



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Cálculo y diseño de un reductor de velocidad para una
trituradora de pieles de naranja

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Milla Beltrán, Sara

Tutor/a: Pedrosa Sanchez, Ana Maria

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN REDUCTOR DE VELOCIDAD PARA UNA TRITURADORA DE PIELES DE NARANJA

Autor: Sara Milla Beltrán
Tutora: Ana María Pedrosa Sánchez

ÍNDICE

I.- MEMORIA	4
01.- RESUMEN EJECUTIVO	4
02.- MEMORIA	5
02.1.- Objeto	5
03.- DISEÑO Y CÁLCULO	6
03.1.- DISEÑO DE LOS ENGRANAJES	6
03.1.1.- ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO MÍNIMO DE LOS ENGRANAJES	6
03.1.1.1.- DATOS DE PARTIDA PARA EL DISEÑO	6
03.1.1.2.- DIÁMETRO DEL EJE POR RIGIDEZ TORSIONAL	6
03.1.1.3.- DETERMINACIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LOS ENGRANAJES	7
03.1.2.- SELECCIÓN DE POSIBLES MÓDULOS	8
03.1.3.- CÁLCULO DEL ANCHO DE ENGRANAJE	10
03.1.3.1.- CÁLCULO A FALLO SUPERFICIAL	10
03.1.3.2.- CÁLCULO A FALLO A FLEXIÓN	12
03.1.3.3.- CÁLCULO DEL ANCHO DE DIENTE A FALLO POR PRESIÓN SUPERFICIAL	13
03.2.- DISEÑO DE LOS EJES	19
03.2.1.- DIMENSIONADO DE LOS EJES	19
03.2.1.1.- CÁLCULO DE SOLICITACIONES	19
Eje de entrada:	20
Eje de salida:	26
03.2.2.- Dimensionado a fatiga	29
03.2.2.1.- EJE DE ENTRADA	32
03.2.2.2.- EJE INTERMEDIO	33
03.2.2.3.- EJE DE SALIDA	34
03.2.3.- Dimensionado a deflexión lateral	35
03.2.3.1.- EJE DE ENTRADA	36
03.2.3.2.- EJE INTERMEDIO	40
03.2.3.3.- EJE INTERMEDIO	44
03.3.- Selección y cálculo de los rodamientos	48
03.3.1.- EJE DE ENTRADA	53
03.3.2.- EJE INTERMEDIO	54
03.3.3.- EJE DE SALIDA	56
II.- PLANOS	58
III.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	83
01.- PROCESO DE FABRICACIÓN	83
01.1.- SM002 Engranaje 1e 20z 2m 24b	83
01.2.- SM003 Engranaje 1e 59z 2m 24b	83
01.3.- SM004 Engranaje 2e 24z 2m 46b	84
01.4.- SM005 Engranaje 2e 71z 2m 46b	84
01.5.- SM006 Eje entrada D20	85
01.6.- SM007 Eje intermedio D25	85
01.7.- SM008 Eje salida D30	85
01.8.- SM015 Carcasa inferior caja reductora	86
01.9.- SM016 Carcasa superior caja reductora	86

01.10.- SM017 Tapa entrada	86
01.11.- SM018 Tapa ciega entrada	87
01.12.- SM019 Tapa intermedia	87
01.13.- SM020 Tapa ciega salida	87
01.14.- SM021 Tapa salida	88
01.15.- SM027 Casquillo separador intermedio	88
01.16.- SM028 Casquillo separador entrada	89
01.17.- SM029 Casquillo separador intermedio peq	89
01.18.- SM030 Chaveta 6x6x23,75mm	89
01.19.- SM031 Chaveta 8x7x23,75mm	90
01.20.- SM032 Chaveta 8x7x30mm	90
01.21.- SM033 Chaveta 10x8x23,75mm	90
01.22.- Elementos comerciales	91
02.- PROCESO DE MONTAJE	92
03.- CONDICIONES ECONOMICAS	93
IV.- PRESUPUESTO	94
01.- MATERIALES	94
02.- MANO DE OBRA	94
03.- PRECIOS DESCOMPUESTOS POR PIEZA	95
04.- COSTE DE DISEÑO	99
05.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	99
06.- PRESUPUESTO DE CONTRATA	100
07.- PRESUPUESTO FINAL	100
V.- ANEXOS	102
ANEXO 01: Arandela DIN125	103
ANEXO 02: Arandela DIN127	107
ANEXO 03: Arandela DIN471	112
ANEXO 04: Rodamiento 6306-2RZ	122
ANEXO 05: Rodamiento 6305-2RZ	124
ANEXO 06: Rodamiento 6004-RSL	126
ANEXO 07: Tornillería DIN912	128
ANEXO 08: Ficha técnica lubricante comercial	130
ANEXO 09 Reten 20x32x7 NBR	131

I.- MEMORIA

01.- RESUMEN EJECUTIVO

Este documento recoge los datos y la información necesaria para el diseño de un reductor de velocidades de doble etapa con engranajes helicoidales en su aplicación en un triturador de procesado de residuos orgánicos.

Partiendo de los datos iniciales y los requisitos del diseño se ha realizado el cálculo y diseño de la propuesta de solución para la aplicación de nuestro diseño.

Una vez cerrada la propuesta se ha procedido al modelado y planimetría de cada una de las piezas, así como el conjunto que conforma el reductor de velocidades. Por último, se ha realizado un presupuesto y un pliego de condiciones detallado para del producto final.

Me gustaría agradecer el apoyo y la paciencia de mi tutora Ana María Pedrosa, así como el apoyo de familiares y amigos para la realización del trabajo.

02.- MEMORIA

02.1.- Objeto

Para situar el objeto del proyecto debemos tener en cuenta dos condicionantes, el primer lugar la defensa del proyecto de final de grado obligatorio para la obtención del título, y en segundo la expansión de los conocimientos en diferentes aplicaciones de lo aprendido durante el progreso del curso.

Actualmente en el puesto de trabajo que desempeño nos ha surgido la problemática de como gestionar los residuos de las máquinas exprimidoras, es decir, que hacer con la gran cantidad de cortezas que se generan después de una jornada de trabajo. Por ello se ha pensado en la creación de una máquina para cubrir esta necesidad, un triturador que procese esta cantidad de desechos, sin embargo, en el desarrollo del trabajo solo profundizaremos en el diseño de un reductor de velocidades de doble etapa con engranajes helicoidales, que será el centro de este triturador.

El diseño de este reductor deberá procesar los restos de cortezas de naranjas desechados por un exprimidor industrial, que procesa aproximadamente 1200-1500kg de naranja a la hora. Las condiciones de trabajo del triturador serán de una velocidad de salida de 350rpm y una potencia no superior a 8kw.

Con estas condiciones de trabajo se ha buscado un motor que tiene 7,5kw de potencia y una velocidad de entrada de 3000 rpm.

<https://www.roydisa.es/tienda/es/motores-omec/1365-motor-electrico-omec-750kw-1000-rpm-400-690v-fundicion-patas-brida-300-38-mm-ie2.html>

Estos serán los datos de partida para el diseño del reductor de velocidades de dos etapas con engranajes helicoidales.

El diseño y cálculo del reductor de velocidad constará de las siguientes partes:

1. Diseño conceptual
2. Diseño de los engranajes
3. Diseño de los ejes
4. Selección y cálculo de los rodamientos
5. Unión a torsión
6. Diseño de la carcasa.

03.- DISEÑO Y CÁLCULO

03.1.- DISEÑO DE LOS ENGRANAJES

03.1.1.- ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO MÍNIMO DE LOS ENGRANAJES

03.1.1.1.- DATOS DE PARTIDA PARA EL DISEÑO

Potencia necesaria $\rightarrow P = 7,5\text{kw}$

Velocidad de salida $\rightarrow \omega_s = 350\text{ rpm}$

Velocidad de entrada $\rightarrow \omega_e = 3000\text{ rpm}$

Con estos datos podemos obtener la relación de transmisión total que tendrá el reductor:

$$i_t = \frac{\omega_e}{\omega_s} = \frac{3000}{350} = 8,57 \quad \text{Ecuación 03.1.1.1}$$

Por lo tanto, para el tipo de transmisión escogida, en primer lugar, se decide obtener la reducción de velocidad requerida en dos etapas. Como primera aproximación, se propone que ambas etapas consigan la misma reducción así, podemos obtener que relación de transmisión tendremos en cada una de las etapas.

$$i_{1^{\text{a}} \text{ etapa}} = i_{2^{\text{a}} \text{ etapa}} = \sqrt{i_{\text{total}}} = \sqrt{8,57} = 2,93 \quad \text{Ecuación 03.1.1.2}$$

03.1.1.2.- DIÁMETRO DEL EJE POR RIGIDEZ TORSIONAL

En un reductor industrial de velocidad con engranajes se limita la deflexión torsional a 1° en una longitud de 20 veces el diámetro del eje (con un máximo de $1,5\text{ }^\circ/\text{m}$). El momento torsor, T, que produce un giro, θ , sobre la longitud L en una sección de momento polar de inercia, J, se puede obtener como:

$$\theta = \frac{TL}{JG} \rightarrow \text{considerando sección circular} \rightarrow \frac{\theta}{L} = \frac{32 \cdot T}{\pi \cdot d^4 \cdot G}$$

siendo para el acero $G = 8,1 \cdot 10^{10}\text{ N/m}^2$

Ecuación 03.1.1.2.1

De esta forma podremos determinar el diámetro mínimo del eje en función de estas dos condiciones, aplicando la limitación de $\theta = 1,5\text{ }^\circ/\text{m}$ (criterio a) y posteriormente repitiendo el cálculo para la condición de tener una deformación inferior a 1° en una longitud $L=20 \cdot d$ (criterio b), tomando como diámetro el mayor de los dos cálculos.

a) Limitación de $\theta = 1,5\text{ }^\circ/\text{m}$

$$\frac{\theta}{L} = 1,5 = \frac{32 \cdot T}{\pi \cdot d^4 \cdot G} \rightarrow d^4 = \sqrt{\frac{32 \cdot T}{\pi \cdot G \cdot 1,5}} \quad \text{Ecuación 03.1.1.2.2}$$

Eje	ω (rpm)	T (N/m) $T = P/\omega$	d primitivo mínimo (m) criterio a	d primitivo mínimo (mm)
Entrada	3000	23,87	0,0184	18,4
Intermedio	$\omega_i = \omega_e / i_{1^{\text{a}} \text{ etapa}} = 1024,7$	69,89	0,0241	24,1
Salida	3500	204,63	0,0315	31,5

Tabla 03.1.1.2.1

b) Deformación inferior a 1° en L=20d

$$\frac{\theta}{20d} = 1 = \frac{32 \cdot T}{\pi \cdot d^4 \cdot G} \rightarrow d^3 = \sqrt{\frac{32 \cdot T}{\pi \cdot G \cdot 1}} \quad \text{Ecuación 03.1.1.2.3}$$

Eje	ω (rpm)	T (N/m) T = P/ ω	d primitivo mínimo (m) criterio b	d primitivo mínimo (mm)
Entrada	3000	23,87	0,0151	15,1
Intermedio	$\omega_i = \omega_e / i_{1\text{etapa}} = 1024,7$	69,89	0,0216	21,6
Salida	3500	204,63	0,0309	30,9

Tabla 03.1.1.2.2

03.1.1.3.- DETERMINACIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LOS ENGRANAJES

Para determinar el diámetro de los engranajes debemos tener en cuenta que cuanto menor sea, más pequeño será el conjunto, sin embargo, no debe darse una debilitación por falta de espesor entre el fondo del diente y el cubo, lo cual es especialmente crítico en el chavetero, cuando se emplea este sistema de unión a torsión. Por ello lo primero que se debe hacer es la selección de la chaveta en función del diámetro de eje normalizado obtenido anteriormente.

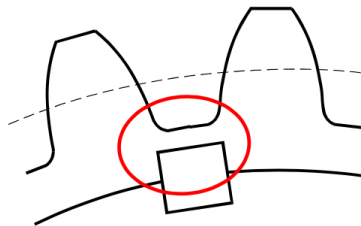


Figura 03.1.1.3.1

Diámetros del eje d		Sección de la chaveta b x h	Chavetero											
más de	hasta		Ancho h					Profundidad				Chaflán P ₁		
			Tolerancia					Eje h ₁		Cubo h ₂				
			Clase de ajuste del enchavetado					Nominal	Tolerancia	Nominal	Tolerancia	Minimo	Máximo	
			Nominal	Libre		Normal		Ajustado						
				Eje H 9	Cubo D 10	Eje N 9	Cubo Js 9	Eje y cubo P 9						
6	8	2 x 2	2	+ 0,025	+ 0,060	- 0,004	± 0,0125	- 0,006	1,2		1		0,08	0,16
8	10	3 x 3	3	0	+ 0,020	- 0,029		- 0,031	1,8	+ 0,1	1,4	+ 0,1	0,08	0,16
10	12	4 x 4	4						2,5		1,8		0,08	0,16
12	17	5 x 5	5	+ 0,030	+ 0,078	0	+ 0,015	- 0,012	3		2,3		0,16	0,25
17	22	6 x 6	6	0	+ 0,030	+ 0,030		- 0,042	3,5		2,8		0,16	0,25
22	30	8 x 7	8	+ 0,036	+ 0,098	0	± 0,018	- 0,015	4		3,3		0,16	0,25
30	38	10 x 8	10	0	+ 0,040	- 0,036		- 0,051	5		3,3		0,25	0,40
38	44	12 x 8	12						5		3,3		0,25	0,40
44	50	14 x 9	14	+ 0,043	+ 0,120	0	+ 0,0215	0,018	5,5		3,8		0,25	0,40
50	58	16 x 10	16	0	+ 0,050	- 0,043		0,061	6		4,3		0,25	0,40
58	65	18 x 11	18						7	+ 0,2	4,4	+ 0,2	0,25	0,40

Tabla 03.1.1.3.1

Eje	d _{normalizado} (mm)	Chaveta	Eje h ₁	Cubo h ₂
Entrada	20	6x6	3,5	2,8
Intermedio	25	8x7	4	3,3
Salida	30	10x8	5	3,3

Tabla 03.1.1.3.2

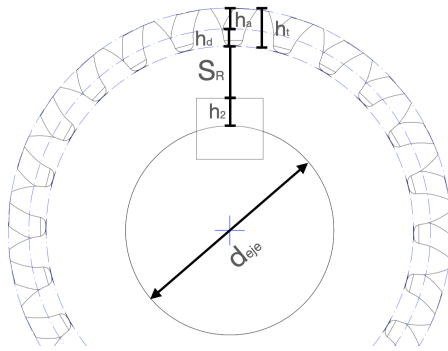


Figura 03.1.1.3.2

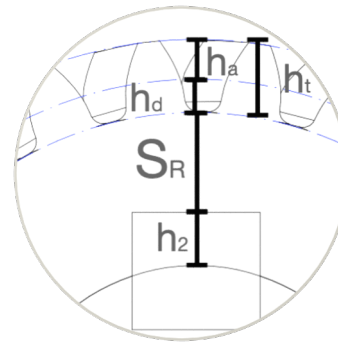


Figura 03.1.1.3.3

Para evitar este tipo de problema, el modelo de cálculo de engranajes empleado en este trabajo propone que la diferencia de radios (S_R) debe ser por lo menos igual a 1,2 veces la altura total del diente h_t y como la altura del diente es función del módulo obtenemos la siguiente expresión:

$$d_1 = d_{eje} + 2 \cdot h_2 + 2 \cdot S_R + 2 \cdot 1,25 \cdot m_n = d_{eje} + 2 \cdot h_2 + 7,9 \cdot m_n \quad \text{Ecuación 03.1.1.3.1}$$

Para los diferentes módulos normalizados obtendremos los siguientes diámetros primitivos:

m_n	0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3
d_1	28,5	29,3	30,9	32,5	34,5	36,5	40,4	44,4	48,3
m_n	4	5	6	8	10	12	16	20	25
d_1	56,2	64,1	72	87,8	103,6	119,4	151	182,6	222,1

Tabla 03.1.1.3.3

03.1.2.- SELECCIÓN DE POSIBLES MÓDULOS

Para realizar la selección del módulo en este caso debemos tener en cuenta que para los engranajes helicoidales tenemos dos módulos el módulo normal m_n (perpendicular al diente) y el módulo aparente m_t (en dirección perpendicular al eje de rotación). El módulo aparente es:

$$m_t = \frac{m_n}{\cos\beta} \quad \text{Ecuación 03.1.2.1}$$

Donde el ángulo de inclinación del dentado β tiene el valor de 12° , por tanto:

m_n	0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3
m_t	0,5112	0,6134	0,8179	1,0223	1,2779	1,5335	2,0447	2,5559	3,067
m_n	4	5	6	8	10	12	16	20	25
m_t	4,0894	5,1117	6,134	8,1787	10,223	12,268	16,357	20,447	25,559

Tabla 03.1.2.1

Con los diámetros primitivos obtenidos anteriormente podemos obtener el número de dientes mínimo del piñón a partir de la expresión:

$$d = m_t \cdot z \quad \text{Ecuación 03.1.2.2}$$

PRIMERA ETAPA

m_n	0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3
m_t	0,5112	0,6134	0,8179	1,0223	1,2779	1,5335	2,0447	2,5559	3,067
d_1	28,5	29,3	30,9	32,5	34,5	36,5	40,4	44,4	48,3
Z_1	55,85	47,83	37,81	31,79	26,98	23,77	19,76	17,35	15,75
Z_{1norm}	56	48	38	32	27	24	20	18	16

m_n	4	5	6	8	10	12	16	20	25
m_t	4,0894	5,1117	6,134	8,1787	10,223	12,268	16,357	20,447	25,559
d_1	56,2	64,1	72	87,8	103,6	119,4	151	182,6	222,1
Z_1	13,74	12,54	11,74	10,73	10,13	9,73	9,23	8,93	8,69
Z_{1norm}	14	13	12	11	11	10	10	9	9

Tabla 03.1.2.2

Si aplicamos ahora la relación $Z_2 = i_{1^{\text{etapa}}} \cdot Z_1$ (entero) $\rightarrow Z_2$ (entero más cercano)

Z_{1norm}	56	48	38	32	27	24	20	18	16
Z_2	163,95	140,53	111,25	93,69	79,05	70,26	58,55	52,70	46,84
Z_{2norm}	164	141	111	94	79	70	59	53	47

Z_{1norm}	14	13	12	11	11	10	10	9	9
Z_2	40,99	38,06	35,13	32,20	32,20	29,28	29,28	26,35	26,35
Z_{2norm}	41	38	35	32	32	29	29	26	26

Tabla 03.1.2.3

Estos serían los cálculos para la etapa de entrada del reductor, habría que realizar el mismo procedimiento para la segunda etapa.

SEGUNDA ETAPA

m_n	0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3
m_t	0,5112	0,6134	0,8179	1,0223	1,2779	1,5335	2,0447	2,5559	3,067
d_1	35,55	36,34	37,92	39,50	41,48	43,45	47,40	51,35	55,30
Z_1	69,55	59,24	46,36	38,64	32,45	28,33	23,18	20,09	18,03
Z_{1norm}	70	60	47	39	33	29	24	21	19
Z_2	204,94	175,66	137,60	114,18	96,61	84,90	70,26	61,48	55,63
Z_{2norm}	205	176	138	114	97	85	70	61	56

m_n	4	5	6	8	10	12	16	20	25
m_t	4,0894	5,1117	6,134	8,1787	10,223	12,268	16,357	20,447	25,559
d_1	63,20	71,10	79,00	94,80	110,60	126,40	158,00	189,60	229,10
Z_1	15,45	13,91	12,88	11,59	10,82	10,30	9,66	9,27	8,96
Z_{1norm}	16	14	13	12	11	11	10	10	9
Z_2	46,84	40,99	38,06	35,13	32,20	32,20	29,28	29,28	26,35
Z_{2norm}	47	41	38	35	32	32	29	29	26

Tabla 03.1.2.4

Una vez obtenidos los dientes normalizados de rueda y piñón debemos comprobar cual es número de dientes mínimo para evitar que aparezca interferencia de generación en el tallado, para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

$$Z_{min} = \frac{2 \cdot \cos\beta}{\text{sen}^2\alpha_t} \rightarrow \text{tg}\alpha_t = \frac{\text{tg}\alpha_n}{\cos\beta} \quad \text{Ecuación 03.1.2.3}$$

Siendo α_t el ángulo de presión tangencial, si consideramos el valor más habitual de α_n como 20° obtenemos que el número de dientes mínimos es:

$$\alpha_t = \text{artg} \frac{\text{tg} 0,34907}{\cos 0,2944} = 0,35623 \text{rad}$$

$$Z_{min} = \frac{2 \cdot \cos 0,20944}{\text{sen}^2 0,35623} = 16 \text{ dientes} \quad \text{Ecuación 03.1.2.4}$$

Y por último antes de hacer la selección debemos comprobar también el número máximo de dientes, que viene a partir de los costes de fabricación, se recomienda que no supere los 100-150 dientes.

Con estos cálculos la selección del módulo de engranajes será la siguiente:

PRIMERA ETAPA		SEGUNDA ETAPA	
m_n	2	m_n	2
m_t	2,0447	m_t	2,0447
d_1	40,89	d_1	47,40
Z_{1norm}	20	Z_{1norm}	24
Z_{2norm}	59	Z_{2norm}	71

Tabla 03.1.2.5

03.1.3.- CÁLCULO DEL ANCHO DE ENGRANAJE

Una vez obtenido los diámetros de los engranajes de las diferentes etapas necesitamos calcular el ancho de estos engranajes, pero para ello necesitamos hacer una aproximación iterando entre los diferentes coeficientes de seguridad que dependen de este dato, este ancho de engranaje debe ser el adecuado para que se cumpla el coeficiente de seguridad deseado. En este caso se ha cogido un coeficiente de seguridad $X=1,5$.

03.1.3.1.- CÁLCULO A FALLO SUPERFICIAL

Primero debemos conocer las tensiones admisibles a fallo superficial (S_{HP})

$$S_{HP} = S_{HL} \cdot Z_N \cdot Z_L \cdot Z_R \cdot Z_V \cdot Z_W \cdot Z_X \quad \text{Ecuación 03.1.3.1.1}$$

Donde,

1. S_{HL} es la tensión de contacto límite del material durante $5 \cdot 10^7$ ciclos de carga (inicio de la zona de larga vida), es función de la dureza x y de las constantes A y B que se obtienen en función del material, en nuestro caso se trata de un acero aleado templado y revenido ($A=1,313$ y $B=373$), de esta forma obtenemos:

$$S_{HL} = A \cdot x + B = 1,313 \cdot 350 + 373 = 832,55 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{Ecuación 03.1.3.1.2}$$

El valor de x lo obtenemos del grado de dureza del material, ha de estar en un mínimo de 200 y un máximo de 360

- Z_N es el coeficiente de duración, que para 10^9 ciclos es igual a 1. $Z_N = 1$.
- Z_L es el coeficiente de viscosidad del lubricante, y se obtiene a partir de la expresión:

$$Z_L = C_{ZL} + \frac{4 \cdot (1 - C_{ZL})}{\left(1.2 + \frac{134}{v_{40}}\right)^2} = 0,83 + \frac{4 \cdot (1 - 0,83)}{\left(1.2 + \frac{134}{460}\right)^2} = 1,358$$

Ecuación 03.1.3.1.3

Como S_{HL} es mayor o igual que $850 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ se toma el valor de $C_{ZL}=0,83$

- Z_R es el coeficiente de rugosidad, se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Z_R = \left(\frac{3}{R_{Z10}}\right)^{C_{ZR}}$$

Ecuación 03.1.3.1.4

donde $C_{ZR} = 0,15$ dado que $S_{HL} \leq 850 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

$$R_{Z10} = R_z \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{\rho_r}} = 2,4 \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{5,325}} = 2,96$$

Ecuación 03.1.3.1.5

$$\rho_r = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{r_1 \cdot r_2 \cdot \text{sen}\alpha_t}{r_1 + r_2} = \frac{20,445 \cdot 60,32 \cdot \text{sen}(0,3562)}{20,445 + 60,32} = 5,325$$

Ecuación 03.1.3.1.6

$$Z_R = \left(\frac{3}{R_{Z10}}\right)^{C_{ZR}} = \left(\frac{3}{2,96}\right)^{0,15} = 1,002$$

Ecuación 03.1.3.1.7

- Z_V es el coeficiente de velocidad y podemos calcularlo aplicando:

$$Z_V = C_{ZV} + \frac{2 \cdot (1 - C_{ZV})}{\sqrt{0,8 \cdot \frac{32}{V}}}$$

$$C_{ZV} = C_{ZL} + 0,02 = 0,83 + 0,02 = 0,85$$

Ecuación 03.1.3.1.8

$$V = \omega_1 \cdot r_1 = 3000 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{40,89 \cdot 10^{-3}}{2} = 6,423 \text{ m/s}$$

Ecuación 03.1.3.1.9

$$Z_V = C_{ZV} + \frac{2 \cdot (1 - C_{ZV})}{\sqrt{0,8 \cdot \frac{32}{V}}} = 0,85 + \frac{2 \cdot (1 - 0,85)}{\sqrt{0,8 \cdot \frac{32}{6,423}}} = 0,975$$

Ecuación 03.1.3.1.10

- Z_W coeficiente de dureza, al ser igual el del piñon y la rueda $Z_W = 1$.
- Z_X coeficiente de tamaño, influencia del tamaño en el fallo a fatiga, $Z_X = 1$.

