura	Kg	0,5	10	5
			Total	210,5

4.3 Tapa superior

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	2	2,1	4,2
Moldeo	h	0,2	25	5
Rectificado	h	0,3	20	6
Fresado	h	1	10	10
Taladrado	h	0,2	20	4
Pintura	Kg	0,2	10	2
			Total	31,2

5. Tapas

5.1 Tapa eje entrada A

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	3	2,1	6,3
Moldeo	h	0,2	25	5
Rectificado	h	0,3	20	6
Fresado	h	1	10	10
Taladrado	h	0,2	20	4
Pintura	Kg	0,2	10	2
			Total	33,3

5.2 Tapa eje entrada B

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
--	----------	----------	-------------------	---------------------

Fundición gris GG25	Kg	3,1	2,1	6,51
Moldeo	h	0,2	25	5
Rectificado	h	0,3	20	6
Fresado	h	1	10	10
Taladrado	h	0,2	20	4
Pintura	Kg	0,2	10	2
			Total	33,51

5.3 Tapa eje intermedio A

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	3,3	2,1	6,93
Moldeo	h	0,2	25	5
Rectificado	h	0,3	20	6
Fresado	h	1	10	10
Taladrado	h	0,2	20	4
Pintura	Kg	0,2	10	2
			Total	33,93

5.4 Tapa eje intermedio B

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	3,6	2,1	7,56
Moldeo	h	0,2	25	5
Rectificado	h	0,3	20	6
Fresado	h	1	10	10
Taladrado	h	0,2	20	4
Pintura	Kg	0,2	10	2
			Total	34,56

5.5 Tapa eje salida A

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	3,9	2,1	8,19
Moldeo	h	0,2	25	5
Rectificado	h	0,3	20	6

Fresado	h	1	10	10
Taladrado	h	0,2	20	4
Pintura	Kg	0,2	10	2
			Total	35,19

5.6 Tapa eje salida B

	Unidades	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
Fundición gris GG25	Kg	3,9	2,1	8,19
Moldeo	h	0,2	25	5
Rectificado	h	0,3	20	6
Fresado	h	1	10	10
Taladrado	h	0,2	20	4
Pintura	Kg	0,2	10	2
			Total	35,19

6. Rodamientos

Referencia	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
6306 ETN9	1	35,95	35,95
63/28	1	29,95	29,95
6407	1	49,95	49,95
6208 ETN9	1	35,37	35,37
6409	1	49,99	49,99
6310	1	38,5	38,5
		Total	239,71

7. Chavetas

Chavetas	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
8x7x35	2	0,8	1,6
10x7x45	2	2	4
14x9x57,5	2	3,5	7
		Total	12,6

8. Retenes aceite

Reten aceite	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
30x55x10 HMSA10 RG	1	40,3	40,3
50x85x10 HMS5 RG	1	60,5	60,5
		Total	100,8

9. Anillos de seguridad

Anillos de seguridad	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
∅ 28x1,75	1	2,05	2,05
∅ 45x2	1	3,5	3,5
		Total	5,55

10. Lubricante

	CANTIDAD	Precio/Ud (€).	PRECIO TOTAL (€)
ISO-VG 640	1	23	23
		Total	23

11. Presupuesto de ejecución

Descripción	Precio (€)
Engranajes	271,57
Ejes	126,71
Conjunto carcasa	593,2
Tapas	171,12
Rodamientos	239,71
Tornillería	8,45
Anillo seguridad	5,55
Chavetas	12,6
Retenes aceite	100,8
Lubricante	23
Casquillos	6,05
Montaje	80
TOTAL	1638,76



12. Presupuesto de contrata

	Precio (€)
Presupuesto ejecución material	1638,76
Gastos generales ¹	229,4264
Beneficio industrial ²	196,6512
Presupuesto contrata	2064,8376

13. Presupuesto total

	Precio (€)
Presupuesto contrata	2064,83
IVA (21%)	433,61
TOTAL	2498,45

¹ Correspondiente a un 15% del presupuesto ejecución material

² Correspondiente a un 12% del presupuesto ejecución material