Una vez obtenido los coeficientes podemos calcular la tensión a fallo superficial:

$$S_{HP} = S_{HL} \cdot Z_N \cdot Z_L \cdot Z_R \cdot Z_V \cdot Z_W \cdot Z_X = 832,55 \cdot 1 \cdot 1,358 \cdot 1,002 \cdot 0,975 \cdot 1 \cdot 1 = 923,53 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Ecuación 03.1.3.1.11

03.1.3.2.- CÁLCULO A FALLO A FLEXIÓN

Con este valor ya podríamos hacer el cálculo de la tensión a presión superficial, pero antes vamos a calcular la tensión admisible para el fallo a flexión:

$$S_{FP} = S_{FL} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta_r,T} \cdot Y_{R_r,T} \cdot Y_X \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.1}$$

Donde,

1. S_{FL} es la tensión a flexión límite del engranaje de referencia obtenida para una duración de $3 \cdot 10^6$ ciclos de cargar y es función de la dureza x y de las constantes A y B que se obtienen en función del material, en nuestro caso se trata de un acero aleado templado y revenido ($A=0,425$ y $B=187$), de esta forma obtenemos:

$$S_{FL} = A \cdot x + B = 0,425 \cdot 350 + 187 = \mathbf{335,75 \text{ (N/mm}^2\text{)}} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.2}$$

2. Y_{ST} es el coeficiente de concentración de tensiones del engranaje, $Y_{ST} = 2$.
3. $Y_{NT} = 1$ es el coeficiente de duración para 10^9 ciclos.
4. $Y_{\delta_r,T}$ es el coeficiente de sensibilidad a la entalla relativo, considera las posibles diferencias entre el concentrador de tensiones del engranaje de referencia y el estudiado. Dado que depende del coeficiente de concentración de tensiones tomará un valor distinto en el piñón y en la rueda, dado que es un acero templado ($S_u > 800$ MPa) se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} Y_{\delta_r,T_p} &= \frac{1 + 0,82 \cdot (Y_{sap} - 1) \cdot \sqrt[4]{300/S_y}}{1 + 0,82 \cdot \sqrt[4]{300/S_y}} = \\ &= \frac{1 + 0,82 \cdot (1,68 - 1) \cdot \sqrt[4]{\frac{300}{800}}}{1 + 0,82 \cdot \sqrt[4]{\frac{300}{800}}} = \mathbf{0,874} \end{aligned} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.3}$$

$$\begin{aligned} Y_{sap} &= 0,96 + 0,54 \cdot \log(z_{pv}) = 0,96 + 0,54 \cdot \log\left(\frac{z_1}{\cos^3 \beta}\right) = \\ &= 0,96 + 0,54 \cdot \log\left(\frac{20}{\cos^3 0,2094}\right) = 1,68 \end{aligned} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.4}$$

$$\begin{aligned} Y_{\delta_r,T_r} &= \frac{1 + 0,82 \cdot (Y_{sar} - 1) \cdot \sqrt[4]{300/S_y}}{1 + 0,82 \cdot \sqrt[4]{300/S_y}} = \\ &= \frac{1 + 0,82 \cdot (1,93 - 1) \cdot \sqrt[4]{\frac{300}{800}}}{1 + 0,82 \cdot \sqrt[4]{\frac{300}{800}}} = \mathbf{0,973} \end{aligned} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.5}$$

$$\begin{aligned} Y_{sar} &= 0,96 + 0,54 \cdot \log(z_{pv}) = 0,96 + 0,54 \cdot \log\left(\frac{z_1}{\cos^3 \beta}\right) = \\ &= 0,96 + 0,54 \cdot \log\left(\frac{59}{\cos^3 0,2094}\right) = 1,93 \end{aligned} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.6}$$

5. Y_{RT} es el coeficiente de rugosidad relativa, para un acero aleado templado y revenido con una rugosidad relativa $R_z = 2,4$ tenemos un coeficiente de rugosidad relativa de:

$$Y_{RT} = A - B \cdot (R_z + 1)^{exp} = 1,674 - 0,529 \cdot (2,4 + 1)^{0,1} =$$

$$= \mathbf{1,076} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.7}$$

6. $Y_X = 1$ es el coeficiente de tamaño que depende del tipo de material y el módulo de engranaje, es para todos los materiales igual siempre y cuando $m_n \leq 5$ mm

Con todos los coeficientes calculados podemos obtener:

$$S_{FPp} = S_{FL} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta_rT} \cdot Y_{RT} \cdot Y_X = 335,75 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,874 \cdot 1,076 \cdot 1$$

$$= \mathbf{631,7 (N/mm^2)} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.8}$$

$$S_{FP_r} = S_{FL} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta_rT} \cdot Y_{RT} \cdot Y_X = 335,75 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,973 \cdot 1,076 \cdot 1$$

$$= \mathbf{703,36 (N/mm^2)} \quad \text{Ecuación 03.1.3.2.9}$$

03.1.3.3.- CÁLCULO DEL ANCHO DE DIENTE A FALLO POR PRESIÓN SUPERFICIAL

$$X = X_H = \left(\frac{S_{HP}}{\sigma_H} \right)^2 \rightarrow \sigma_H = \frac{S_{HP}}{\sqrt{X_H}} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.1}$$

A continuación, podemos calcular la tensión a presión superficial despejando de la ecuación:

$$X_H = \left(\frac{S_{HP}}{\sigma_H} \right)^2 \rightarrow \sigma_H = \frac{S_{HP}}{\sqrt{X_H}} = \frac{923,53}{\sqrt{1,5}} = \mathbf{754,06 (N/mm^2)}$$

Ecuación 03.1.3.3.2

Utilizando este valor podemos obtener los coeficientes e iterar en función del ancho de engranaje hasta obtener el ancho necesario para que cumpla las condiciones de fallo.

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_E \cdot Z_\varepsilon \cdot Z_\beta \cdot \sqrt{\frac{F_T}{b \cdot d_1} \cdot \frac{1+i}{i}} \cdot \sqrt{K_A \cdot K_v \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}} \quad (N/mm^2)$$

Ecuación 03.1.3.3.3

Donde:

1. Z_H es el coeficiente geométrico y se obtiene a partir de la ecuación:

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cdot \cos \beta_b}{\sin \alpha_t \cdot \cos \alpha_t}} \rightarrow \sqrt{\frac{2 \cdot \cos 0,1966}{\sin 0,35623 \cdot \cos 0,35623}} = \mathbf{2,45}$$

Ecuación 03.1.3.3.4

$$\begin{aligned} \sin \beta_b &= \sin \beta \cdot \cos \alpha_n \\ \beta_b &= \sin^{-1}(\sin \beta \cdot \cos \alpha_n) \\ \beta_b &= \sin^{-1}(\sin 0,35623 \cdot \cos 0,35623) = \mathbf{0,1966 \text{ rad}} \end{aligned} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.5}$$

2. Z_E es el coeficiente elástico, y sabiendo que se trata de un acero se calcula de la siguiente forma:

$$Z_E = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left(\frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \right)}} = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left(\frac{1 - 0,3^2}{2,06 \cdot 10^5} + \frac{1 - 0,3^2}{2,06 \cdot 10^5} \right)}} = 189,81(N/mm^2)^{0,5}$$

Ecuación 03.1.3.3.6

3. Z_ε es el coeficiente de conducción, sin embargo, para calcularlo primero necesitamos calcular el índice de recubrimiento, el cual depende del ancho, y la relación de conducción, por lo que calcularemos el coeficiente de conducción en función del ancho de engranaje para después hacer una iteración.

Para engranajes helicoidales con $\varepsilon_\beta < 1$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3} \cdot (1 - \varepsilon_\beta) + \frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}}$$

Ecuación 03.1.3.3.7

Para engranajes helicoidales con $\varepsilon_\beta \geq 1$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}}$$

Ecuación 03.1.3.3.8

$$\varepsilon_\alpha = \frac{1}{\pi \cdot \cos \alpha_t} \cdot \left[\sqrt{\frac{z_1^2}{4} \cdot \sin^2 \alpha_t + y_1^2 + z_1 y_1} + \sqrt{\frac{z_2^2}{4} \cdot \sin^2 \alpha_t + y_2^2 + z_2 y_2} - \left(\frac{z_1 + z_2}{2} \right) \cdot \sin \alpha_t \right] = 1,68$$

Ecuación 03.1.3.3.9

$$\varepsilon_\beta = \frac{b \cdot \sin \beta}{\pi \cdot m_n} = f(b) \rightarrow Z_\varepsilon = f(b)$$

Ecuación 03.1.3.3.10

4. Z_β es el factor de ángulo de hélice:

$$Z_\beta = \frac{1}{\sqrt{\cos \beta}} = \frac{1}{\sqrt{\cos 0,2094}} = 1,01$$

Ecuación 03.1.3.3.11

5. F_t es la fuerza tangencial que actúa sobre el engranaje:

$$F_t = \frac{T}{r_1} = \frac{Pot/\omega_p}{d_1/2} = \frac{7500/314,16}{0,04089/2} = 1167,58 N$$

Ecuación 03.1.3.3.12

6. i es la relación de velocidades:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{59}{20} = 2,95$$

Ecuación 03.1.3.3.13

7. K_A es el coeficiente de aplicación y se obtiene en función de las características de la máquina motriz y de la máquina arrastrada.

Características de la máquina motriz	Características de la máquina arrastrada			
	Uniforme	Choques ligeros	Choques moderados	Choques fuertes
Uniforme	1	1,25	1,50	1,75
Choques ligeros	1,1	1,35	1,60	1,85
Choques moderados	1,25	1,50	1,75	2
Choques fuertes	1,50	1,75	2	2,25 o mayor

Tabla 03.1.3.3.1

Para la aplicación de nuestro diseño tenemos un motor eléctrico como máquina motriz (choques ligeros) A y una mezcladora de materia no homogénea como máquina arrastrada, es decir tendrá choques moderados, por lo que $K_A = 1,6$

8. K_V es el coeficiente dinámico y se obtiene de la siguiente forma:

$$K_V = 1 + \left(\frac{K_1}{K_A \cdot \frac{F_t}{b}} + K_2 \right) \cdot \frac{V \cdot z_1}{100} \cdot K_3 \cdot \sqrt{\frac{i^2}{1+i^2}}$$

Ecuación 03.1.3.3.14

- $K_1 = 13,3$ dado que son engranajes helicoidales de $Q_{iso} 6$
- $K_2 = 0,0087$ dado que son engranajes helicoidales
- Si $K_A \cdot F_t/b < 100$ N/mm se introducirá un valor de 100 N/mm
- La velocidad V debe ir en m/s
- Si $\frac{V \cdot z_1}{100} \cdot \sqrt{\frac{i^2}{1+i^2}} \leq 0,2$ m/s $\rightarrow K_3 = 2$
- Si $\frac{V \cdot z_1}{100} \cdot \sqrt{\frac{i^2}{1+i^2}} > 0,2$ m/s $\rightarrow K_3 = -0,357 \cdot \frac{V \cdot z_1}{100} \cdot \sqrt{\frac{i^2}{1+i^2}} + 2,071$
- Si $\epsilon_\beta < 1$ se debe interpolar entre engranajes de dientes rectos y dientes helicoidales:

$$K_V = K_{V\alpha} - \epsilon_\beta \cdot (K_{V\alpha} - K_{V\beta})$$

De igual forma es un coeficiente que depende del ancho del engranaje, por lo que se deberá iterar para obtener el valor adecuado.

9. $K_{H\beta}$ es el coeficiente de distribución de carga longitudinal, también depende del ancho del engranaje, dejaremos a continuación la forma de obtenerlo y más adelante se hará la iteración.

$$K_{H\beta} = H_1 + H_2 \cdot b + H_3 \cdot \left(\frac{b}{d_1} \right)^2$$

Ecuación 03.1.3.3.15

Los engranajes tienen un proceso de fabricación/montaje donde se ajustan durante el montaje, dado que tienen una calidad $Q_{iso} 6$ y no están endurecidos superficialmente tenemos unos valores de $H_1 = 1,11$, $H_2 = 1,5 \cdot 10^{-4}$ y $H_3 = 0,18$. De esta forma el coeficiente de distribución quedará:

$$K_{H\beta} = 1,11 + 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot b + 0,18 \cdot \left(\frac{b}{40,89}\right)^2 \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.16}$$

10. $K_{H\alpha}$ es el coeficiente de distribución de carga transversal, y para una calidad Q_{iso} de 6 su valor es de 1. $K_{H\alpha} = 1$.

A partir de la tensión a presión superficial podemos hacer la iteración en función del ancho de engranaje para obtener el valor de este.

b_h	ϵ_β	$Z\epsilon$	$K_{H\beta}$	$K_A \cdot F_t / b$	$K_{v\alpha}$	$K_{v\beta}$	K_v	b_h
$d_1 = 40,89$	1,35	0,78	1,296	45,68	1,335	1,282	1,282	23,93
23,93	0,79	0,80	1,175	78,05	1,335	1,282	1,293	23,22
23,22	0,77	0,80	1,172	80,45	1,335	1,282	1,294	23,32
23,32	0,77	0,80	1,172	80,10	1,335	1,282	1,294	23,31
23,31	0,77	0,80	1,172	80,15	1,335	1,282	1,294	23,31
23,31	0,77	0,80	1,172	80,14	1,335	1,282	1,294	23,31
23,31	0,77	0,80	1,172	80,15	1,335	1,282	1,294	23,31
23,31	0,77	0,80	1,172	80,15	1,335	1,282	1,294	23,31
23,31	0,77	0,80	1,172	80,15	1,335	1,282	1,294	23,31
23,31	0,77	0,80	1,172	80,15	1,335	1,282	1,294	23,31

Tabla 03.1.3.3.2

Con este resultado hacemos el cálculo del coeficiente de seguridad a flexión sobre el piñón.

$$X_F = \frac{S_{FP}}{\sigma_F} \rightarrow \frac{S_{FP}}{\frac{F_t}{b \cdot m_n} \cdot Y_{Fa} \cdot Y_\epsilon \cdot Y_{sa} \cdot Y_\beta \cdot Y_B \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha}} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.16}$$

1. Y_{Fa} es el factor de forma, y para el piñón su valor es:

$$Y_{Fa} = 38,18 \cdot z_{v1}^{-1,29} + 2,11 = 38,18 \cdot 25,64^{-1,29} + 2,11 = \mathbf{2,85} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.17}$$

Donde $z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta}$, dado que la rueda y el piñón son del mismo material el cálculo se realiza en el piñón por ser el más crítico.

2. Y_ϵ es el coeficiente de conducción, y para el piñón su valor es:

$$Y_\epsilon = 0,25 + \left(\frac{0,75}{\epsilon_\alpha}\right) = 0,25 + \left(\frac{0,75}{1,68}\right) = \mathbf{0,7} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.18}$$

3. Y_{sa} es el factor de concentración de tensiones, y para el piñón su valor es:

$$Y_{sa} = 0,96 + 0,54 \cdot \log(z_{v1}) = 0,96 + 0,54 \cdot \log(25,64) = \mathbf{1,68} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.19}$$

4. Y_β es el factor de inclinación, y para el piñón su valor es:

Dado que $\beta < 30^\circ$ si el valor de ϵ_β es menor que 1 se utilizará ese valor sino se utilizará el valor de 1 y la siguiente formula:

$$Y_{\beta} = 1 - \varepsilon_{\beta} \cdot \left(\frac{\beta}{120^{\circ}}\right) = 1 - 1 \cdot \left(\frac{12^{\circ}}{120^{\circ}}\right) = \mathbf{0,92} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.20}$$

5. Y_B es el factor de espesor de aro, y su valor para el piñón es:

Para saber que valor debemos utilizar debemos utilizar la relación de apoyo m_B que es el espesor de aro debajo del diente dividido (S_R) de la profundidad total (h_t), en nuestro caso el factor de espesor de aro es:

$$m_B = \frac{S_R}{h_t} = \frac{\left(d_{1\text{ real}} - 2,5 \cdot m_n - d_{\text{ eje}}/2\right) - h_{2\text{ chavetero cubo}}}{h_t} =$$

$$= \frac{\left(49,97 - 2,5 \cdot 2 - 24/2\right) - 3,3}{4,5} = 1,5 \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.21}$$

$$m_B = 1,5 > 1,2 \rightarrow Y_B = \mathbf{1} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.22}$$

6. El coeficiente de aplicación es $K_A = 1,6$

7. El coeficiente dinámico es $K_V = 1,294$

8. El coeficiente de distribución de carga longitudinal se calcula de la siguiente forma:

$$K_{F\beta} = (K_{H\beta})^{N_F} = 1,172^{0,813} = \mathbf{1,14} \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.23}$$

$$N_F = \frac{1}{1 + \frac{h}{b} + \left(\frac{h}{b}\right)^2} \rightarrow h = 2,25 \cdot m_n$$

$$N_F = \frac{1}{1 + \frac{2,25 \cdot 2}{23,31} + \left(\frac{2,25 \cdot 2}{23,31}\right)^2} = 0,813$$

$$\text{Ecuación 03.1.3.3.24}$$

9. El coeficiente de distribución de carga transversal para $Q_{\text{iso } 6}$ es $K_{F\alpha} = 1$

Por lo tanto, el coeficiente de seguridad para el piñón con el ancho de diente obtenido es de $X_F = 3,45$ mayor al coeficiente impuesto de 1,5 por lo que el ancho obtenido es correcto. Para la primera etapa del reductor elegiremos un ancho de engranaje de 24mm.

A continuación, debemos realizar los mismos cálculos para obtener el ancho del engranaje de la segunda etapa, al tratarse del mismo material lo resumiremos en esta tabla.

S_{HP}	S_{HL}	Z_N	Z_L	Z_R	Z_V	Z_W	Z_X
891,81	832,6	1	1,136	1,001	0,933	1	1

Tabla 03.1.3.3.3

S_{FP}	S_{FL}	Y_{ST}	Y_{NT}	$Y_{\delta RT}$	Y_{RT}	Y_X
642,17	335,8	2	1	0,889	1,076	1

Tabla 03.1.3.3.4

X	σ_H	Z_H	Z_E	Z_e	Z_{β}	F_T
1,5	728,16	2,45	189,81	0,77	1,01	2870,30

Tabla 03.1.3.3.5

b	d ₁	i	K _A	K _v	K _{Hβ}	K _{Hα}
47	49.07	2,91	1,6	1,156	1,275	1

Tabla 03.1.3.3.6

X _F	Y _{Fa}	Y _ε	Y _{sa}	Y _β	Y _B	K _{Fβ}	K _{Fα}
3,09	2,69	0,70	1,72	0,90	1	1,246	1

Tabla 03.1.3.3.7

Nuevamente obtenemos un coeficiente de seguridad superior al marcado, lo que quiere decir que el calculo del ancho de engranaje es correcto, por lo tanto, elegiremos el ancho de engranaje 47mm.

Como comprobación de que la selección es la adecuada debemos comprobar que:

$$\frac{d_p}{4} < b < 2 \cdot d_p \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.25}$$

En el caso de la primera etapa el d_p es 40,9 mm por lo tanto debe cumplirse:

$$\frac{40,9}{4} < 24 < 2 \cdot 40,9 \rightarrow 10,23 < 24 < 81,8 \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.26}$$

Para la segunda etapa tendremos:

$$\frac{49,1}{4} < 47 < 2 \cdot 49,1 \rightarrow 12,28 < 47 < 98,1 \quad \text{Ecuación 03.1.3.3.27}$$

Y por último la longitud de la chaveta, para ello se debe cumplir que:

$$\begin{aligned} \text{Longitud de la chaveta} &= 1,25 \cdot \phi_{eje} \\ \text{Para la primera etapa} &\rightarrow 1,25 \cdot 19 = 23,75\text{mm} \\ \text{Para la segunda etapa} &\rightarrow 1,25 \cdot 24 = 30\text{mm} \end{aligned}$$

En el caso de la segunda etapa no habría problemas con el ancho de engranaje de 47mm y la longitud de la chaveta, sin embargo, en la primera etapa el ancho de engranaje elegido es de 24mm y la longitud de chaveta de 23,75mm, un valor muy ajustado pero que, al quedar dentro del ancho de engranaje, es valido.

03.2.- DISEÑO DE LOS EJES

Lo primero a la hora de diseñar los ejes de un reductor es seleccionar la distribución de los mismo dentro de la caja, en nuestro caso hemos seleccionado este tipo de distribución:

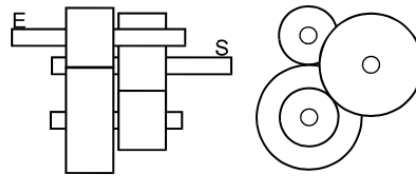


Fig. 03.2.1

03.2.1.- DIMENSIONADO DE LOS EJES

Una vez seleccionada la distribución debemos determinar el tamaño de cada una de las secciones y para ello debemos hacer un dimensionado a rigidez torsional (calculado anteriormente para el dimensionado de los piñones), a fatiga y a deflexión lateral.

Para la obtención de las fuerzas actuantes sobre el rodamiento debemos obtener las fuerzas resultantes de cada engranaje.

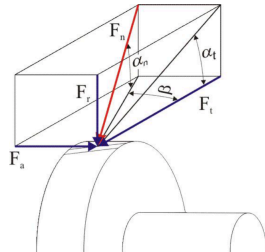


Fig. 3.1.1

$$F_t = \frac{T_1}{d_1/2} = \frac{T_2}{d_2/2}$$

Ecuación 03.2.1.1

$$F_r = F_t \cdot \tan \alpha_t$$

Ecuación 03.2.1.2

$$F_a = F_t \cdot \tan \beta$$

Ecuación 03.2.1.3

	Ft(N)	Fa(N)	Fr(N)
Primera etapa	1.167,58	248,18	434,46
Segunda etapa	2.870,30	610,10	1.068,04

Tabla 03.2.1.1

En el caso de los engranajes rectos de dientes helicoidales el desglose de las fuerzas es el de la imagen anterior, de esta forma aplicaremos para cada uno de los engranajes del conjunto:

03.2.1.1.- CÁLCULO DE SOLICITACIONES

Antes de empezar el cálculo tenemos que definir los apoyos del eje se seleccionarán un extremo libre y otro fijo en cada uno de los ejes, para garantizar que sea isostático.



Fig. 03.2.1.1.1

Al tratarse de un sistema isostático calcularemos las ecuaciones de equilibrio para las fuerzas de reacción en los apoyos aplicando el sumatorio de momento y fuerzas igual a cero. Y por último se realizará un análisis de momentos flectores.

Eje de entrada:

Reacciones en el eje de entrada

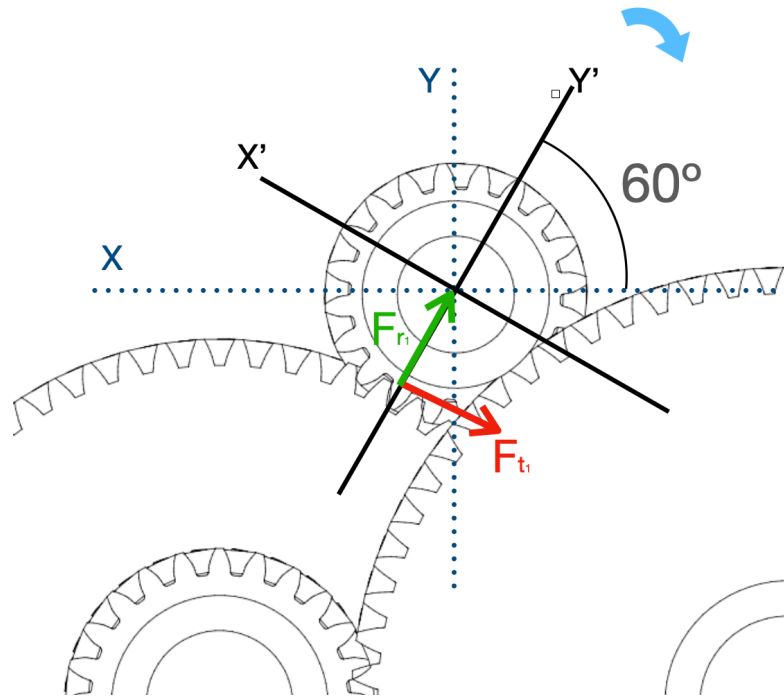


Fig. 03.2.1.1.2

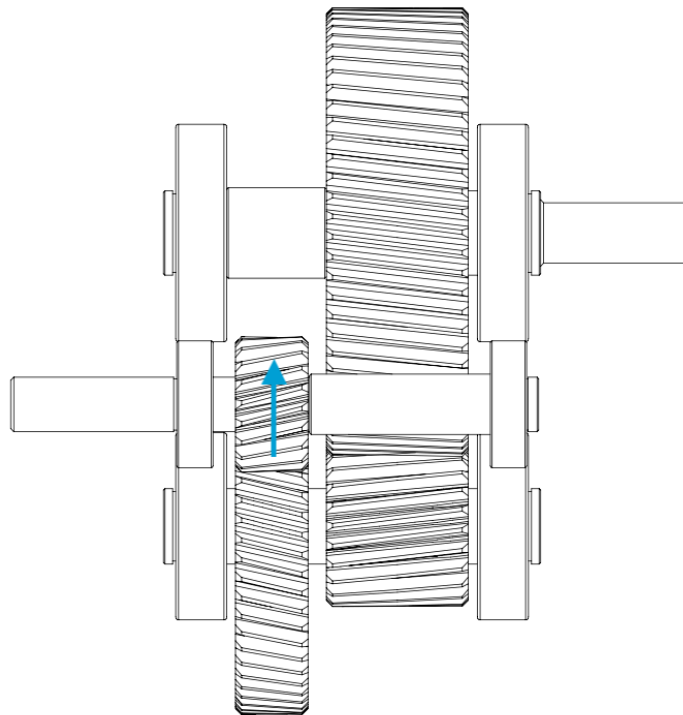


Fig. 03.2.1.1.3

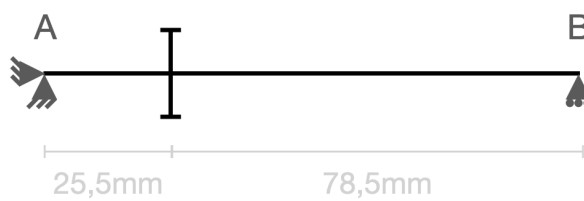


Fig. 03.2.1.1.4

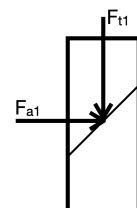


Fig. 03.2.1.1.5

En el engranaje motriz
 F_t va en dirección
opuesta al movimiento

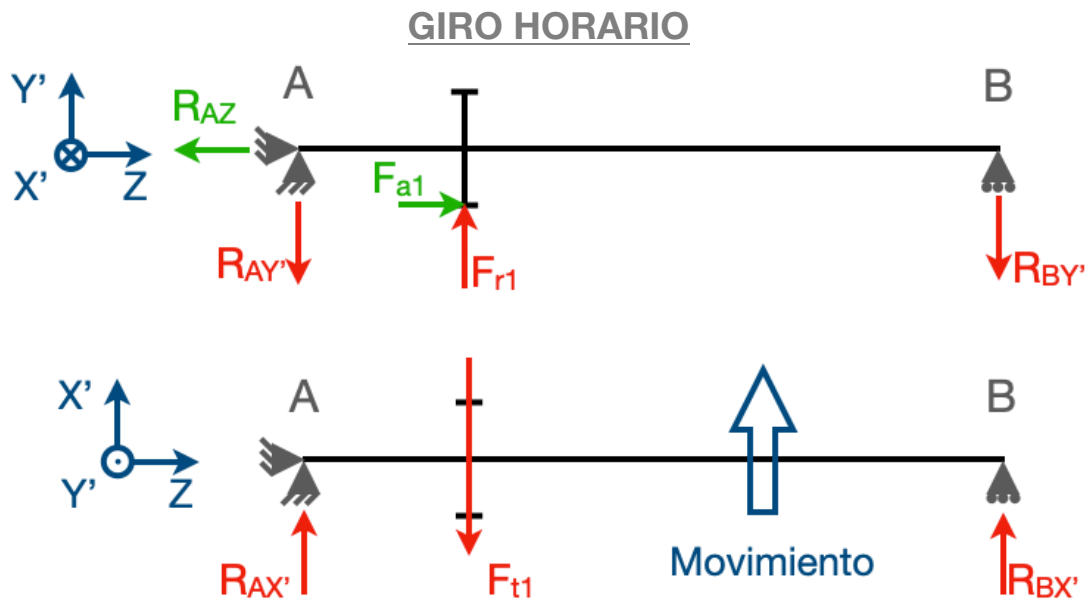


Fig. 03.2.1.1.6

PLANO Z-Y'

Sumatorio de Fuerzas

$$\Sigma F = 0$$

$$F_{r1} - R_{Ay'} - R_{By'} = 0 \rightarrow R_{Ay'} = F_{r1} - R_{By'}$$

$$-R_{Az} + F_{a1} = 0 \rightarrow R_{Az} = F_{a1}$$

Sumatorio de Momentos

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-F_{r1} \cdot 25,5 + R_{By'} \cdot 104 - F_{a1} \cdot 20 = 0$$

$$R_{By'} = \frac{F_{r1} \cdot 25,5 + F_{a1} \cdot 20,445}{104}$$

R_{Az}	$R_{Ay'}$	$R_{By'}$
248,18N	279,14N	155,32N

Tabla 03.2.1.2

PLANO Z-X'

Sumatorio de Fuerzas

$$\Sigma F = 0$$

$$-F_{t1} + R_{Ax'} + R_{Bx'} = 0$$

$$R_{Ax'} = F_{t1} - R_{Bx'}$$

Sumatorio de Momentos

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-F_{t1} \cdot 25,5 + R_{Bx'} \cdot 104 = 0$$

$$R_{Bx'} = F_{t1} \cdot \frac{25,5}{104}$$

$R_{Ax'}$	$R_{Bx'}$
881,30N	286,28N

Tabla 03.2.1.3

Fuerza Resultante normal

$$F_{RA} = \sqrt{R_{Ay'}^2 + R_{Ax'}^2} = 924,45N$$

$$F_{RB} = \sqrt{R_{By'}^2 + R_{Bx'}^2} = 325,7N$$

Tabla 03.2.1.4

Fuerza Axial

$$F_{aA} = F_{a1} = 248,18N$$

$$F_{aB} = 0$$

Tabla 03.2.1.5

GIRO ANTIHORARIO

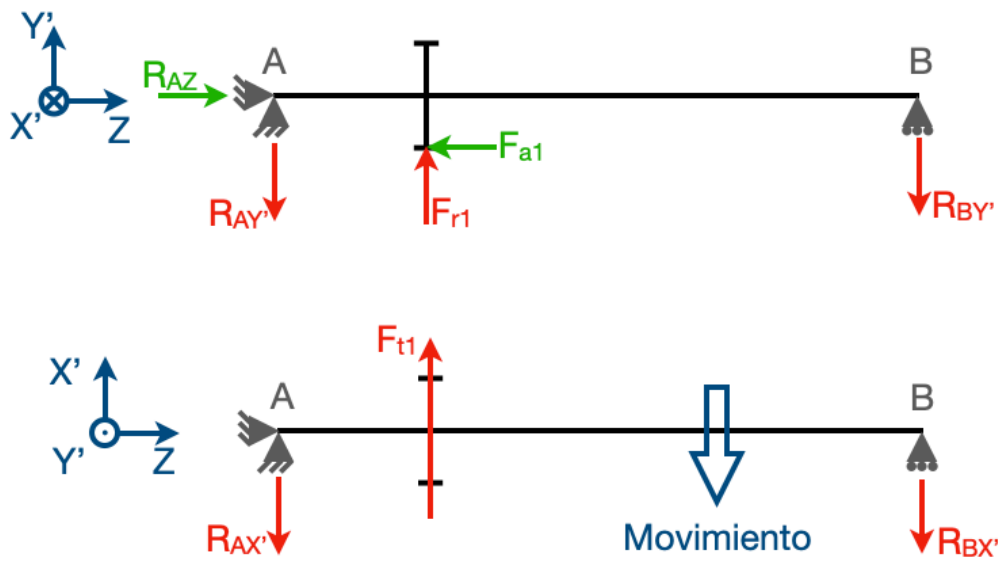


Fig. 03.2.1.1.7

PLANO Z-Y'

Sumatorio de Fuerzas

$$\Sigma F = 0$$

$$F_{r1} - R_{Ay'} - R_{By'} = 0 \rightarrow R_{Ay'} = F_{r1} - R_{By'}$$

$$R_{Az} - F_{a1} = 0 \rightarrow R_{Az} = F_{a1}$$

Sumatorio de Momentos

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-F_{r1} \cdot 25,5 + F_{a1} \cdot 20,445 + R_{By'} \cdot 104 = 0$$

$$R_{By'} = \frac{F_{r1} \cdot 25,5 - F_{a1} \cdot 20,445}{104}$$

R_{Az}

248,18N

$R_{Ay'}$

376,72N

$R_{By'}$

57,74N

Tabla 03.2.1.6

PLANO Z-X'

Sumatorio de Fuerzas

$$\Sigma F = 0$$

$$F_{t1} - R_{Ax'} - R_{Bx'} = 0 \rightarrow R_{Ax'} = F_{t1} - R_{Bx'}$$

Sumatorio de Momentos

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_{t1} \cdot 25,5 - R_{Bx'} \cdot 104 = 0$$

$$R_{Bx'} = \frac{F_{t1} \cdot 25,5}{104}$$

$R_{Ax'}$

881,30N

$R_{Bx'}$

286,28N

Tabla 03.2.1.7

Fuerza Resultante normal

F_{RA}

$$F_{RA} = \sqrt{R_{Ay'}^2 + R_{Ax'}^2} = 958,44N$$

F_{RB}

$$F_{RB} = \sqrt{R_{By'}^2 + R_{Bx'}^2} = 292,04N$$

Tabla 03.2.1.8

Fuerza Axial

$$F_{aA} = F_{a1} = 248,18N$$

0

Tabla 03.2.1.9

Eje intermedio:

Reacciones en el eje intermedio

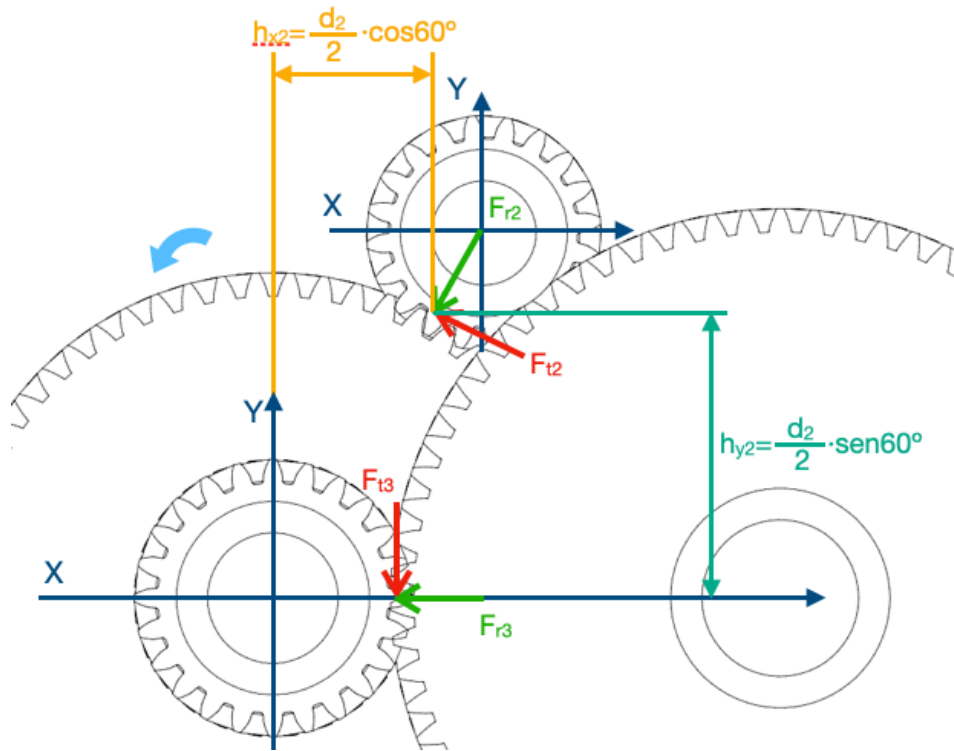


Fig. 03.2.1.1.8

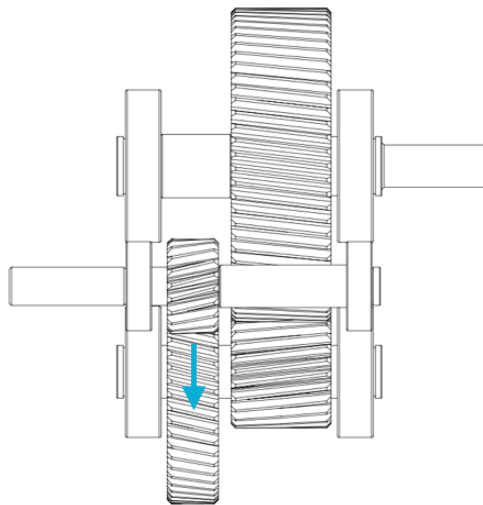


Fig. 03.2.1.1.9

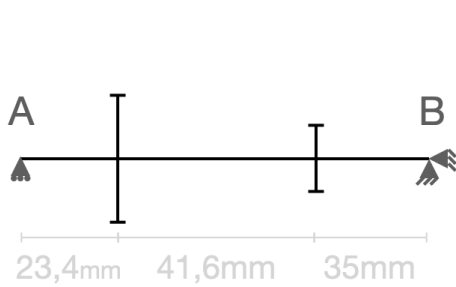


Fig. 03.2.1.1.10

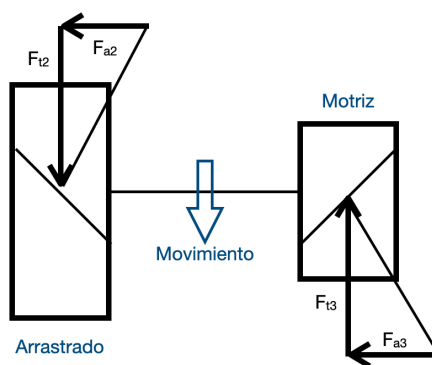


Fig. 03.2.1.1.11

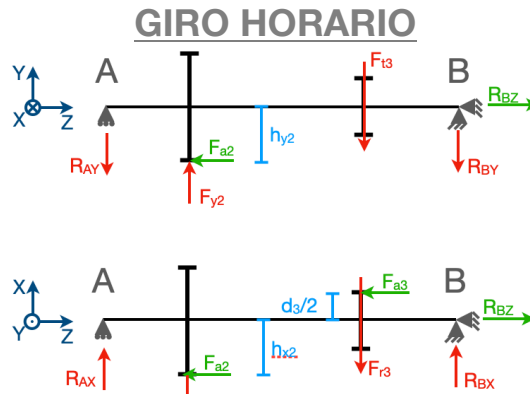


Fig. 03.2.1.1.12

$$F_{x_2} = -F_{r_2} \cdot \cos 60^\circ - F_{t_2} \cdot \sin 60^\circ = -1228,38N \quad \text{Ecuación 03.2.1.1.1}$$

$$F_{y_2} = -F_{r_2} \cdot \sin 60^\circ + F_{t_2} \cdot \cos 60^\circ = 207,54N \quad \text{Ecuación 03.2.1.1.2}$$

$$F_z = -F_{a_2} = -248,18N \quad \text{Ecuación 03.2.1.1.3}$$

PLANO Z-Y

Sumatorio de Fuerzas

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0 \\ F_{y_2} - F_{t_3} - R_{A_y} - R_{B_y} &= 0 \\ R_{A_y} &= F_{y_2} - F_{t_3} - R_{B_y} \\ R_{B_z} - F_{a_2} &= 0 \rightarrow R_{B_z} = F_{a_2} \end{aligned}$$

Sumatorio de Momentos

$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \\ -F_{y_2} \cdot 23,4 + F_{a_2} \cdot 52,24 + F_{t_3} \cdot 65 + R_{B_y} \cdot 100 &= 0 \\ R_{B_y} &= \frac{F_{y_2} \cdot 23,4 - F_{a_2} \cdot 52,24 - F_{t_3} \cdot 65}{100} \end{aligned}$$

R_{B_z}	R_{A_y}	R_{B_y}
248,18N	-715,98N	-1946,78N

El signo negativo indica que en la Fig. 3.1.1.2.5 la dirección es contraria a la representada

Tabla 03.2.1.10

PLANO Z-X'

Sumatorio de Fuerzas

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0 \\ -F_{x_2} - F_{r_3} + R_{A_x} + R_{B_x} &= 0 \\ R_{A_x} &= F_{x_2} + F_{r_3} - R_{B_x} \\ R_{B_z} - F_{a_2} - F_{a_3} &= 0 \\ R_{B_z} &= F_{a_2} + F_{a_3} \end{aligned}$$

Sumatorio de Momentos

$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \\ -F_{x_2} \cdot 23,4 - F_{a_2} \cdot 30,16 - F_{r_3} \cdot 65 + \\ &+ F_{a_3} \cdot 24,54 + R_{B_x'} \cdot 100 = 0 \\ R_{B_x} &= \frac{F_{x_2} \cdot 23,4 + F_{a_2} \cdot 30,16 + F_{r_3} \cdot 65 - F_{a_3} \cdot 24,54}{100} \end{aligned}$$

R_{B_z}	R_{A_x}	R_{B_x}
858,28N	1389,62N	906,80N

Tabla 03.2.1.11

Fuerza Resultante normal

$$F_{RA} = \sqrt{R_{A_y}^2 + R_{A_x}^2} = 1563,22N$$

$$F_{RB} = \sqrt{R_{B_y}^2 + R_{B_x}^2} = 2147,61N$$

Tabla 03.2.1.12

Fuerza Axial

$$F_{AA} = 0$$

$$F_{aB} = F_{a_2} = 248,18N$$

Tabla 03.2.1.13

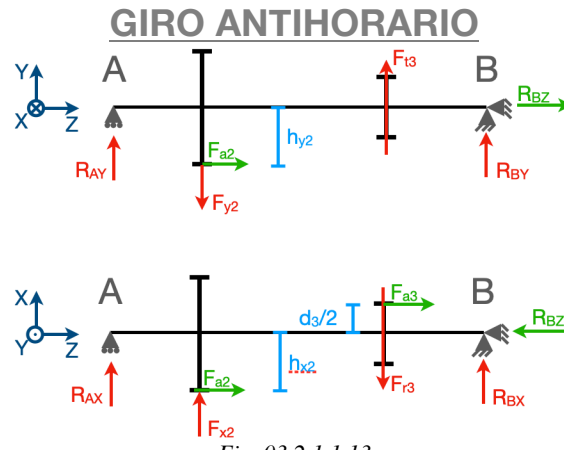


Fig. 03.2.1.1.13

$$F_{x_2} = -F_{r_2} \cdot \cos 60^\circ + F_{t_2} \cdot \sen 60^\circ = 793,92N \quad \text{Ecuación 03.2.1.1.4}$$

$$F_{y_2} = -F_{r_2} \cdot \sen 60^\circ - F_{t_2} \cdot \cos 60^\circ = -960,04N \quad \text{Ecuación 03.2.1.1.5}$$

$$F_z = F_{a_2} = 248,18N \quad \text{Ecuación 03.2.1.1.6}$$

PLANO Z-Y

Sumatorio de Fuerzas		Sumatorio de Momentos
$\Sigma F = 0$		$\Sigma M_A = 0$
$-F_{y_2} + F_{t_3} + R_{Ay} + R_{By} = 0$		$F_{y_2} \cdot 23,4 - F_{a_2} \cdot 52,24 - F_{t_3} \cdot 65 - R_{By} \cdot 100 = 0$
$R_{Ay} = F_{y_2} - F_{t_3} - R_{By}$		$R_{By} = \frac{F_{y_2} \cdot 23,4 - F_{a_2} \cdot 52,24 - F_{t_3} \cdot 65}{100}$
$-R_{Bz} + F_{a_2} = 0 \rightarrow R_{Bz} = F_{a_2}$		
R_{Bz}	R_{Ay}	R_{By}
248,18N	-715,98N	-1946,78N

Tabla 03.2.1.14

PLANO Z-X'

Sumatorio de Fuerzas		Sumatorio de Momentos
$\Sigma F = 0$		$\Sigma M_A = 0$
$F_{x_2} - F_{r_3} + R_{Ax} + R_{Bx} = 0$		$F_{x_2} \cdot 23,4 + F_{a_2} \cdot 30,16 - F_{r_3} \cdot 65 +$
$R_{Ax} = -F_{x_2} + F_{r_3} - R_{Bx}$		$-F_{a_3} \cdot 24,54 + R_{Bx} \cdot 100 = 0$
$-R_{Bz} + F_{a_2} + F_{a_3} = 0$		$R_{Bx} = \frac{-F_{x_2} \cdot 23,4 - F_{a_2} \cdot 30,16 + F_{r_3} \cdot 65 + F_{a_3} \cdot 24,54}{100}$
$R_{Bz} = F_{a_2} + F_{a_3}$		
R_{Bz}	R_{Ax}	R_{Bx}
858,28N	-641,99N	481,65N

Tabla 03.2.1.15

Fuerza Resultante normal

$$F_{RA} = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Ax}^2} = 961,65N \quad F_{RB} = \sqrt{R_{By}^2 + R_{Bx}^2} = 2005,48N$$

Tabla 03.2.1.16

Fuerza Axial

$$F_{aA} = 0 \quad F_{aB} = F_{a_2} = 248,18N$$

Tabla 03.2.1.17

Eje de salida:

Reacciones en el eje de salida

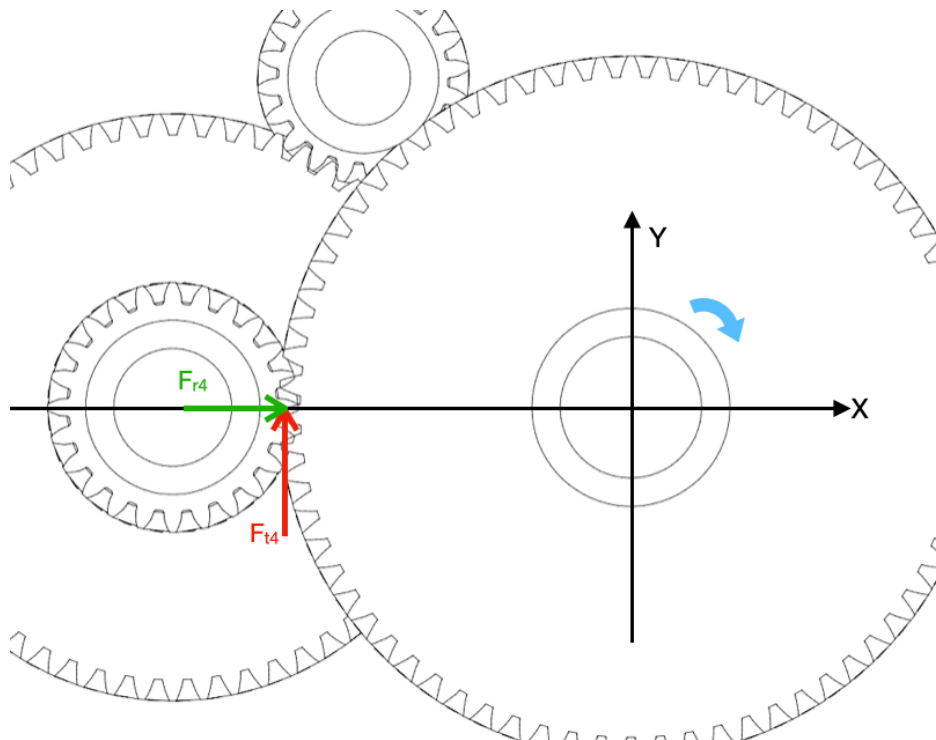


Fig. 03.2.1.1.14

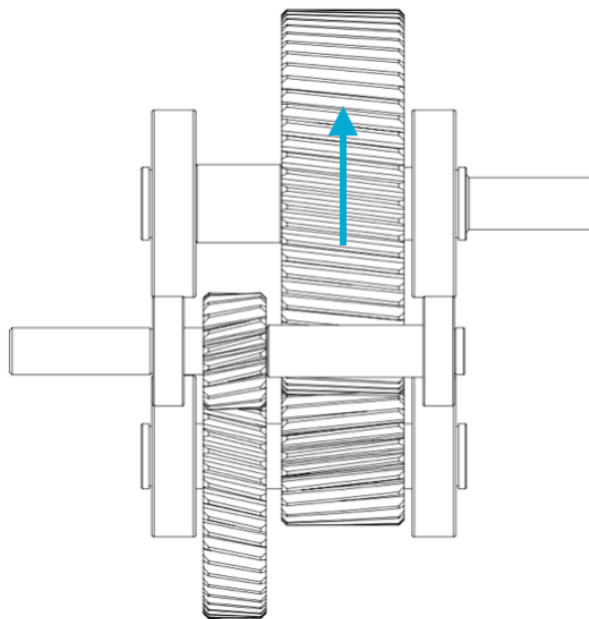


Fig. 03.2.1.1.15

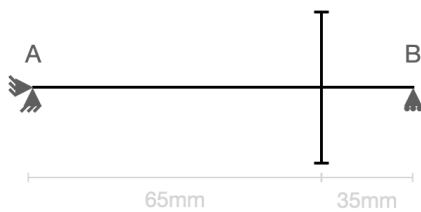


Fig. 03.2.1.1.16

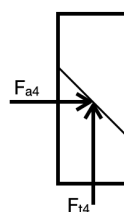


Fig. 03.2.1.1.17

En el engranaje
 arrastrado F_t va en
 dirección al
 movimiento

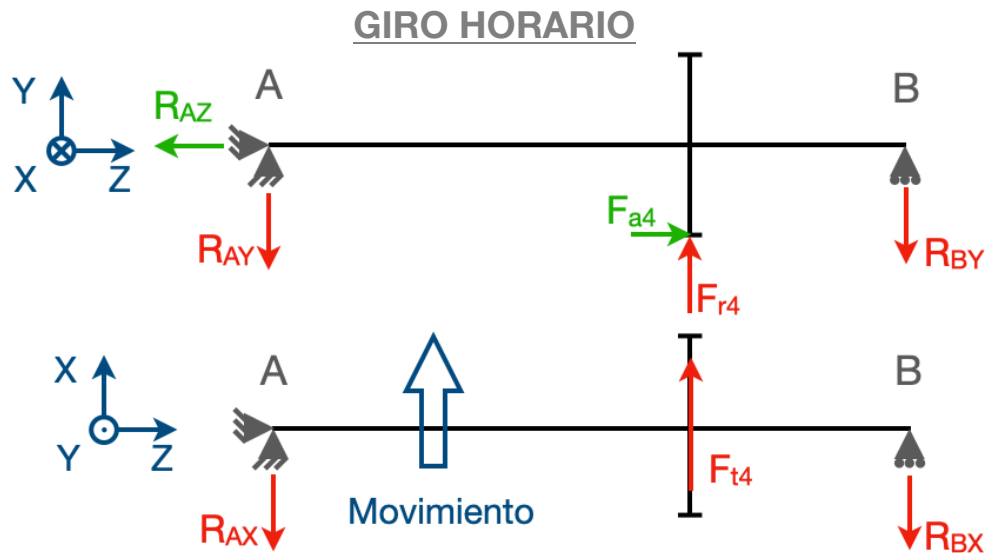


Fig. 03.2.1.1.18

PLANO Z-Y

Sumatorio de Fuerzas

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \\ F_{r_4} - R_{Ay} - R_{By} &= 0 \rightarrow R_{Ay} = F_{r_4} - R_{By} \\ -R_{Az} + F_{a_4} &= 0 \rightarrow R_{Az} = F_{a_4}\end{aligned}$$

Sumatorio de Momentos

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ -F_{r_4} \cdot 65 + R_{By} \cdot 100 - F_{a_4} \cdot 72,59 &= 0 \\ R_{By} &= \frac{F_{r_4} \cdot 65 + F_{a_4} \cdot 72,59}{100}\end{aligned}$$

R_{Az}	R_{Ay}	R_{By}
610,10N	-69,06N	1137,10N

El signo negativo indica que en la Fig. la dirección es contraria a la representada

Tabla 03.2.1.18

PLANO Z-X

Sumatorio de Fuerzas

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \\ F_{t_4} - R_{Ax} - R_{Bx} &= 0 \\ R_{Ax} &= F_{t_4} - R_{Bx}\end{aligned}$$

Sumatorio de Momentos

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ F_{t_4} \cdot 65 - R_{Bx} \cdot 100 &= 0 \\ R_{Bx} &= F_{t_4} \cdot \frac{65}{104}\end{aligned}$$

R_{Ax}	R_{Bx}
1004,61N	1865,7N

Tabla 03.2.1.19

Fuerza Resultante normal

$$F_{RA} = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Ax}^2} = 1006,98N$$

$$F_{RB} = \sqrt{R_{By}^2 + R_{Bx}^2} = 2184,91N$$

Tabla 03.2.1.20

Fuerza Axial

$$F_{aA} = 0$$

$$F_{aB} = F_{a_4} = 610,10N$$

Tabla 03.2.1.21

GIRO ANTIHORARIO

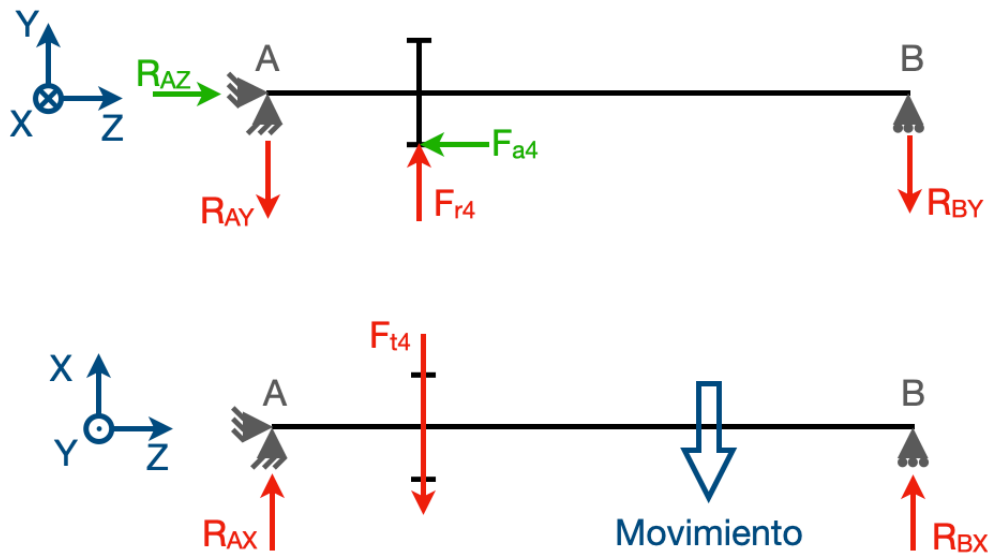


Fig. 03.2.1.1.19

PLANO Z-Y

Sumatorio de Fuerzas

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \\ F_{r_4} - R_{Ay} - R_{By} &= 0 \rightarrow R_{Ay} = F_{r_4} - R_{By} \\ R_{Az} - F_{a_4} &= 0 \rightarrow R_{Az} = F_{a_4}\end{aligned}$$

Sumatorio de Momentos

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ -F_{r_4} \cdot 65 + R_{By} \cdot 100 + F_{a_4} \cdot 72,59 &= 0 \\ R_{By} &= \frac{F_{r_4} \cdot 65 - F_{a_4} \cdot 72,59}{100}\end{aligned}$$

R_{Az}	R_{Ay}	R_{By}
610,10N	816,69N	251,35N

Tabla 03.2.1.22

PLANO Z-X

Sumatorio de Fuerzas

$$\begin{aligned}\Sigma F &= 0 \\ -F_{t_4} + R_{Ax} + R_{Bx} &= 0 \\ R_{Ax} &= F_{t_4} - R_{Bx}\end{aligned}$$

Sumatorio de Momentos

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ -F_{t_4} \cdot 35 + R_{Bx} \cdot 100 &= 0 \\ R_{Bx} &= F_{t_4} \cdot \frac{35}{100}\end{aligned}$$

R_{Ax}	R_{Bx}
1865,7N	1004,61N

Tabla 03.2.1.23

Fuerza Resultante normal

$$F_{RA} = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Ax}^2} = 2036,62N \quad F_{RB} = \sqrt{R_{By}^2 + R_{Bx}^2} = 1035,58N$$

Tabla 03.2.1.24

Fuerza Axial

$$F_{aA} = 0 \quad F_{aB} = F_{a_4} = 610,10N$$

Tabla 03.2.1.25

03.2.2.- Dimensionado a fatiga

Para el dimensionado a fatiga se ha seleccionado un planteamiento para estados tensionales para material dúctil, de esta forma obtendremos el coeficiente de seguridad a fatiga que aplicaremos para cada una de las secciones del eje donde aparecen tensiones normales medias y alternantes en dirección del eje X (σ_{xm} y σ_{xa}) y tensiones tangenciales medias y alternantes (τ_{xym} y τ_{xya}).

Aplicando el criterio de Goodman al razonamiento anterior podemos obtener la resistencia a fatiga de los ejes aplicando:

$$\frac{X}{S_u} = \frac{4 \cdot F_x}{\pi \cdot d^2} + \frac{S_u}{S_e} \cdot \frac{32}{\pi \cdot d^3} \cdot \sqrt{M_a^2} \rightarrow X = \frac{S_u}{\frac{4 \cdot F_x}{\pi \cdot d^2} + \frac{S_u}{S_e} \cdot \frac{32}{\pi \cdot d^3} \cdot \sqrt{(k_f^{fl} \cdot M_a)^2}} \quad \text{Ecuación 03.2.2.1}$$

Donde:

1. **X** es el coeficiente de seguridad, que para los ejes tiene un valor de **2,5-4**
2. **F_x** es la fuerza axial de tracción de la sección considerada.
3. **S_u** es el límite de rotura a tracción del material seleccionado.
4. **S_e** es el límite de fatiga del material seleccionado, que se calculará para cada sección del eje, se obtiene a partir de la expresión:

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_e \cdot k_x \cdot S'_e \quad \text{Ecuación 03.2.2.2}$$

- a. **k_a** es el factor de superficie:

$$k_a = a \cdot S_u^b$$

En función del acabado del eje tendremos un factor corrector para el límite de rotura que podemos obtener de la siguiente tabla:

Acabado superficial	Factor a (MPa)	Exponente b
Rectificado	1,58	-0,085
Mecanizado o laminado en frío	4,51	-0,0265
Laminado en caliente	57,7	-0,718
Forjado	272,0	-0,995

Tabla 03.2.2.1

En nuestro caso los ejes están rectificadas por lo que el coeficiente será:

$$k_a = 1,58 \cdot 1210^{-0,085} = \mathbf{0,8642}$$

- b. **k_b** es el factor de tamaño, varía en función de las condiciones de flexión y torsión, y se puede obtener de la siguiente forma:

$$k_b = \left(\frac{d}{7,62}\right)^{-0,107} \quad 2,79 \leq d \leq 51mm$$

$$k_b = 0,859 - 8,37 \cdot 10^4 \cdot d \quad 51 \leq d \leq 254mm$$

Se calculará de forma individual para cada una de las secciones del eje

- c. **k_e** es el factor de confiabilidad, en función de la confiabilidad que queramos obtener del diseño existe un factor de corrección para el límite de fatiga que viene dado por la siguiente tabla:

Confiabilidad	0,5	0,9	0,95	0,99
Factor de corrección	1	0,897	0,868	0,814
Confiabilidad	0,999	0,9999	0,99999	0,99999
Factor de corrección	0,753	0,702	0,659	0,629

Tabla 03.2.2.2

- d. **k_x** factor aplicado por otras influencias, como tratamientos superficiales, soldaduras, la temperatura de trabajo por corrosión, creep o fretting-fatiga. En nuestro diseño no existen estas influencias, la geometría no requiere de soldaduras ni tratamientos superficiales y las condiciones de trabajo no están en temperaturas extremas ni en ambientes corrosivos.
- e. **S'_e** es el límite a fatiga de la probeta que se obtiene a partir de un ensayo de flexión rotativa, que para el acero se estima como:

$$\text{si } S_u \leq 1400 \text{ MPa} \rightarrow S'_e = 0,5 \cdot S_u$$

$$\text{si } S_u > 1400 \text{ MPa} \rightarrow S'_e = 700 \text{ MPa}$$

En nuestro ejemplo el acero tiene un límite de rotura de tracción de 1210MPa por lo que $S'_e = 0,5 \cdot S_u = 0,5 \cdot 1210 = 605 \text{ MPa}$

5. **M_a** es el momento flector alternante del eje de la sección considerada.

6. **d** es el diámetro del eje de la sección considerada.

7. **k_f** es el factor de reducción del límite de fatiga, varía en función del tipo de sección. En nuestro diseño podemos observar cuatro tipos diferentes de secciones, la cara externa del apoyo del rodamiento, el propio apoyo del rodamiento, el chavetero o un cambio de sección.

Para los dos primeros tipos de secciones utilizaremos un factor de reducción de límite de fatiga de 1, dado que son secciones de poca influencia sobre el cálculo.

En el caso del chavetero se obtendrá el valor de la siguiente tabla:

Acero	Tipo de patín (bañera)		Tipo de perfilado	
	Flexión	Torsión	Flexión	Torsión
Recocido (<200BHN)	1,3	1,3	1,6	1,6
Templado (>200BHN)	1,6 (1,4)	1,6	2 (1,8)	1,6 (1,7)

Tabla 03.2.2.3

Para nuestro diseño vamos a utilizar un factor de reducción de $k_f=2$ en todas las chavetas de los ejes.

Por último, para el cambio de sección debemos hacer un pequeño cálculo, aplicando los factores correspondientes de la gráfica:

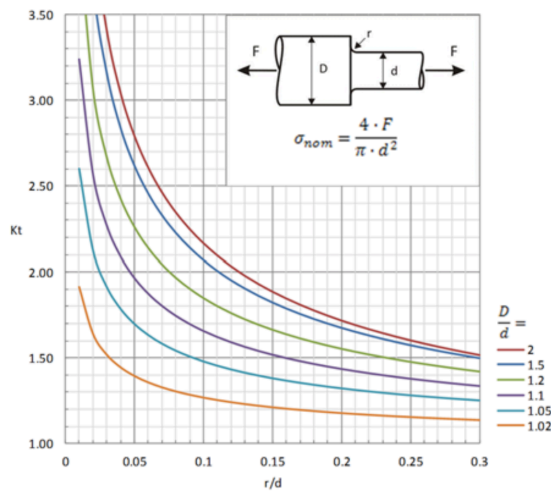


Fig. 03.2.2.1

Datos necesarios:

$$\frac{D}{d} \frac{\text{Diámetro mayor de sección}}{\text{diámetro menor de sección}}$$

$$\frac{r}{d} \frac{\text{Radio de entalla}}{\text{diámetro menor de sección}}$$

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

$$\alpha = 0,025 \cdot \left(\frac{2070}{S_u} \right)^2$$

$$q \cdot (K_t - 1) + 1 = K_f$$

Se calculará para cada cambio de sección en los diferentes ejes.

El dimensionado a fatiga se realizará utilizando como herramienta un Excel programado, para ello debemos definir las secciones que tendrá el eje correspondiente, indicando la distancia a la que se encuentra del punto de origen.

03.2.2.1.- EJE DE ENTRADA

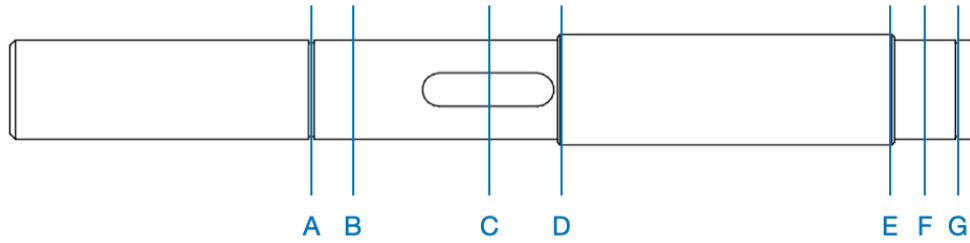


Fig. 03.2.2.1.1

SENTIDO HORARIO

Sección	Distancia (mm)	Diámetro (mm)	K_f	X	
				Anterior	Posterior
A	-6	20	1	3,29E+16	3,29E+16
B	0	20	1	4,06E+16	4,06E+16
C	25,5	20	2	6,86	6,33
D	38	22	1,3535	14,67	14,67
E	99	22	1,3535	193,58	193,58
F	104	20	1	0	0
G	110	20	1	0	0

Tabla 03.2.1.1

SENTIDO ANTIHORARIO

Sección	Distancia (mm)	Diámetro (mm)	K_f	X	
				Anterior	Posterior
A	-6	20	1	3,57E+16	3,57E+16
B	0	20	1	4,19E+16	4,19E+16
C	25,5	20	2	6,62	7,06
D	38	22	1,3535	16,36	16,36
E	99	22	1,3535	215,89	215,89
F	104	20	1	0	0
G	110	20	1	0	0

Tabla 03.2.1.2

03.2.2.2.- EJE INTERMEDIO

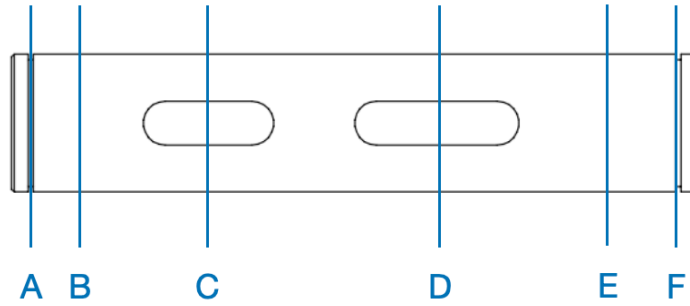


Fig. 03.2.2.2.1

SENTIDO HORARIO

Sección	Distancia (mm)	Diámetro (mm)	K _f	X	
				Anterior	Posterior
A	-8,5	25	1	2,99E+16	2,99E+16
B	0	25	1	5,63E+16	5,63E+16
C	23,4	25	2	8,45	6,20
D	65	25	2	3,74	4,11
E	100	25	1	0	0
F	108,5	25	1	0	0

Tabla 03.2.2.2.1

SENTIDO ANTIHORARIO

Sección	Distancia (mm)	Diámetro (mm)	K _f	X	
				Anterior	Posterior
A	-8,5	25	1	2,99E+16	2,99E+16
B	0	25	1	5,35E+16	5,35E+16
C	23,4	25	2	13,74	8,29
D	65	25	2	4,53	4,40
E	100	25	1	0	0
F	108,5	25	1	0	0

Tabla 03.2.2.2.1

03.2.2.3.- EJE DE SALIDA

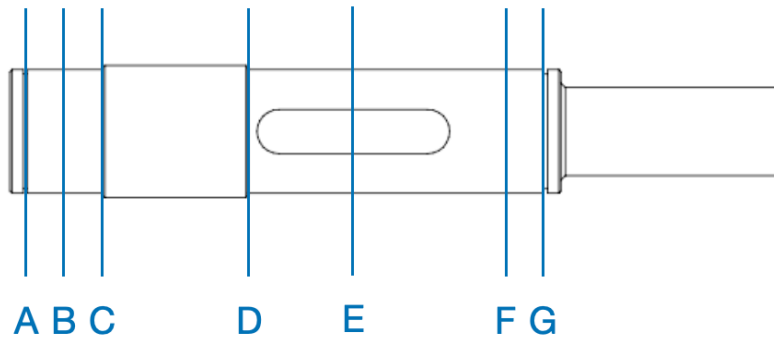


Fig. 03.2.2.3.1

SENTIDO HORARIO

Sección	Distancia (mm)	Diámetro (mm)	K_f	X	
				Anterior	Posterior
A	-8,5	30	1	6,70E+16	6,70E+16
B	0	30	1	5,04E+16	5,04E+16
C	8,5	34	1,4419	122,18	122,18
D	41,5	34	1,4419	25,03	25,03
E	65	30	2	8,01	6,86
F	100	30	1	0	0
G	108,5	30	1	0	0

Tabla 03.2.2.3.2

SENTIDO ANTIHORARIO

Sección	Distancia (mm)	Diámetro (mm)	K_f	X	
				Anterior	Posterior
A	-8,5	30	1	3,17E+16	3,17E+16
B	0	30	1	1,10E+17	1,10E+17
C	8,5	34	1,4419	95,04	95,04
D	41,5	34	1,4419	19,47	19,47
E	65	30	2	6,23	7,96
F	100	30	1	0	0
G	108,5	30	1	0	0

Tabla 03.2.2.3.3

Los valores del coeficiente de seguridad en los ejes son como mínimo:

Eje de entrada $X_{\min} = 215,89$

Eje intermedio $X_{\min} = 13,74$

Eje de salida $X_{\min} = 95,04$

Se consideran valores aceptables respecto al cálculo a fatiga.

03.2.3.- Dimensionado a deflexión lateral

Para evitar un mal funcionamiento y un prematuro deterioro en los componentes, se debe considerar una rigidez lateral adecuada, dado que el giro por flexión en los rodamientos de apoyo fuera de los niveles adecuados para el rodamiento utilizado podría producir mayores cargas de impacto en el engranaje reduciendo la vida del conjunto.

No existe una limitación estándar definida para las deformaciones laterales por deflexión, pero se pueden tomar como referencia los siguientes datos:

- En árboles de transmisión deber ser inferior a 1mm/m de longitud.
- En ejes de maquinaria industrial (sin engranajes) deber ser inferior a 0,3mm/m.
- En engranajes de dientes rectos debe ser menor de 0,01mm/m.
- En engranajes de dientes helicoidales debe ser menor de 0,005mm/m.
- La pendiente máxima está limitada por el elemento que se monte en el eje en ese punto, como valores orientativos tenemos:

Elemento montado	Pendiente máxima (radianes)
Rodamiento de rodillos cónicos	0,0005-0,0012
Rodamiento de rodillos cilíndricos	0,0008-0,0012
Rodamiento rígido de bolas	0,001-0,003
Rodamiento autoalineación	0,026-0,052
Cojinetes de aceite ($L/D < 1$)	0,0009
Engranaje cilíndrico de dientes rector (sin coronación)	0,0005

Tabla 03.2.3.1

En nuestro caso las secciones establecidas son las marcadas en el apartado anterior, y el diseño debe cumplir:

- La deformación lateral por flexión en los ejes no debe superar 1mm/m.
- La separación en engranajes de dientes helicoidales 0,005mm.
- La pendiente máxima en rodamientos rígidos de bolas será de 0,001 radianes.

Dado que es un calculo laborioso se utilizará un Excel programado para agilizar las iteraciones necesarias.

03.2.3.1.- EJE DE ENTRADA

SENTIDO HORARIO PLANO ZY

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,0060	0,0200	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65E-04	-9,87E-07
2	0,0000	0,0200	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65E-04	0,00E+00
3	0,02550	0,0200	434,46	-5,07	7,12	12,19	1,10E-04	3,728E-06
4	0,03800	0,0220	0,00	0,00	10,25	10,25	2,45E-05	4,550E-06
5	0,09900	0,0220	0,00	0,00	0,78	0,78	-1,15E-04	5,768E-07
6	0,10400	0,2000	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,16E-04	0,00E+00
7	0,11000	0,0200	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,16E-04	-6,94E-07

Tabla 03.2.3.1.1

GEOMETRÍA ORIGINAL Y DEFORMADA

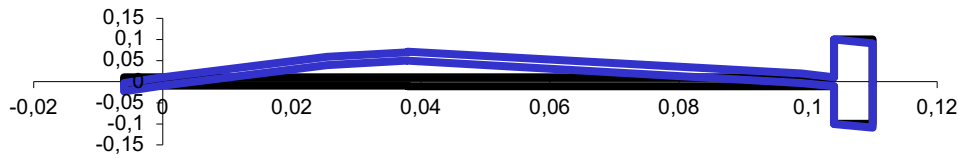


Figura 03.2.3.1.1

DEFORMACIÓN ANGULAR (rad)

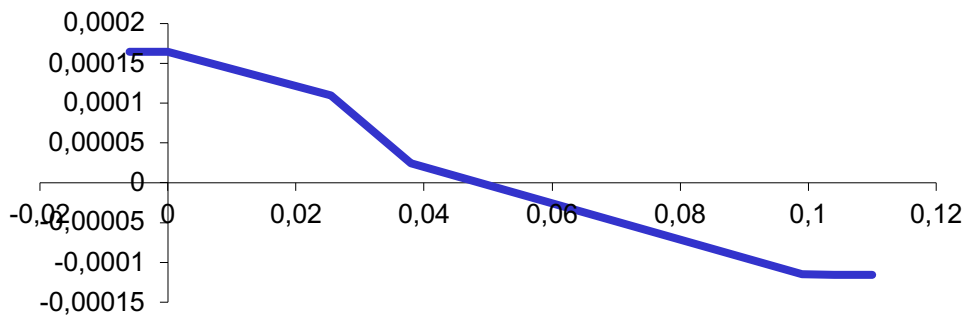


Figura 03.2.3.1.2

DEFLEXIÓN (m)

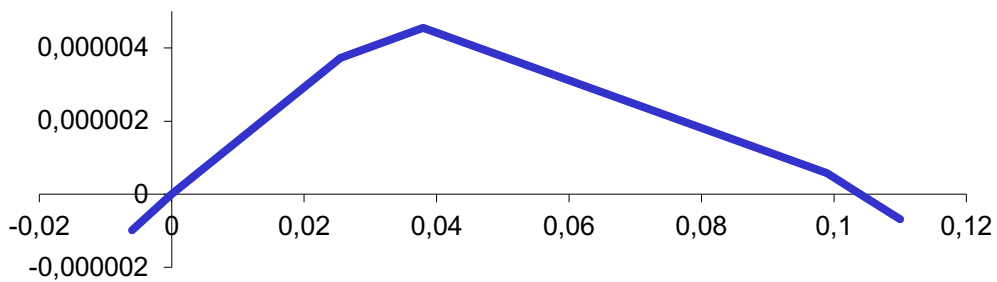


Figura 03.2.3.1.3

SENTIDO HORARIO PLANO ZX

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N-m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N-m)	Posterior (N-m)		
1	-0,00600	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,64E-04	2,182E-06
2	0,00000	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,64E-04	0,00E+00
3	0,02550	0,02000	-1167,58	0,00	-22,47	-22,47	-1,90E-04	-7,799E-06
4	0,03800	0,02200	0,00	0,00	-18,89	-18,89	-3,33E-05	-9,17E-06
5	0,09900	0,02200	0,00	0,00	-1,43	-1,43	2,23E-04	-1,12E-06
6	0,10400	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25E-04	0,00E+00
7	0,11000	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25E-04	1,350E-06

Tabla 03.2.3.1.2

GEOMETRÍA ORIGINAL Y DEFORMADA

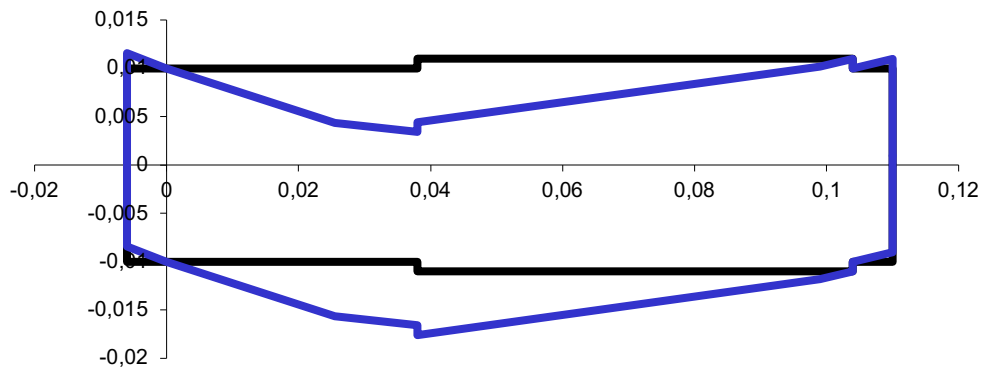


Figura 03.2.3.1.4

DEFORMACIÓN ANGULAR (rad)

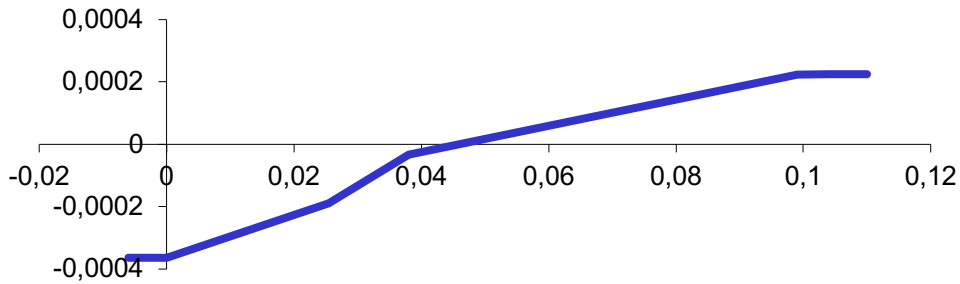


Figura 03.2.3.1.5

DEFLEXIÓN (m)

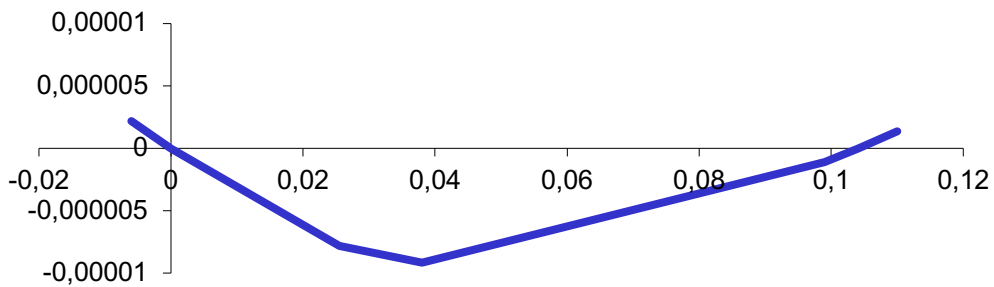


Figura 03.2.3.1.6

SENTIDO ANTIHORARIO PLANO ZY

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00600	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06E-04	-6,372E-07
2	0,00000	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06E-04	0,000E+00
3	0,02550	0,02000	434,46	5,07	9,61	4,54	3,19E-05	2,077E-06
4	0,03800	0,02200	0,00	0,00	3,81	3,81	3,06E-07	2,273E-06
5	0,09900	0,02200	0,00	0,00	0,29	0,29	-5,15E-05	2,585E-07
6	0,10400	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,18E-05	0,000E+00
1	-0,00600	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06E-04	-6,372E-07

Tabla 03.2.3.1.3

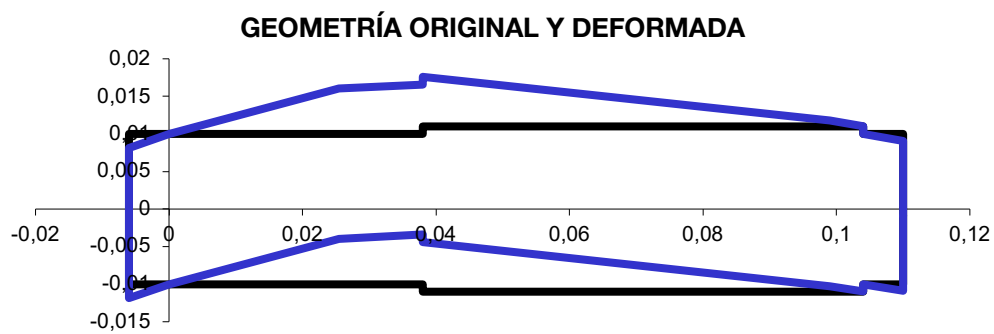


Fig. 03.2.3.1.7

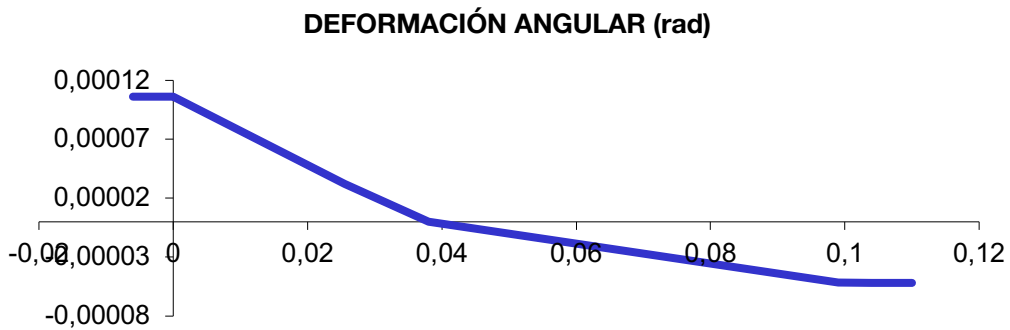


Fig. 03.2.3.1.8

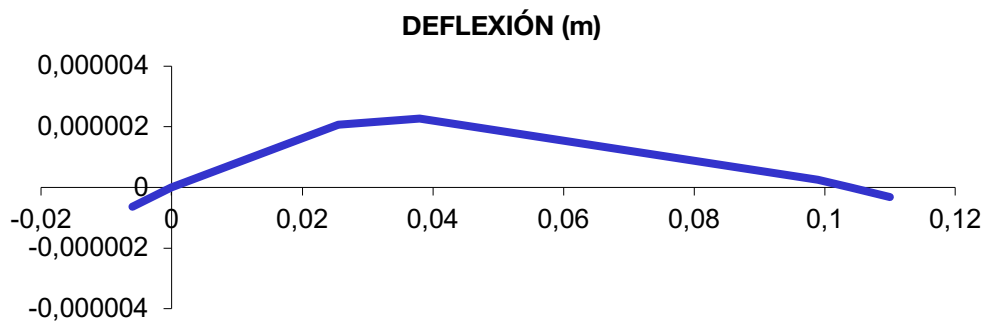


Fig. 03.2.3.1.9

SENTIDO ANTIHORARIO PLANO ZX

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00600	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	3,64E-04	-2,182E-06
2	0,00000	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	3,64E-04	0,000E+00
3	0,02550	0,02000	1167,58	0,00	22,47	22,47	1,90E-04	7,799E-06
4	0,03800	0,02200	0,00	0,00	18,89	18,89	3,33E-05	9,166E-06
5	0,09900	0,02200	0,00	0,00	1,43	1,43	-2,23E-04	1,122E-06
6	0,10400	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,25E-04	0,000E+00
7	0,11000	0,02000	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,25E-04	-1,350E-06

Tabla 03.2.3.1.4

GEOMETRÍA ORIGINAL Y DEFORMADA

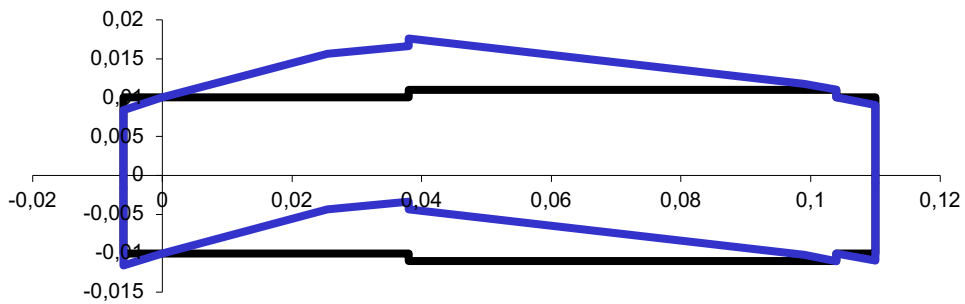


Fig. 03.2.3.1.10

DEFORMACIÓN ANGULAR (rad)

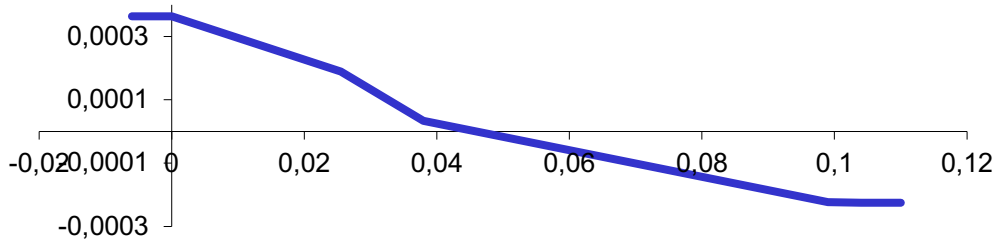


Fig. 03.2.3.1.11

DEFLEXIÓN (m)

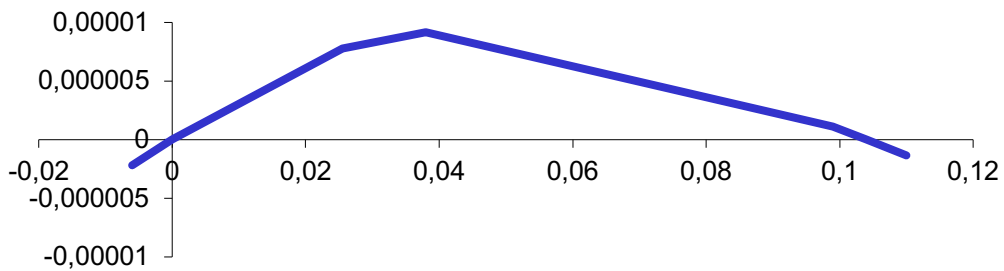


Fig. 03.2.3.1.12

03.2.3.2.- EJE INTERMEDIO

SENTIDO HORARIO PLANO ZY

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,78E-04	3,217E-06
2	0,00000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,78E-04	0,000E+00
3	0,02340	0,02500	207,54	12,97	-16,75	-29,72	-3,30E-04	-8,477E-06
4	0,06500	0,02500	-2870,30	0,00	-68,14	-68,14	1,76E-04	-1,306E-05
5	0,10000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	4,72E-04	0,000E+00
6	0,10850	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	4,72E-04	4,010E-06

Tabla 03.2.3.2.1

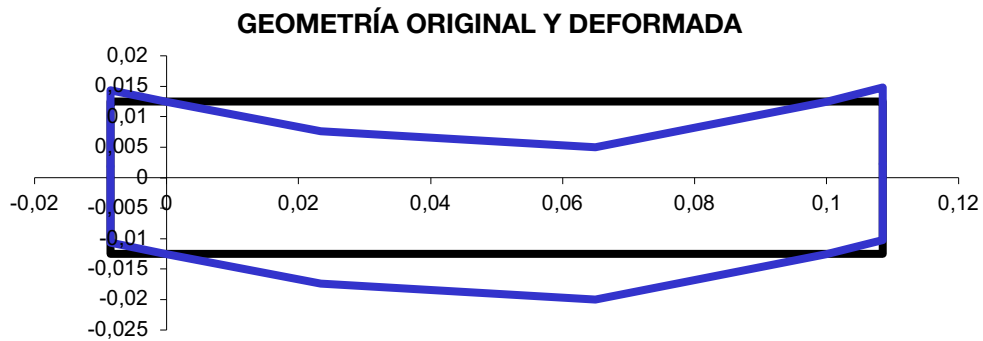


Fig. 03.2.3.2.1

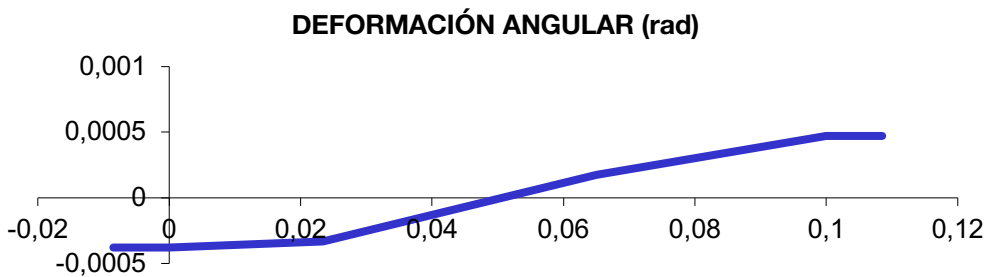


Fig. 03.2.3.2.2

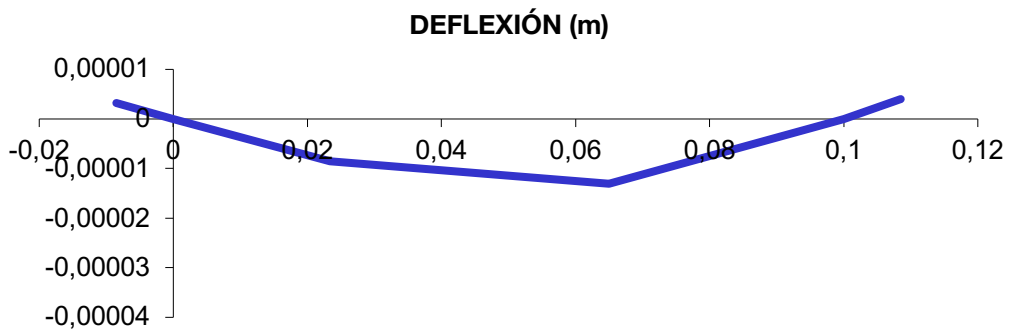


Fig. 03.2.3.2.3

SENTIDO HORARIO PLANO ZX

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,59E-04	3,055E-06
2	0,00000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,59E-04	0,000E+00
3	0,02340	0,02500	-1228,38	7,49	-32,52	-40,00	-2,65E-04	-7,674E-06
4	0,06500	0,02500	-1068,04	-14,97	-46,71	-31,74	1,83E-04	-9,621E-06
5	0,10000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	3,21E-04	0,000E+00
6	0,10800	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	3,21E-04	2,567E-06

Tabla 03.2.3.2.2

GEOMETRÍA ORIGINAL Y DEFORMADA

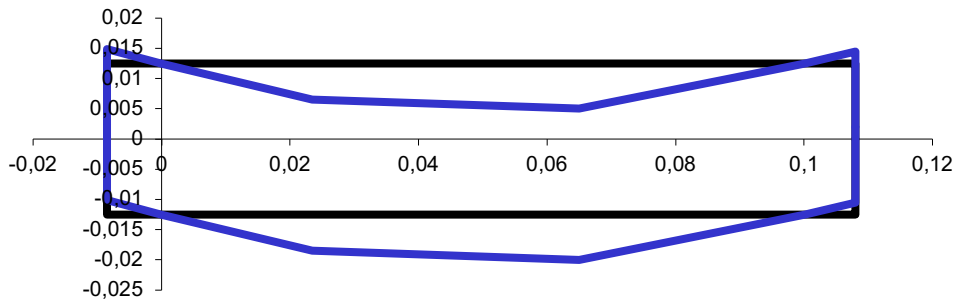


Fig. 03.2.3.2.4

DEFORMACIÓN ANGULAR (rad)

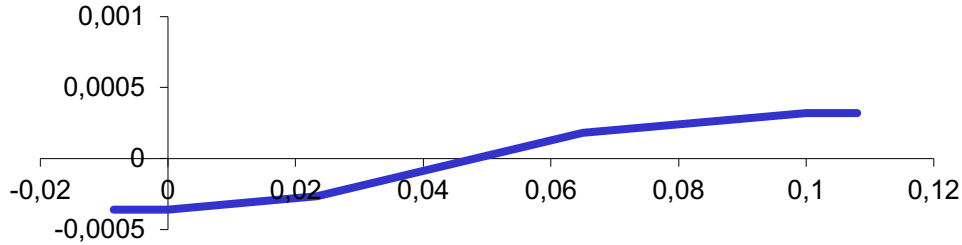


Fig. 03.2.3.2.5

DEFLEXIÓN (m)

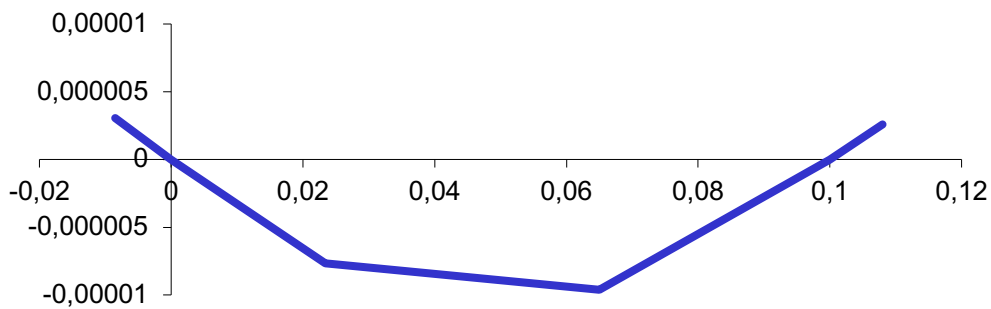


Fig. 03.2.3.2.6

SENTIDO ANTIHORARIO PLANO ZY

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	3,78E-04	-3,217E-06
2	0,00000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	3,78E-04	0,000E+00
3	0,02340	0,02500	-207,54	-12,97	16,75	29,72	3,30E-04	8,477E-06
4	0,06500	0,02500	2870,30	0,00	68,14	68,14	-1,76E-04	1,306E-05
5	0,10000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,72E-04	0,000E+00
6	0,10850	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,72E-04	-4,010E-06

Tabla 03.2.3.2.2

GEOMETRÍA ORIGINAL Y DEFORMADA

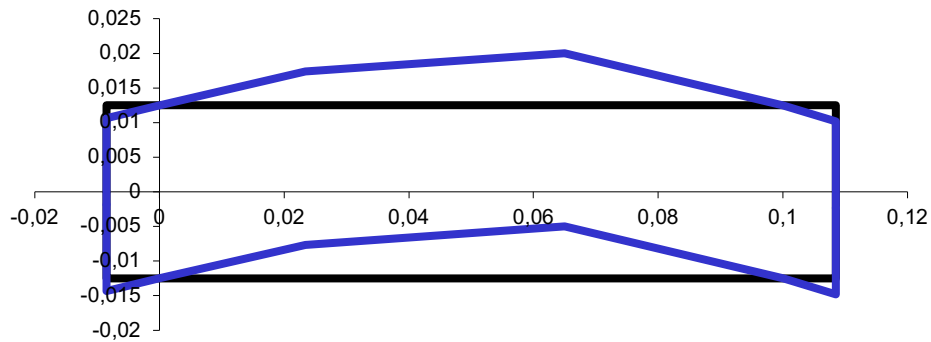


Fig. 03.2.3.2.7

DEFORMACIÓN ANGULAR (rad)

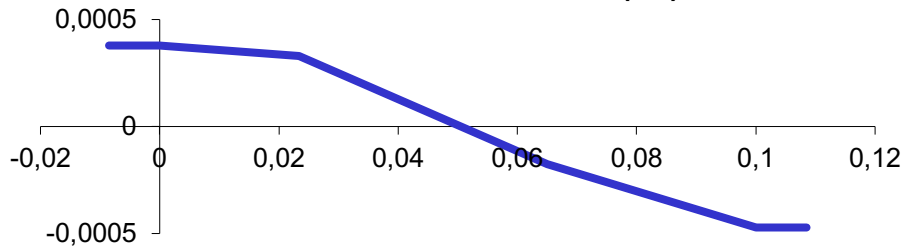


Fig. 03.2.3.2.8

DEFLEXIÓN (m)

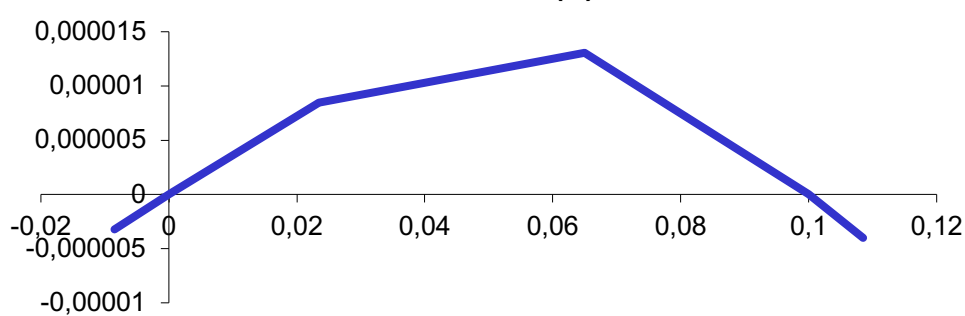


Fig. 03.2.3.2.9

SENTIDO ANTIHORARIO PLANO ZX

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	8,79E-05	-7,473E-07
2	0,00000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	8,79E-05	0,000E+00
3	0,02340	0,02500	1228,38	-7,49	15,02	22,51	4,43E-05	1,717E-06
4	0,06500	0,02500	-1068,04	14,97	-1,89	-16,86	-6,22E-05	4,692E-07
5	0,10000	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10E-05	0,000E+00
6	0,10850	0,02500	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10E-05	9,363E-08

Tabla 03.2.3.2.2

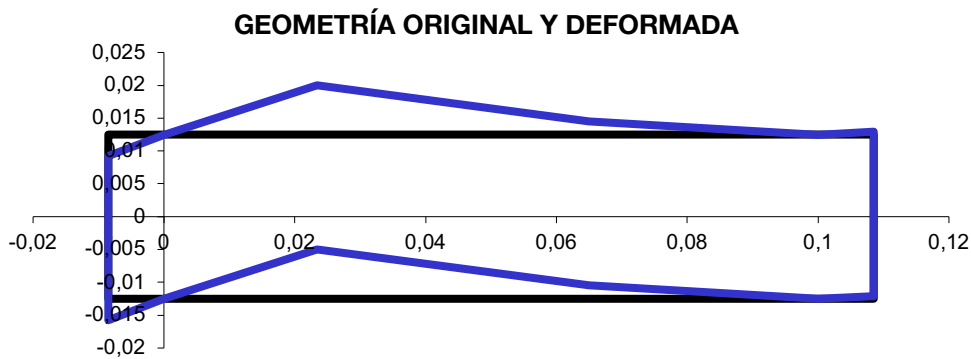


Fig. 03.2.3.2.10

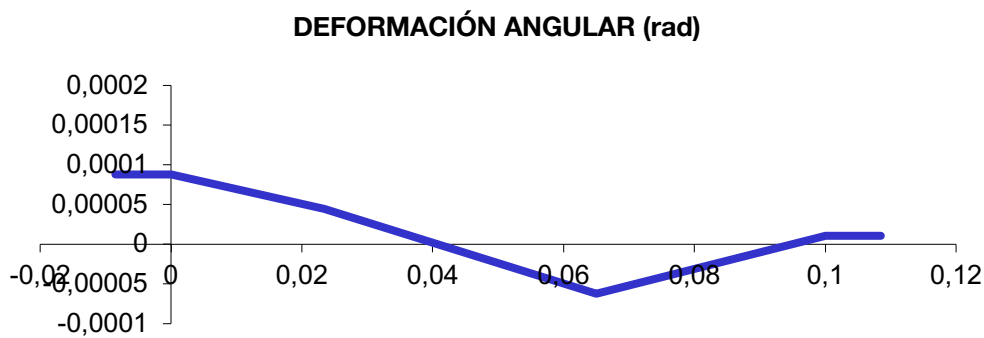


Fig. 03.2.3.2.10

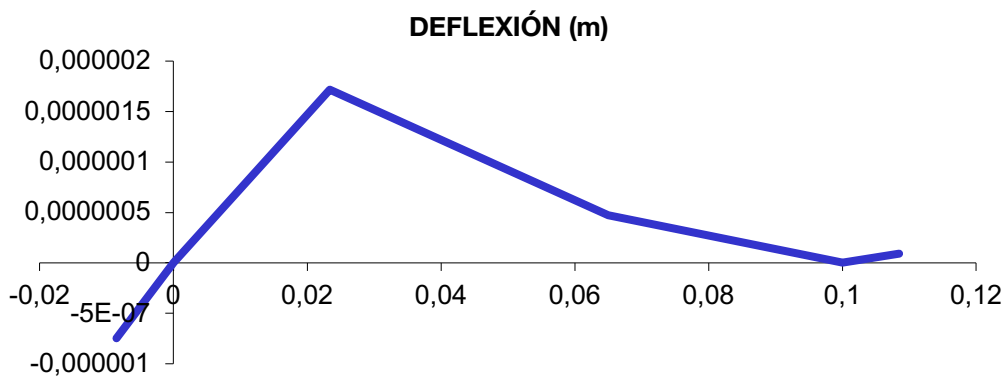


Fig. 03.2.3.2.11

03.2.3.3.- EJE INTERMEDIO

SENTIDO HORARIO PLANO ZY

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34E-05	-1,135E-07
2	0,00000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34E-05	0,000E+00
3	0,00850	0,03400	0,00	0,00	-0,59	-0,59	1,37E-05	1,144E-07
4	0,04150	0,03400	0,00	0,00	-2,86	-2,86	1,78E-05	6,181E-07
5	0,06500	0,03000	1068,04	-44,28	-4,48	39,80	2,41E-05	1,104E-06
6	0,10000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,94E-05	0,000E+00
7	0,10850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,94E-05	-5,045E-07

Tabla 03.2.3.3.1

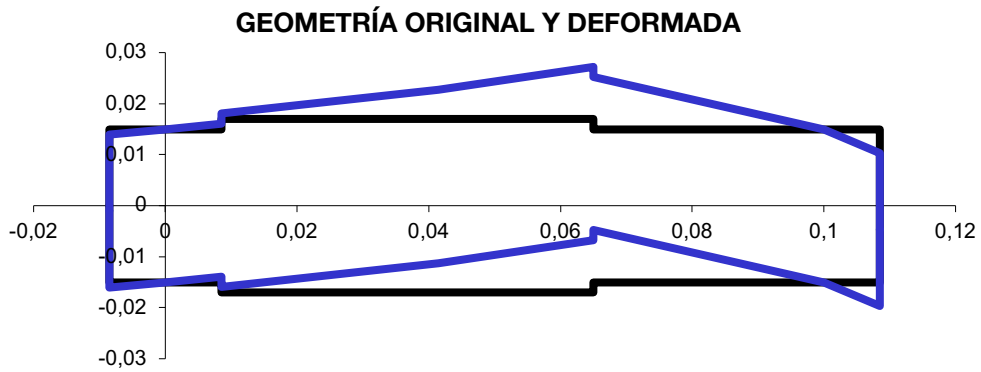


Fig. 03.2.3.3.1

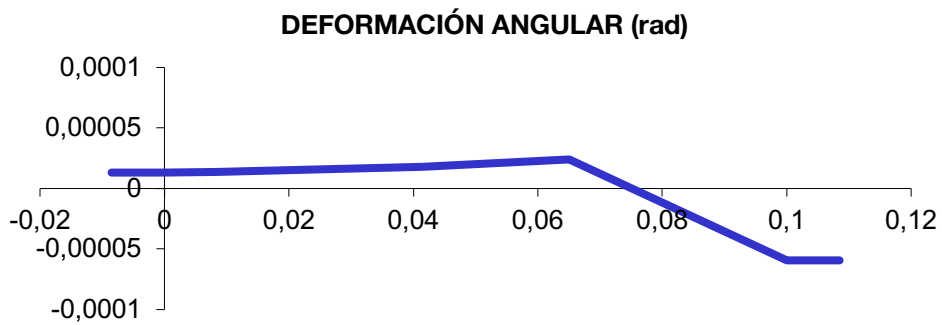


Fig. 03.2.3.3.2

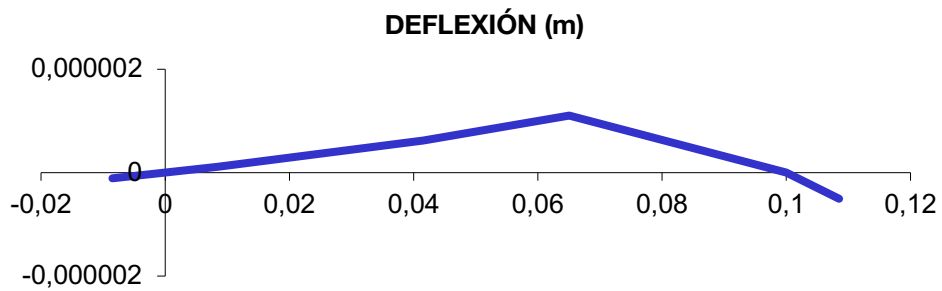


Fig. 03.2.3.3.3

SENTIDO HORARIO PLANO ZX

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21E-04	-1,027E-06
2	0,00000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21E-04	0,000E+00
3	0,00850	0,03400	0,00	0,00	8,54	8,54	1,17E-04	1,015E-06
4	0,04150	0,03400	0,00	0,00	41,69	41,69	5,63E-05	4,085E-06
5	0,06500	0,03000	2870,30	0,00	65,30	65,30	-3,49E-05	4,416E-06
6	0,10000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,72E-04	0,000E+00
7	0,10850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,72E-04	-1,460E-06

Tabla 03.2.3.3.2

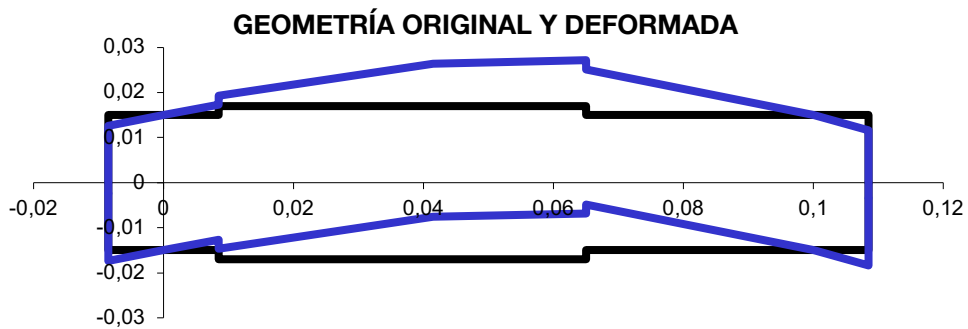


Fig. 03.2.3.3.4

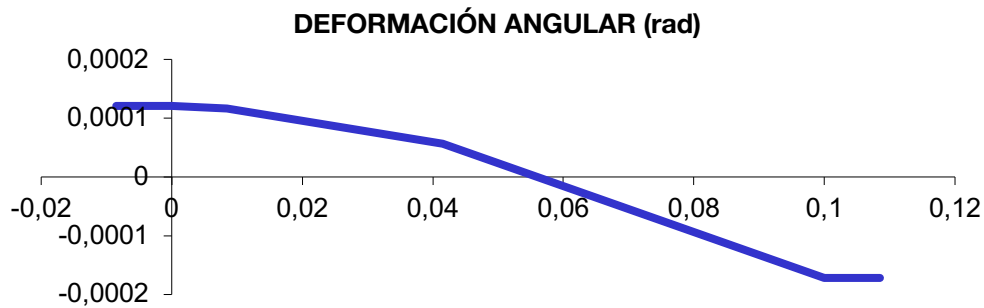


Fig. 03.2.3.3.5

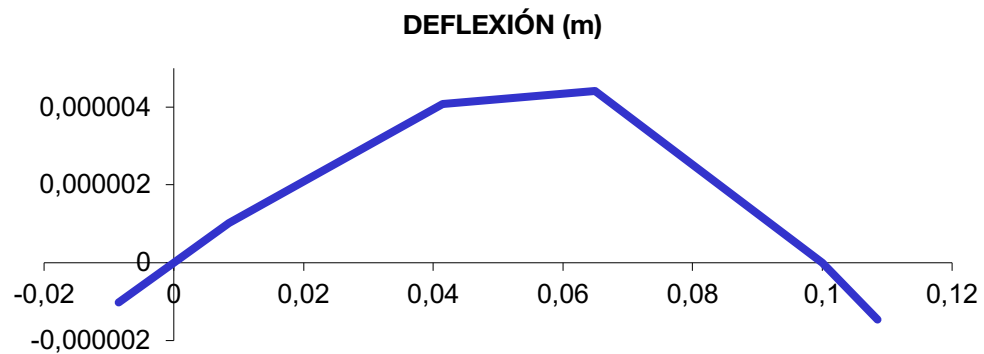


Fig. 03.2.3.3.6

SENTIDO ANTIHORARIO PLANO ZY

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	7,66E-05	-6,509E-07
2	0,00000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	7,66E-05	0,000E+00
3	0,00850	0,03400	0,00	0,00	6,94	6,94	7,30E-05	6,409E-07
4	0,04150	0,03400	0,00	0,00	33,89	33,89	2,41E-05	2,422E-06
5	0,06500	0,03000	1068,04	44,28	53,08	8,80	-5,00E-05	2,182E-06
6	0,10000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,85E-05	0,000E+00
7	0,10850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,85E-05	-5,821E-07

Tabla 03.2.3.3.3

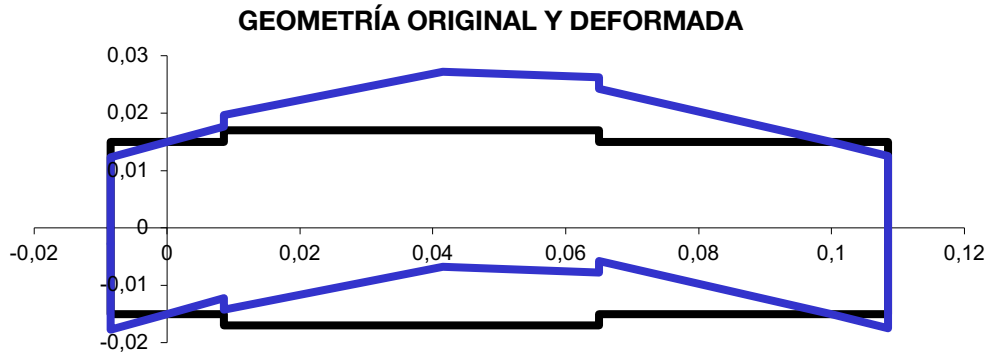


Fig. 03.2.3.3.7

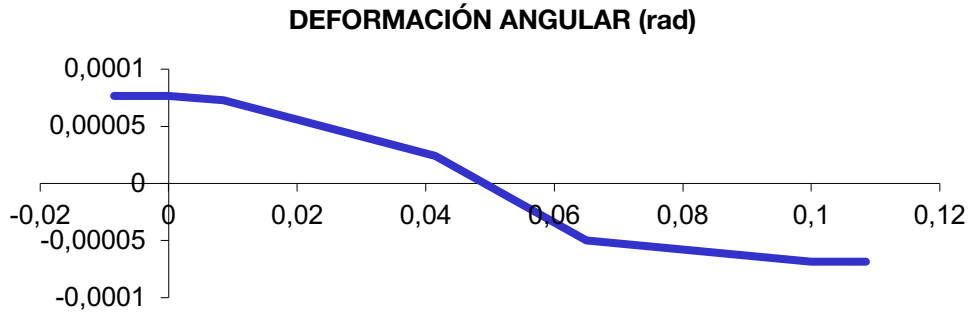


Fig. 03.2.3.3.8

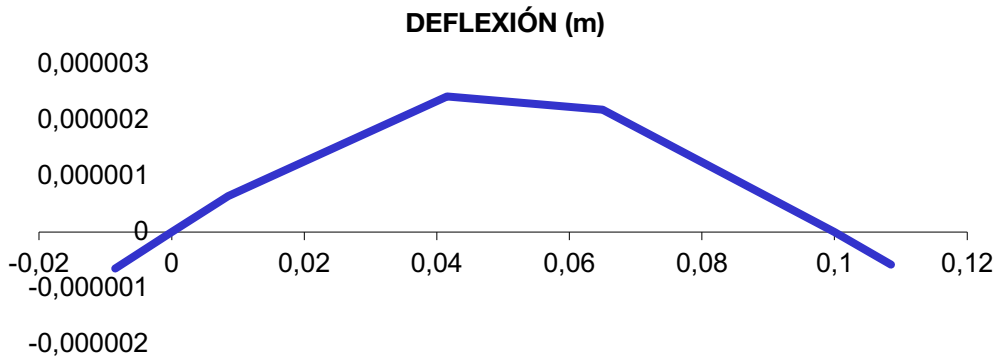


Fig. 03.2.3.3.9

SENTIDO ANTIHORARIO PLANO ZX

Sección (i)	Cotas de secciones (m)	Diámetro entre i e i+1 (m)	Fuerza en sección (N)	Momento en sección (N·m)	Diagrama de momentos		Deformación angular (rad)	Deflexión (m)
					Anterior (N·m)	Posterior (N·m)		
1	-0,00850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,21E-04	1,027E-06
2	0,00000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,21E-04	0,000E+00
3	0,00850	0,03400	0,00	0,00	-8,54	-8,54	-1,16E-04	-1,015E-06
4	0,04150	0,03400	0,00	0,00	-41,69	-41,69	-5,63E-05	-4,085E-06
5	0,06500	0,03000	-2870,20	0,00	-65,30	-65,30	3,49E-05	-4,415E-06
6	0,10000	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72E-04	0,000E+00
7	0,10850	0,03000	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72E-04	1,460E-06

Tabla 03.2.3.3.4

GEOMETRÍA ORIGINAL Y DEFORMADA

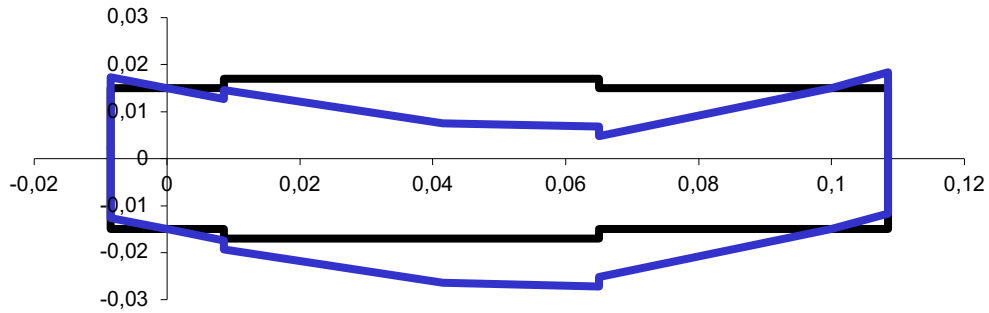


Fig. 03.2.3.3.10

DEFORMACIÓN ANGULAR (rad)

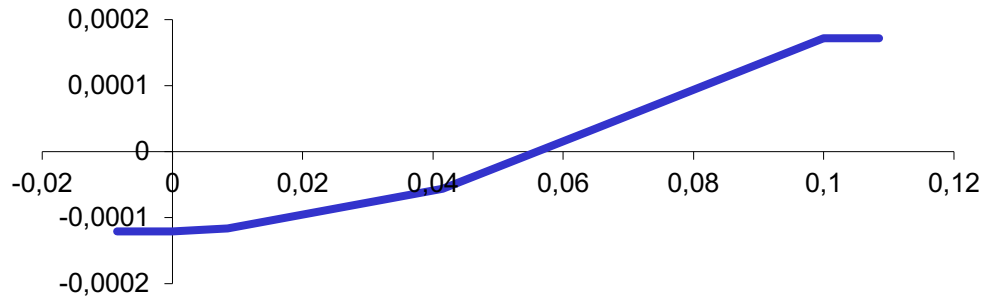


Fig. 03.2.3.3.11

DEFLEXIÓN (m)

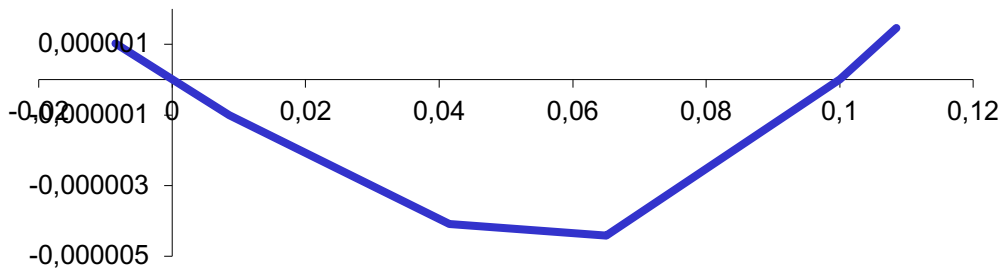


Fig. 03.2.3.3.12

Tras el análisis de los diferentes puntos críticos de los diferentes ejes en los diferentes sentidos de giro podemos observar que cumple con los requerimientos establecidos en al inicio:

- La deformación lateral por flexión en los ejes no debe superar 1mm/m.
- La separación en engranajes de dientes helicoidales 0,005mm.
- La pendiente máxima en rodamientos rígidos de bolas será de 0,001 radianes.

Podemos decir de esta forma que los valores obtenidos se consideran aceptables respecto al calculo de deflexión.

03.3.- Selección y cálculo de los rodamientos

Los cálculos para la selección del rodamiento se hacen partiendo de un rodamiento preseleccionado a partir del diámetro del eje obtenido anteriormente, en este caso se utilizarán unos rodamientos rígidos de bolas seleccionados del fabricante SKF.

Para ello en primer lugar calcularemos la vida del rodamiento utilizando la formula *Ecuación 4.1* y despejaremos el valor de la capacidad de carga dinámica, si este valor es menor que el del rodamiento seleccionado dicho rodamiento será válido.

$$L = a_{iso} \cdot a_1 \cdot L_{10} = a_{iso} \cdot a_1 \cdot \left(\frac{C}{F_{eq}} \right)^q \rightarrow C = \left[\frac{L}{10^6 \cdot a_1 \cdot a_{iso}} \right]^{1/q} \cdot F_{eq} \quad \text{Ecuación 03.3.1}$$

Este valor de carga dinámica deberá ser menor que la carga dinámica del rodamiento seleccionado para que la selección sea válida.

A continuación, haremos los cálculos para el apoyo A del eje de entrada con un rodamiento preseleccionado, y después haremos una tabla resumen con los rodamientos seleccionados para los diferentes ejes.

El rodamiento seleccionado como primera aproximación para el eje de entrada será el W61704 R-2ZS que tiene las siguientes características:

- d = 20mm
- D = 27mm
- B = 4mm
- C = 585N
- C₀ = 390N
- P_u = 17N
- f₀ = 8,7

De tal forma vamos primero a calcular los factores de los que depende la carga dinámica, que son:

1. **a₁** es el factor de fiabilidad, y corrige la fiabilidad del rodamiento para vidas mayores que las nominales, por lo tanto para que nuestro rodamiento seleccionado tenga una vida nominal que el 98% de los rodamientos antes de producir un fallo aplicaremos un factor de fiabilidad **a₁ = 0,37**.

2. **n** es la velocidad angular que tendrá el eje en rpm, en nuestro caso **3000rpm**.
3. **L** vida en horas del rodamiento que se recomienda en máquinas de servicio continuo las 24 horas.

Tipo de aplicación	Vida (horas·1000)
Instrumentos y similares de uso frecuente	Hasta 0,5
Electrodomésticos	1-2
Motores de aviación	2-4
Máquinas de periodos de servicio corto o intermitente, donde la interrupción del servicio es de escasa importancia	4-8
Máquinas de uso intermitente en las que su funcionamiento fiable sea de gran importancia	8-14
Máquinas con servicios de 8h que no se usan siempre a plena carga	14-20
Máquinas con servicios de 8h que se usan a plena carga	20-30
Máquinas de servicio continuo las 24h	50-60
Máquinas de servicio continuo las 24h, en las que el funcionamiento fiable sea de extrema importancia	100-200

Tabla 03.3.1

En nuestro diseño la aplicación de los rodamientos es para una máquina con servicios de 8h que se usan a plena carga por lo que se espera que tengan una vida de **25.000 horas**.

4. **q** es la constante aplicada al tipo de rodamiento, en nuestro diseño se trata de rodamientos de una hilera de bolas, por lo que tienen un contacto puntual, y les corresponde un valor para **q=3**.

5. **F_{eq}** es la fuerza equivalente transmitida por el eje que tiene efecto sobre los rodamientos.

Se analizarán las fuerzas para cada uno de los sentidos de giro en los diferentes apoyos de cada eje, se tratará de utilizar el mismo tipo de rodamiento en ambos apoyos de un mismo eje para reducir elementos y unificar referencias.

6. **a_{iso}** es el factor por condiciones de trabajo, tendrá en cuenta el funcionamiento del rodamiento en función de la viscosidad, de las condiciones de limpieza del lubricante, de las dimensiones del rodamiento y la velocidad de trabajo.

Para la lubricación se ha utilizado un lubricante ISO VG460, que tiene una viscosidad de trabajo a 40° de 460mm²/s y una viscosidad de trabajo a 100° de 30,5 mm²/s (las especificaciones del lubricante se pueden ver en el Anexo 08).

Primero debemos calcular la viscosidad del lubricante para la temperatura de funcionamiento de los rodamientos, en este caso de 75°, que en ningún caso

superará los 85°C. Para ello aplicaremos la ecuación de Walther que muestra la relación entre viscosidad y temperatura.

$$\log(\log(v + 0,7)) = A - B \cdot \log(T^a) \quad \text{Ecuación 03.3.2}$$

Donde A y B son constante específicas de cada lubricante que se obtienen a partir de las condiciones de viscosidad del lubricante a diferentes temperaturas:

$$v_A = v(40^\circ) = 460 \text{ mm}^2/\text{s} \quad \text{Ecuación 03.3.3}$$

$$v_B = v(100^\circ) = 30,5 \text{ mm}^2/\text{s} \quad \text{Ecuación 03.3.4}$$

$$B = \frac{\log(\log(v_B + 0,7)) - \log(\log(v_A + 0,7))}{\log(T_A^a) - \log(T_B^a)} = 3,29 \quad \text{Ecuación 03.3.5}$$

$$A = \log(\log(v_B + 0,7)) + B \cdot \log(T_B^a) = 8,65 \quad \text{Ecuación 03.3.6}$$

De esta forma obtendremos una viscosidad cinemática a 75° (temperatura de trabajo):

$$v(75^\circ) = 10^{10(A - B \cdot \log(T^a))} - 0,7 = 74,255 \text{ mm}^2/\text{s} \quad \text{Ecuación 03.3.7}$$

A continuación, necesitaremos calcular la viscosidad relativa, para comprobar si el valor de Kappa es mayor de 0,4, de no ser así existirá un contacto ente elementos solidos del rodamiento, que nos obligaría a utilizar aditivos en el lubricante para aumentar el valor de K.

$$v_1 = \frac{4500}{\sqrt{d_m \cdot n}} \text{ para } n \geq 1000 \text{ rpm} \rightarrow v_1 = 16,95 \text{ mm}^2/\text{s} \quad \text{Ecuación 03.3.8}$$

$$d_m = \frac{d + D}{2} = \frac{20 + 27}{2} = 23,5 \text{ mm} \quad \text{Ecuación 03.3.9}$$

$$K = \frac{v(75^\circ)}{v_1} = \frac{74,255}{16,95} = 4,38$$

$$\rightarrow \text{aproximamos a 4, que es el valor máximo} \quad \text{Ecuación 03.3.10}$$

Si el valor de K es mayor de 4, cogemos su valor máximo en la gráfica, que es de 4. El valor de a_{ISO} se obtendrá de la siguiente grafica:

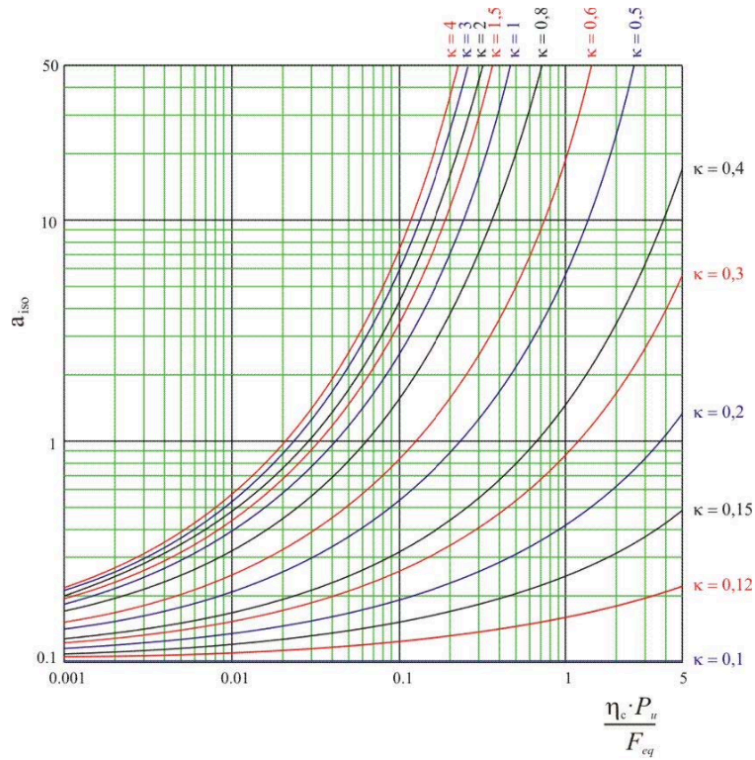


Fig. 03.3.1

El factor de contaminación lo obtendremos de la siguiente tabla:

Condición	$d_m < 100$ (mm)	$d_m \geq 100$ (mm)
Limpieza extrema	1	1
Gran limpieza	0,8 ... 0,6	0,9 ... 0,8
Limpieza normal	0,6 ... 0,5	0,8 ... 0,6
Contaminación ligera	0,5 ... 0,3	0,6 ... 0,4
Contaminación típica	0,3 ... 0,1	0,4 ... 0,2
Contaminación alta	0,1 ... 0	0,1 ... 0
Contaminación muy alta	0	0

$$\eta_c = 0,55$$

$$\frac{\eta_c \cdot P_u}{F_{eq}} = 0,01$$

Tabla 03.3.2

$f_0 \cdot F_d / C_o$	e	$F_d / F_r > e$	
		x	y
0.172	0.19	0.56	2.30
0.345	0.22	0.56	1.99
0.689	0.26	0.56	1.71
1.03	0.28	0.56	1.55
1.38	0.30	0.56	1.45
2.07	0.34	0.56	1.31
3.45	0.38	0.56	1.15
5.17	0.42	0.56	1.04
6.89	0.44	0.56	1.00

Tabla 03.3.3

$$\frac{f_o \cdot F_a}{C_0} = \frac{8,7 \cdot 248,18}{390} = 5,54 \rightarrow e = 0,45 \quad \text{Ecuación 03.3.11}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{248,18}{924,45} = 0,27 \rightarrow e > \frac{F_a}{F_r} \rightarrow F_{eq} = F_r \quad \text{Ecuación 03.3.12}$$

Con estos datos podemos obtener de la grafica el valor de a_{iso} que será de 0,47.

El valor de carga dinámica es de 27343,52N y el valor máximo de la carga dinámica del rodamiento seleccionado es de 585N no es un rodamiento válido, por lo que cambiaremos la selección al rodamiento.

03.3.1.- EJE DE ENTRADA

APOYO A

Rodamiento seleccionado: 6004 RLS

C (kN)	C ₀ (kN)	P _u (kN)	f ₀	d (mm)	D (mm)	B (mm)
9,95	5	0,212	14	20	42	12

Tabla 03.3.1.1

Sentido de giro Horario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	3000	25000	3	248,18	924,45
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
31	14,76	61,17	4,15	0,695	0,27
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
0,268	924,45	0,55	0,126	11	9,56

Tabla 03.3.1.2

Sentido de giro Antihorario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	3000	25000	3	248,18	958,44
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
31	14,76	61,17	4,15	0,695	0,27
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
0,259	958,44	0,55	0,122	11	9,91

Tabla 03.3.1.3

Este rodamiento es valido para el apoyo A en el eje de entrada en los dos sentidos de giro del motor.

APOYO B

Rodamiento seleccionado: 6004 RLS

C (kN)	C ₀ (kN)	P _u (kN)	f ₀	d (mm)	D (mm)	B (mm)
9,95	5	0,212	14	20	42	12

Tabla 03.3.1.4

Sentido de giro Horario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	3000	25000	3	-	325,7
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
31	14,76	61,17	4,15	-	-
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
-	325,7	0,55	0,358	50	2,03

Tabla 03.3.1.5

Sentido de giro Antihorario

a_1	n (rpm)	L (h)	q	F_a (N)	F_r (N)
0,37	3000	25000	3	-	292,04
d_m (mm)	v_1 (mm ² /s)	$v(75^\circ)$ (mm ² /s)	K	$f_o \cdot F_a / C_0$	e
31	14,76	61,17	4,15	-	-
F_a / F_r	F_{eq} (N)	n_c	$n_c \cdot P_u / F_{eq}$	a_{iso}	$C_{necesaria}$ (kN)
-	292,04	0,55	0,4	50	1,82

Tabla 03.3.1.6

Este rodamiento está muy por encima de las necesidades de funcionamiento del apoyo B, pero para unificar rodamientos y reducir costes se colocará el mismo en ambos apoyos del eje de entrada.

03.3.2.- EJE INTERMEDIO

APOYO A

Rodamiento seleccionado: 6205 ETN9

C (kN)	C_0 (kN)	P_u (kN)	f_o	d (mm)	D (mm)	B (mm)
17,8	9,3	0,4	13	25	52	15

Tabla 03.3.2.1

Sentido de giro Horario

a_1	n (rpm)	L (h)	q	F_a (N)	F_r (N)
0,37	1016,95	25000	3	-	1563,22
d_m (mm)	v_1 (mm ² /s)	$v(75^\circ)$ (mm ² /s)	K	$f_o \cdot F_a / C_0$	e
38,5	22,74	61,17	2,69	-	-
F_a / F_r	F_{eq} (N)	n_c	$n_c \cdot P_u / F_{eq}$	a_{iso}	$C_{necesaria}$ (kN)
-	1563,22	0,55	0,141	7,5	12,81

Tabla 03.3.2.2

Sentido de giro Antihorario

a_1	n (rpm)	L (h)	q	F_a (N)	F_r (N)
0,37	1016,95	25000	3	-	961,65
d_m (mm)	v_1 (mm ² /s)	$v(75^\circ)$ (mm ² /s)	K	$f_o \cdot F_a / C_0$	e
38,5	22,74	61,17	2,69	-	-
F_a / F_r	F_{eq} (N)	n_c	$n_c \cdot P_u / F_{eq}$	a_{iso}	$C_{necesaria}$ (kN)
-	961,65	0,55	0,229	30	4,96

Tabla 03.3.2.3

Este rodamiento es valido para el apoyo A en el eje de entrada en los dos sentidos de giro del motor.

APOYO B

Rodamiento seleccionado: 6305 2RZ

C (kN)	C ₀ (kN)	P _u (kN)	f ₀	d (mm)	D (mm)	B (mm)
23,4	11,6	0,49	12	25	62	17

Tabla 03.3.2.4

Sentido de giro Horario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	1016,95	25000	3	858,28	2147,61
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
43,5	21,40	61,17	2,86	0,89	0,27
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
0,4	2590,5	0,55	0,104	6	22,85

Tabla 03.3.2.5

Sentido de giro Antihorario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	1016,95	25000	3	858,28	2005,48
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
43,5	21,40	61,17	2,86	0,89	0,27
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
0,43	2510,91	0,55	0,107	7,1	20,95

Tabla 03.3.2.6

El rodamiento seleccionado para el apoyo A no es valido para el apoyo B, por lo que cogemos el que es valido en los dos sentidos de giro para el apoyo B en ambos apoyos del eje.

03.3.3.- EJE DE SALIDA

APOYO A

Rodamiento seleccionado: 6206 RZ

C (kN)	C ₀ (kN)	P _u (kN)	f ₀	d (mm)	D (mm)	B (mm)
23,4	12,9	0,54	13	30	62	16

Tabla 03.3.3.1

Sentido de giro Horario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	343,76	25000	3	-	1006,98
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
46	51,03	61,17	1,2	-	-
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
-	1006,98	0,55	0,295	50	3,05

Tabla 03.3.3.2

Sentido de giro Antihorario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	343,76	25000	3	-	2036,62
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
46	51,03	61,17	1,2	-	-
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
-	2036,62	0,55	0,146	6,4	12,25

Tabla 03.3.3.3

Este rodamiento es valido para el apoyo A en el eje de entrada en los dos sentidos de giro del motor.

APOYO B

Rodamiento seleccionado: 6306 2RZ

C (kN)	C ₀ (kN)	P _u (kN)	f ₀	d (mm)	D (mm)	B (mm)
29,6	16	0,67	13,1	30	72	19

Tabla 03.3.3.4

Sentido de giro Horario

a ₁	n (rpm)	L (h)	q	F _a (N)	F _r (N)
0,37	343,76	25000	3	610,10	2184,91
d _m (mm)	v ₁ (mm ² /s)	v(75°) (mm ² /s)	K	f ₀ · F _a /C ₀	e
51	48,47	61,17	1,26	0,5	0,27
F _a /F _r	F _{eq} (N)	n _c	n _c · P _u /F _{eq}	a _{iso}	C _{necesaria} (kN)
0,279	2210,08	0,55	0,167	7,5	12,61

Tabla 03.3.3.5

Sentido de giro Antihorario

a₁	n (rpm)	L (h)	q	F_a (N)	F_r (N)
0,37	343,76	25000	3	610,1	1035,58
d_m (mm)	v₁(mm²/s)	v(75°)(mm²/s)	K	f₀ · F_a/C₀	e
51	48,47	61,17	1,26	0,5	0,27
F_a/F_r	F_{eq} (N)	n_c	n_c·P_u/F_{eq}	a_{iso}	C_{necesaria} (kN)
0,59	1566,46	0,55	0,235	12	7,64

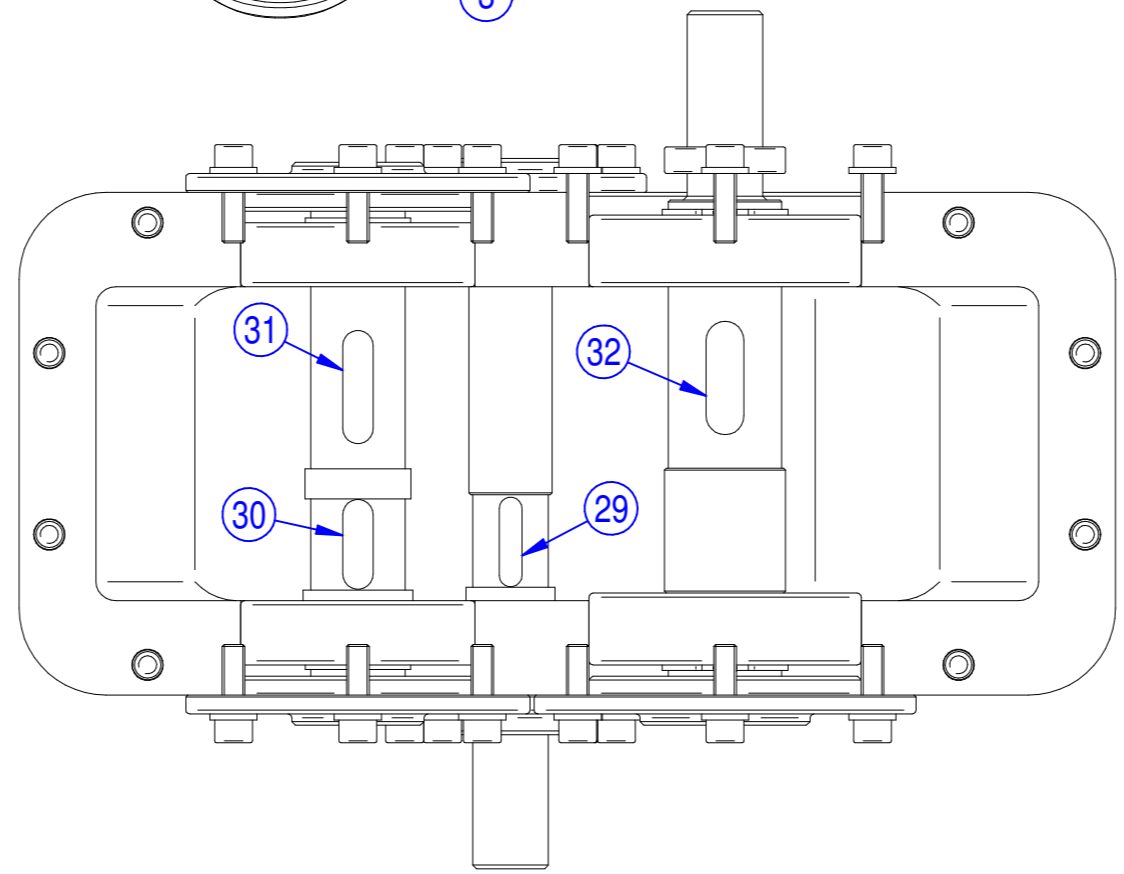
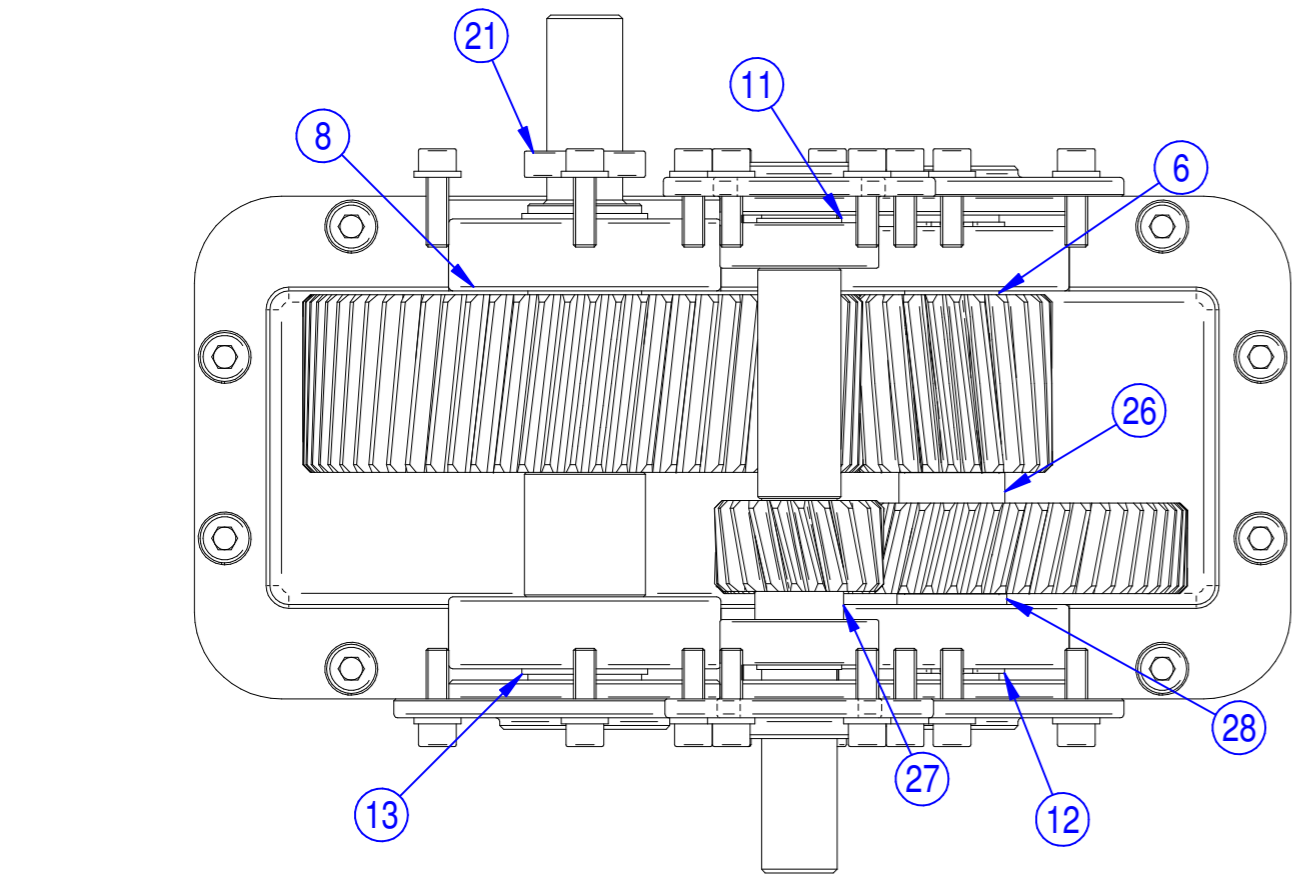
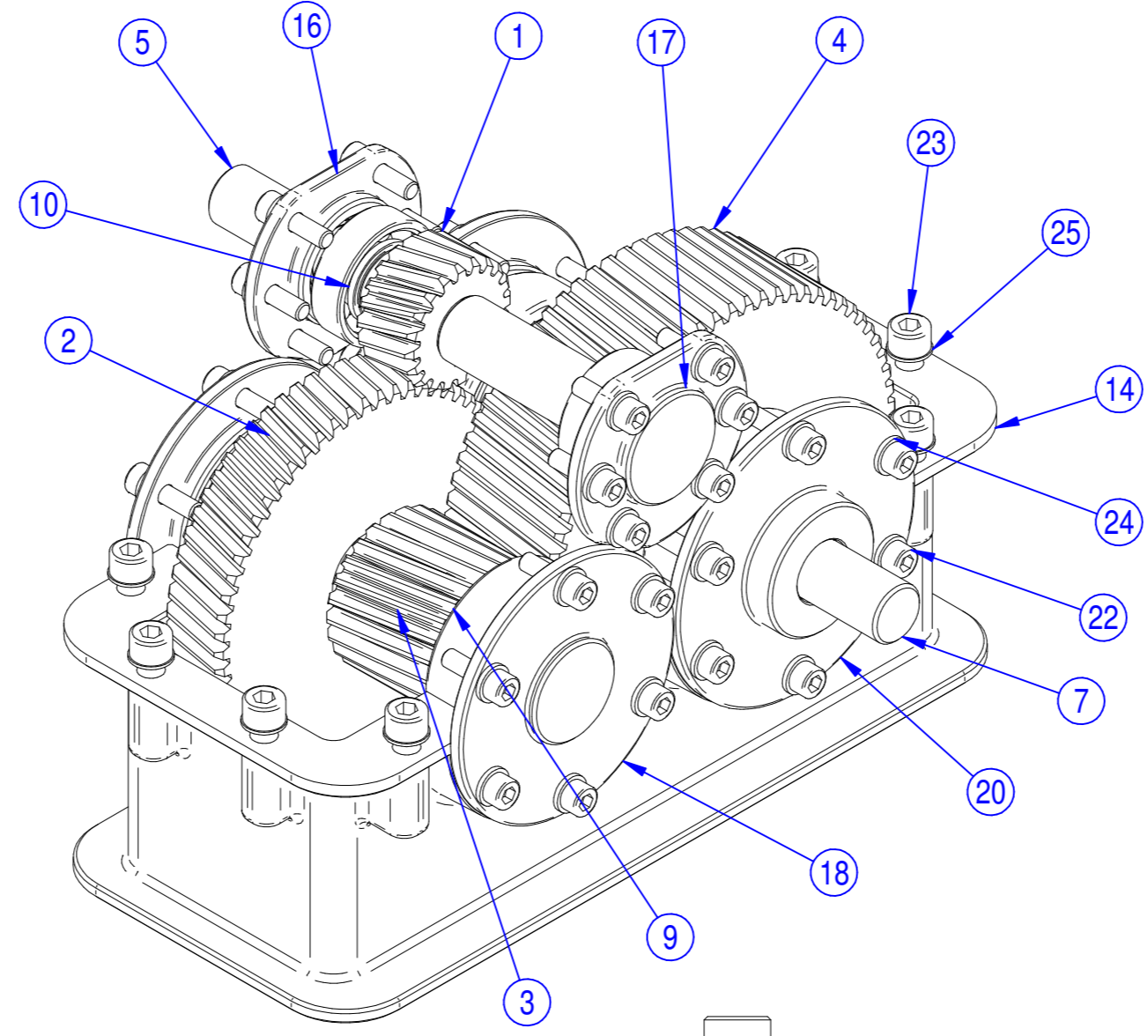
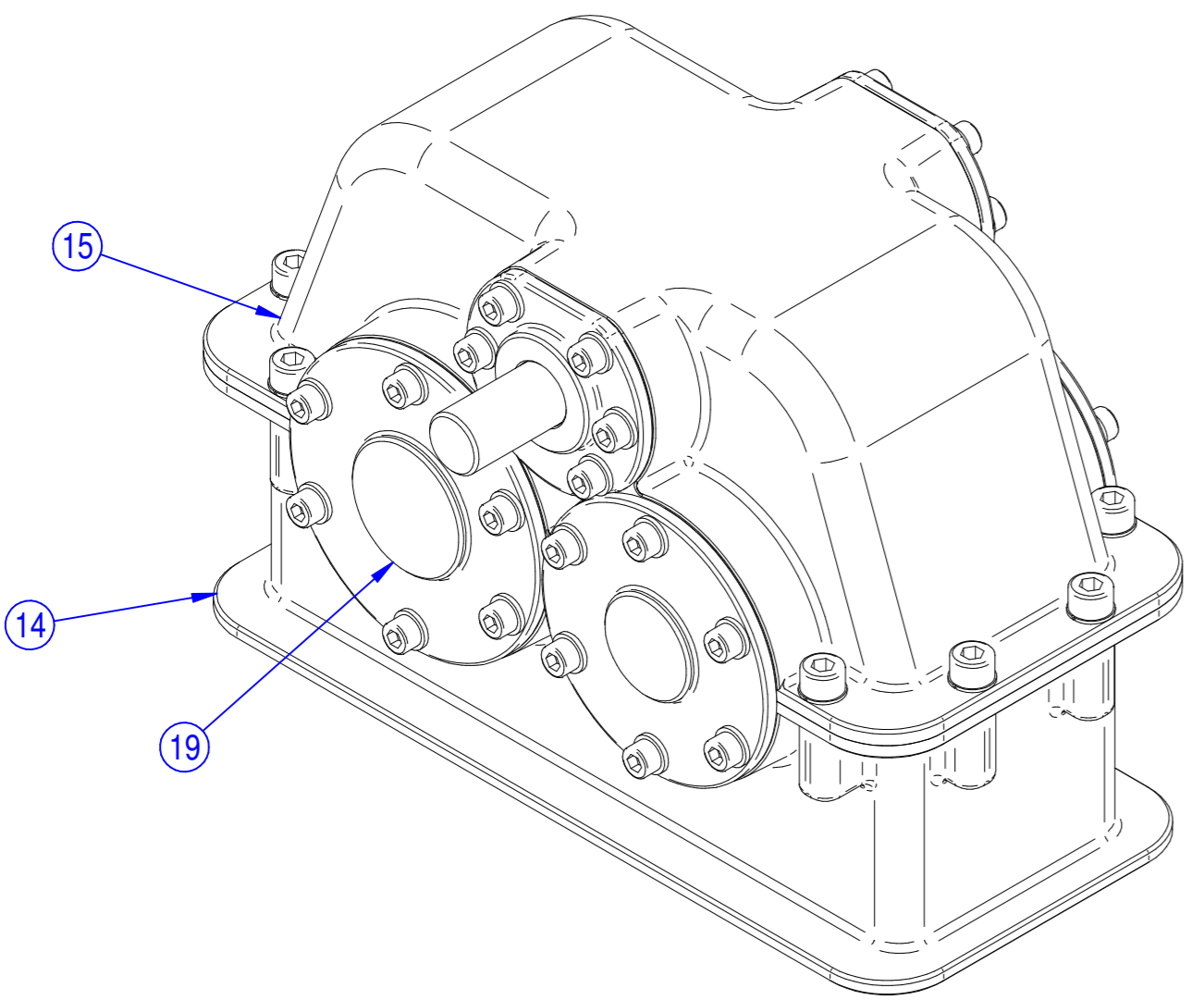
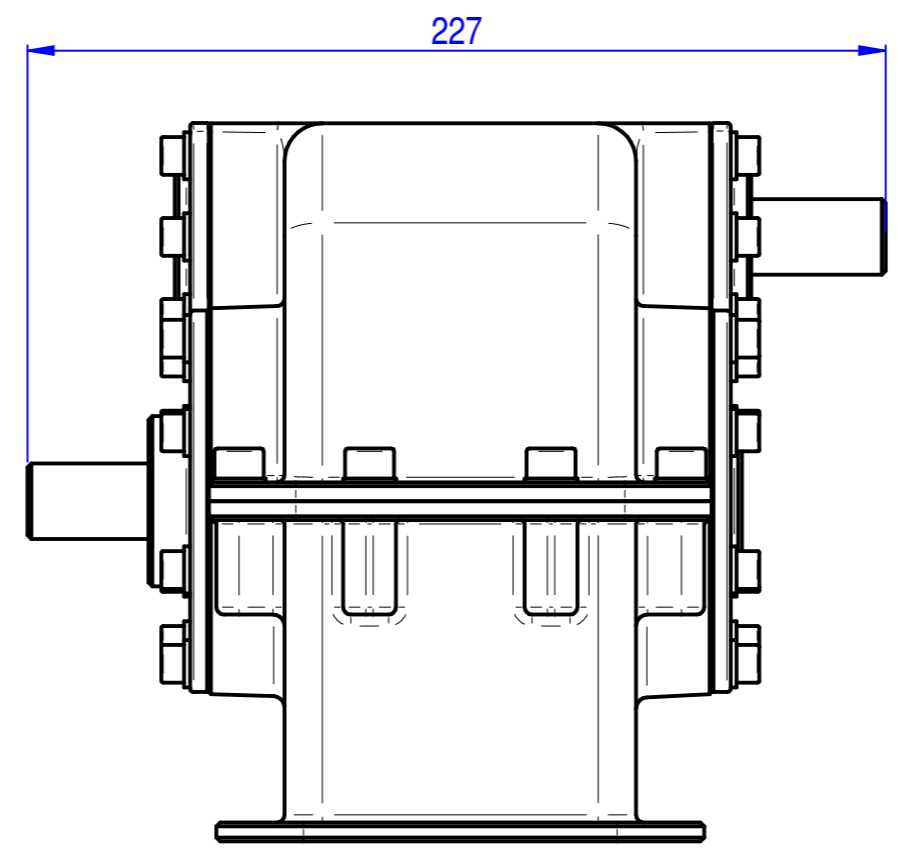
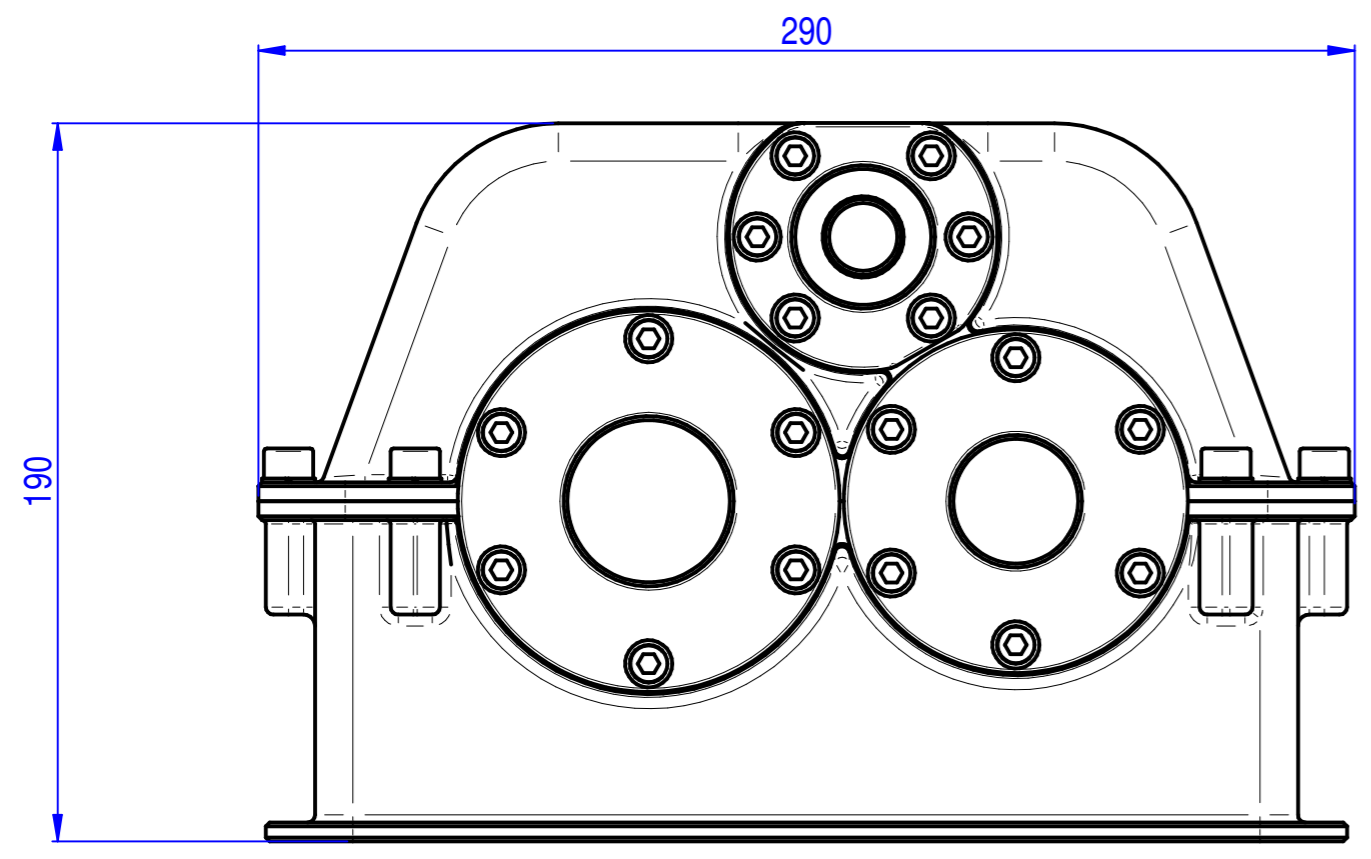
Tabla 03.3.3.6

El rodamiento seleccionado para el apoyo A no es válido para el apoyo B, por lo que cogemos el que si lo es en los dos sentidos de giro para el apoyo B en ambos apoyos del eje.

II.- PLANOS

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



ID	#	CÓDIGO / PN:	NOMBRE / DESIGNATION:	MATERIAL
1	1	SM002	ENGRANAJE 1E 20Z 2M 24B	Acero
2	1	SM003	ENGRANAJE 1E 59Z 2M 24B	Acero
3	1	SM004	ENGRANAJE 2E 24Z 2M 46B	Acero
4	1	SM005	ENGRANAJE 2E 71Z 2M 46B	Acero
5	1	SM006	EJE DE ENTRADA D20	Acero
6	1	SM007	EJE INTERMEDIO D25	Acero
7	1	SM008	EJE DE SALIDA D30	Acero
8	2	SM009	RODAMIENTO 6306-2RZ	Acero inoxidable
9	2	SM010	RODAMIENTO 6305-2RZ	Acero inoxidable
10	2	SM011	RODAMIENTO 6004-RSL	Acero inoxidable
11	2	SM012	ARANDELA DIN 471 D20	Acero
12	2	SM013	ARANDELA DIN471 D25	Acero
13	2	SM014	ARANDELA DIN471 D30	Acero
14	1	SM015	CARCASA INFERIOR CAJA REDUCTORA	Acero de colada
15	1	SM016	CARCASA SUPERIOR CAJA REDUCTORA	Acero de colada
16	1	SM017	TAPA ENTRADA	Acero
17	1	SM018	TAPA CIEGA ENTRADA	Acero
18	2	SM019	TAPA INTERMEDIA	Acero
19	1	SM020	TAPA CIEGA SALIDA	Acero
20	1	SM021	TAPA SALIDA	Acero
21	2	SM022	RETEN 20x32x7	NBR
22	36	SM023	TORNILLO DIN 912 M6x20	Acero inoxidable
23	8	SM024	TORNILLO DIN 912 M8x25	Acero inoxidable
24	36	SM025	ARANDELA DIN 125 D6	Acero inoxidable
25	8	SM026	ARANDELA DIN 127 D8	Acero inoxidable
26	1	SM027	CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO	Acero
27	1	SM028	CASQUILLO SEPARADOR ENTRADA	Acero
28	1	SM029	CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO PEQ	Acero
29	1	SM030	CHAVETA 6x6x23,75mm	Acero
30	1	SM031	CHAVETA 8x7x23,75mm	Acero
31	1	SM032	CHAVETA 8x7x30mm	Acero
32	1	SM033	CHAVETA 10x8x30mm	Acero

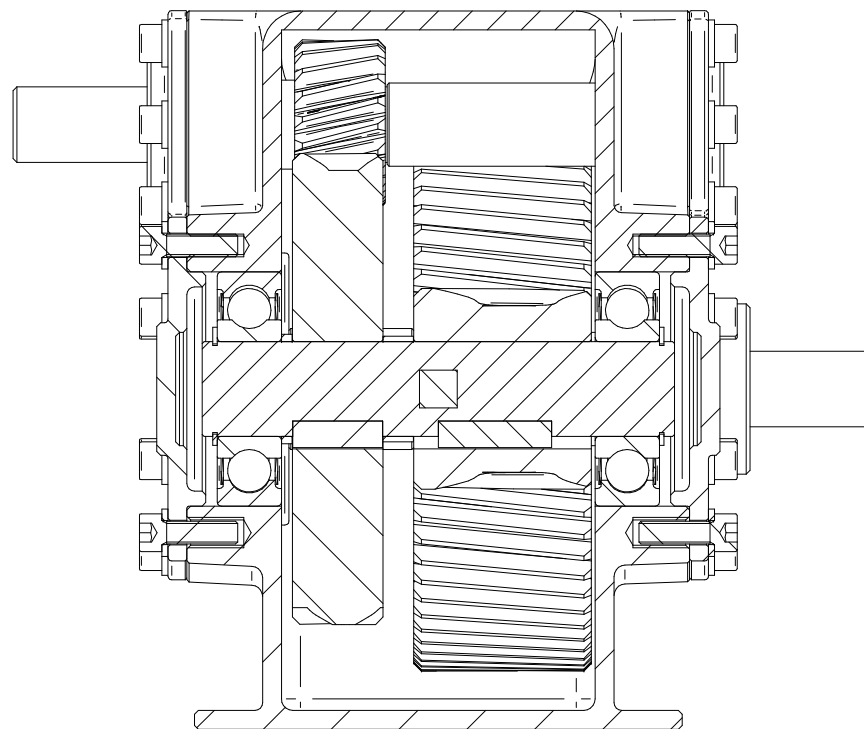
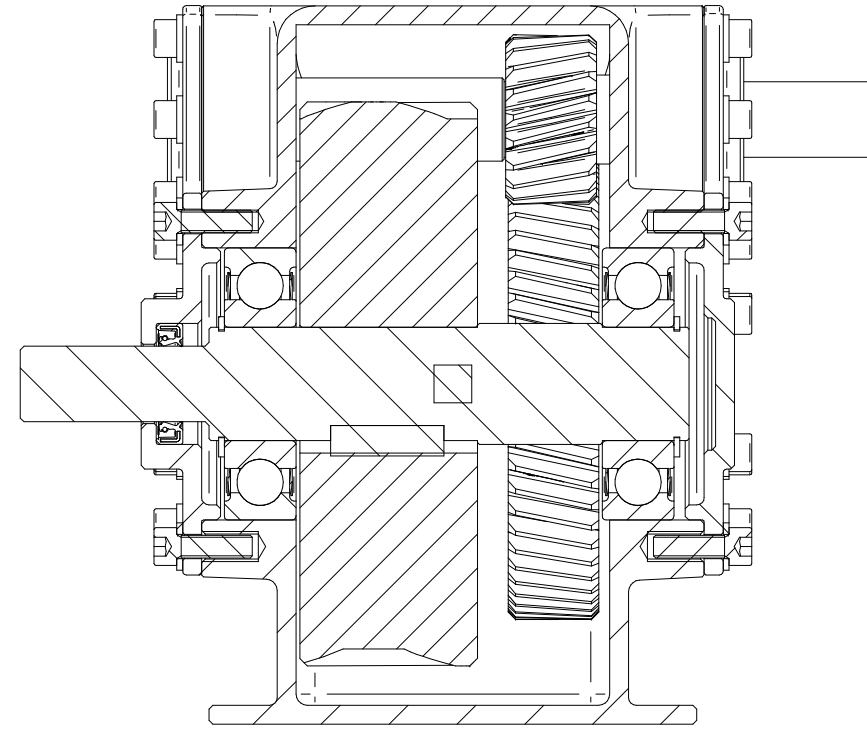
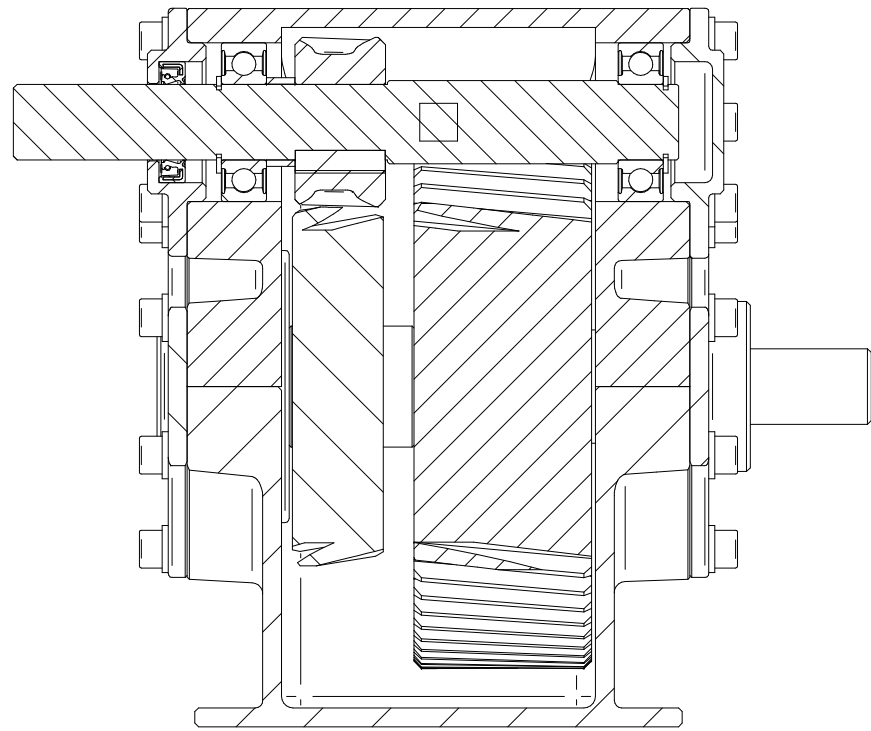
NOTAS:
1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
2.- No se admiten rayas en cara vista.
3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from information of the PDF replaces that of any other file.

REMARKS:
1.- No burrs or sharp edges allowed.
2.- No scratches in external face.
3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2020-11-22		MATERIAL: VER PIEZA / SEE PART, 29,087 kg		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2020-11-22		COLOR: VER PIEZA / SEE PART		CÓDIGO / PN: SM001C	
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		SPEC: VER TABLA / SEE TABLE		VER: V00	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ESCALA / SCALE: 1:2		FORMATO / SHEET: A2		REV: A	
ANGULO / ANGLE: ±1°		COTAS LINEALES EN MILIMETROS / DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION: REDUCTOR	
> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400				
±0,1	±0,2	±0,5	±1,2				

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.






NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

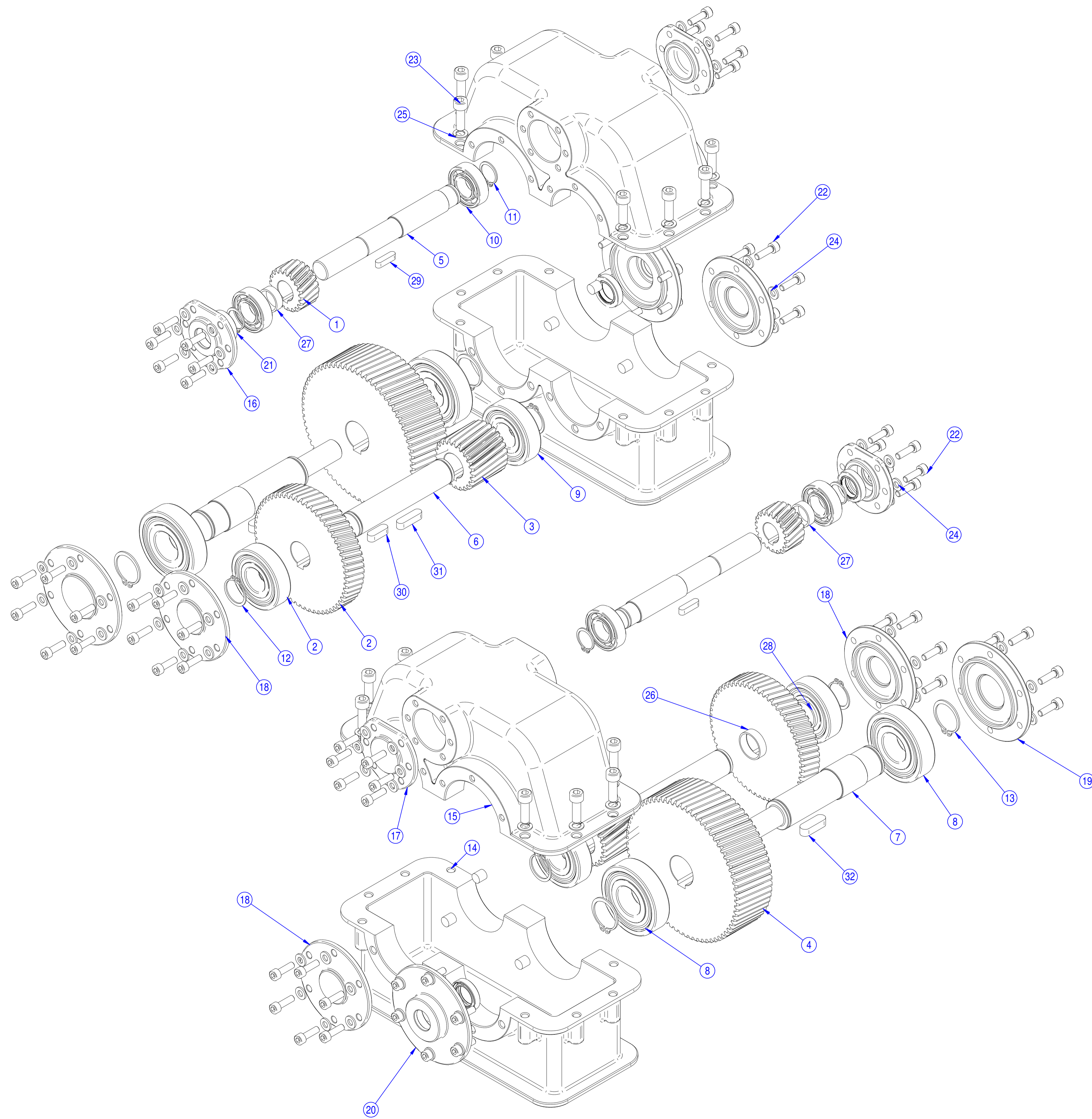
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2020-11-22		MATERIAL , VER PIEZA / SEE PART , 29,087 kg		 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA		CÓDIGO / PN SM001C		VER V00	REV A								
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2020-11-22		COLOR VER PIEZA / SEE PART				CÓDIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -											
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION		ESCALA SCALE 1:2		FORMATO SIZE A3	HOJA SHEET 2														
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ANGULO ANGLE ±1º		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILIMETRES		SI metric  NOMBRE / DESIGNATION: REDUCTOR													
		<table border="1"> <tr> <td>> 0,5 <= 6</td> <td>> 6 <= 30</td> <td>> 30 <= 120</td> <td>> 120 <= 400</td> </tr> <tr> <td>±0,1</td> <td>±0,2</td> <td>±0,5</td> <td>±1,2</td> </tr> </table>		> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400	±0,1	±0,2	±0,5	±1,2								
> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400																
±0,1	±0,2	±0,5	±1,2																
ERP		ET		ET		REV		SUFIJO SUFFIX		DESCRIPCIÓN DESCRIPTION		ESTADO STATUS							
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES													
						A 00		Lanzamiento / (Release)		ACT									

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



ID	#	CÓDIGO / PN:	NOMBRE / DESIGNATION:	MATERIAL
1	1	SM002	ENGRANAJE 1E 20Z 2M 24B	Acero
2	1	SM003	ENGRANAJE 1E 59Z 2M 24B	Acero
3	1	SM004	ENGRANAJE 2E 24Z 2M 46B	Acero
4	1	SM005	ENGRANAJE 2E 71Z 2M 46B	Acero
5	1	SM006	EJE DE ENTRADA D20	Acero
6	1	SM007	EJE INTERMEDIO D25	Acero
7	1	SM008	EJE DE SALIDA D30	Acero
8	2	SM009	RODAMIENTO 6306-2RZ	Acero inoxidable
9	2	SM010	RODAMIENTO 6305-2RZ	Acero inoxidable
10	2	SM011	RODAMIENTO 6004-RSL	Acero inoxidable
11	2	SM012	ARANDELA DIN471 D20	Acero
12	2	SM013	ARANDELA DIN471 D25	Acero
13	2	SM014	ARANDELA DIN471 D30	Acero
14	1	SM015	CARCASA INFERIOR CAJA REDUCTORA	Acero de colada
15	1	SM016	CARCASA SUPERIOR CAJA REDUCTORA	Acero de colada
16	1	SM017	TAPA ENTRADA	Acero
17	1	SM018	TAPA CIEGA ENTRADA	Acero
18	2	SM019	TAPA INTERMEDIA	Acero
19	1	SM020	TAPA CIEGA SALIDA	Acero
20	1	SM021	TAPA SALIDA	Acero
21	2	SM022	RETEN 20x32x7	NBR
22	36	SM023	TORNILLO DIN 912 M6x20	Acero inoxidable
23	8	SM024	TORNILLO DIN 912 M8x25	Acero inoxidable
24	36	SM025	ARANDELA DIN 125 D6	Acero inoxidable
25	8	SM026	ARANDELA DIN 127 D8	Acero inoxidable
26	1	SM027	CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO	Acero
27	1	SM028	CASQUILLO SEPARADOR ENTRADA	Acero
28	1	SM029	CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO PEQ	Acero
29	1	SM030	CHAVETA 6x6x23,75mm	Acero
30	1	SM031	CHAVETA 8x7x23,75mm	Acero
31	1	SM032	CHAVETA 8x7x30mm	Acero
32	1	SM033	CHAVETA 10x8x30mm	Acero

NOTAS:
1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
2.- No se admiten rayas en cara vista.
3.- La información incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

REMARKS:
1.- No burrs or sharp edges allowed.
2.- No scratches in external face.
3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP	ET	ET	REV	SUFJNO SUFFIX	DESCRIPCION DESCRIPTION	ESTADO STATUS
CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES			
DISEÑADO POR / DESIGNED BY:	FECHA / DATE:	MATERIAL	VER PIEZA / SEE PART, 22,376 kg			
DIBUJADO POR / DRAWN BY:	FECHA / DATE:	COLOR	VER PIEZA / SEE PART			
COTA CRÍTICA / CRITICAL DIMENSION	ESCALA / SCALE: VER TABLA / SEE TABLE					
ANGULO	SI metric NOMBRE / DESIGNATION:					
±1°	REDUCTOR EXPLOSIONADO					

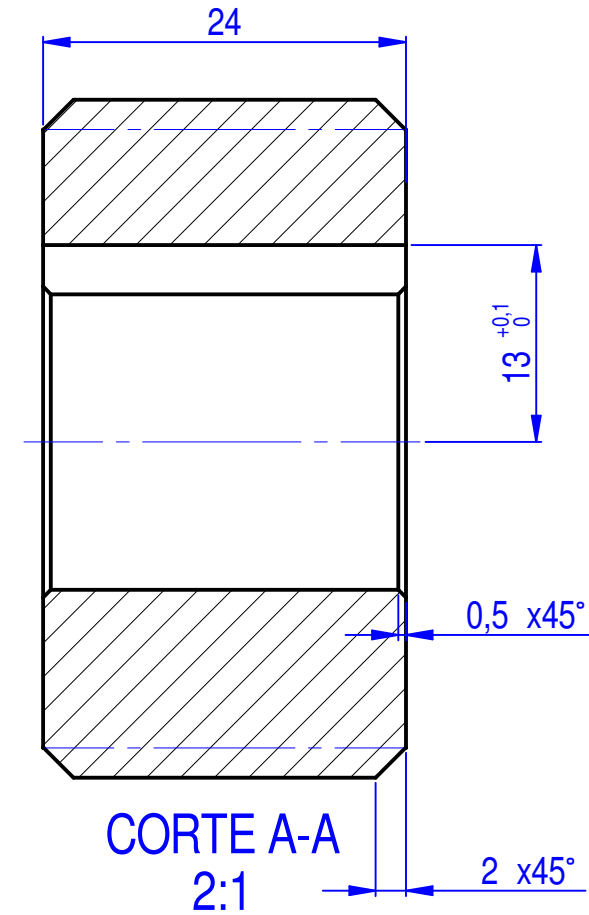
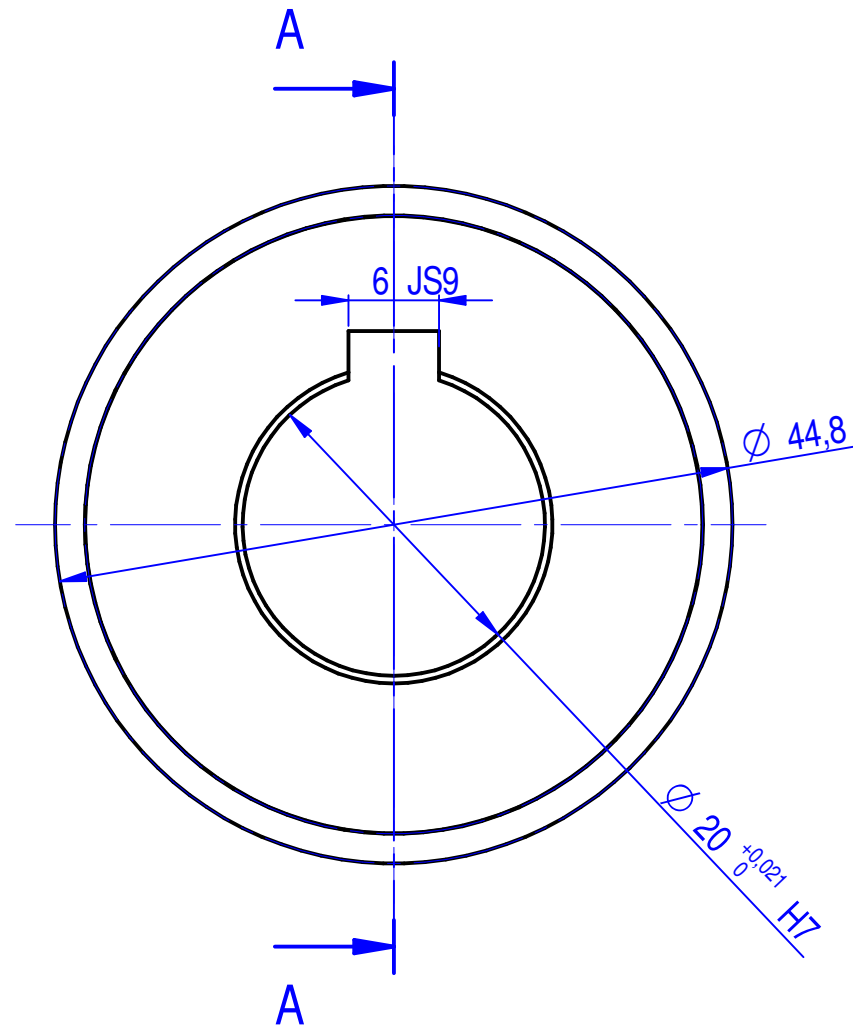
El presente material debe estar exento de sustancias incluídas en el anexo XIV y XVII del "Reglamento Europeo 1907/2006/CE" sobre el Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de productos químicos (REACH) así como de la lista de sustancias candidatas incluídas en la página web de la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA) <http://echa.europa.eu/es/>
El presente material deberá cumplir y estar certificado según la "Directiva 2011/65/UE del parlamento Europeo" sobre restricciones de sustancias peligrosas (R.O.H.S.).
Todos los derechos sobre esta información son propiedad de Zumex Group S.A. Queda prohibido cualquier uso no autorizado.

This material must be free of substances included in Annex XIV, and XVII of the "European Regulation 1907/2006/EC" about the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as well as the candidate list included on the website of the European Chemicals Agency (ECHA) <http://echa.europa.eu/home>
This material shall comply with and be certified according to the "European Parliament Directive 2011/65/UE" Restriction of Hazardous Substances (R.O.H.S.).
All rights on this information are under property of Zumex Group S.A. Any non authorized use is strictly forbidden.



CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.





Datos del engranaje	
Diámetro primitivo	Dp= 40,89
Sentido de la hélice	
Ángulo de hélice	12°
Nº de dientes	z=20
Módulo normal	m=2

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes con chafán 0,5x45°.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

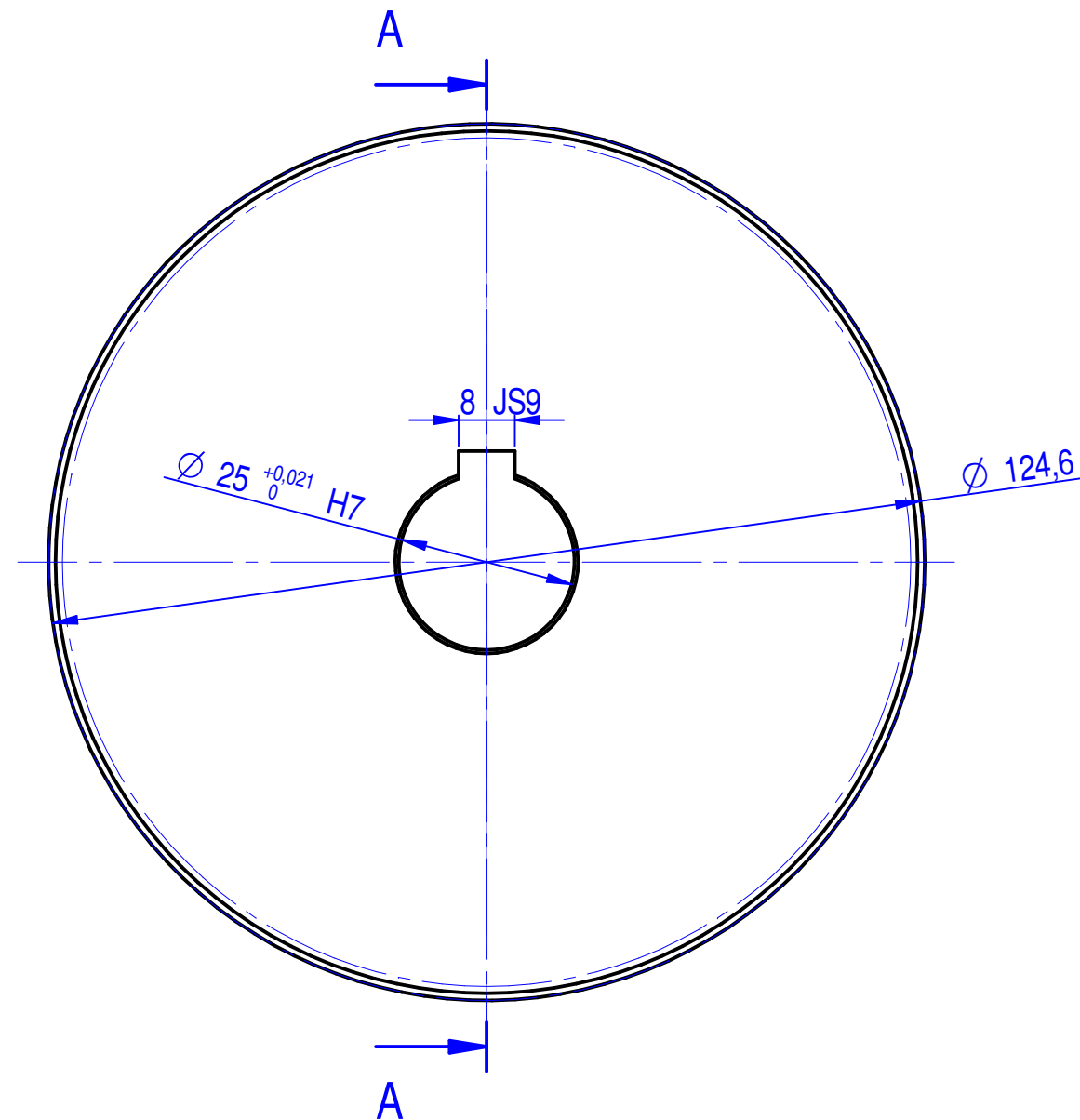
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

				A V00 Lanzamiento / (Release)				ACT	
ERP	ET	ET	REV	SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION			ESTADO STATUS	
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES			
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2020-11-23		MATERIAL ACERO, -, 0.189 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CÓDIGO / PN: SM002 VER: V00 REV: A			
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2020-11-23		COLOR -					
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		SPEC. TEMPLADO Y REVENIDO		ESCALA SCALE 2:1		FORMATO SIZE A3	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS / DIMENSIONS IN MILLIMETRES		HOJA SHEET 1		CODIGO SUSTITUIDO / SUPERSEDED P/N -			
ÁNGULO ANGLE					SI metric		NOMBRE / DESIGNATION: ENGRANAJE 1E 20Z 2M 24B		
±1°	> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400					
	±0,1	±0,2	±0,5	±1,2					

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE A-A
1:1



Datos del engranaje	
Diámetro primitivo	Dp= 120,64
Sentido de la hélice	
Ángulo de hélice	12°
Nº de dientes	z=59
Módulo normal	m=2

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes con chafán 0,5x45°.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

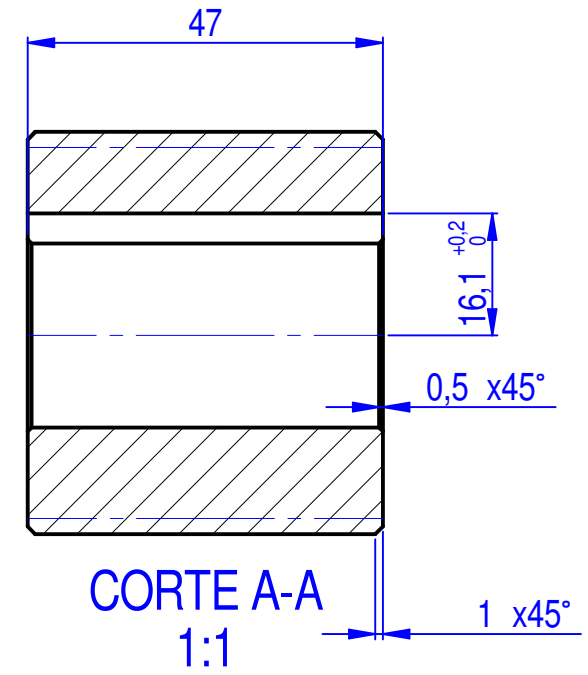
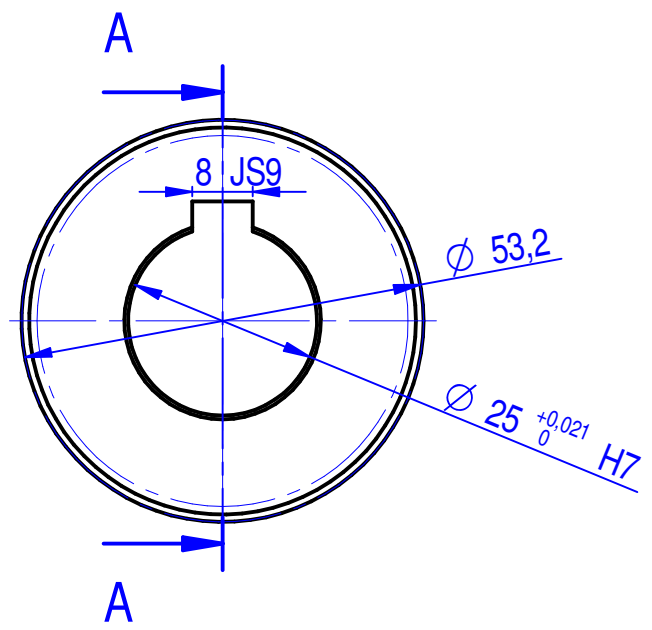
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

DISEÑADO POR / DESIGNED BY:		FECHA / DATE:		MATERIAL		ACERO, -, 2.158 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
SMILLA		2020-11-23		COLOR		-			
DIBUJADO POR / DRAWN BY:		FECHA / DATE:		SPEC.		TEMPLADO Y REVENIDO		CÓDIGO / PN	
S.MILLA		2020-11-23		ESCALA SCALE		FORMATO SIZE		VER	
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		ESCALA SCALE		HOJA SHEET		REV	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ANGULO ANGLE		ESCALA SCALE		HOJA SHEET		REV	
		±1°		1:1		1		A	
		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS / DIMENSIONS IN MILIMETRES		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION:		CÓDIGO SUSTITUIDO / SUPERSEDED P/N	
		> 0,5 <= 6 > 6 <= 30 > 30 <= 120 > 120 <= 400				ENGRANAJE 1E 59Z 2M 24B		-	
		±0,1 ±0,2 ±0,5 ±1,2							

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.




Datos del engranaje	
Diámetro primitivo	Dp= 49.07
Sentido de la hélice	
Ángulo de hélice	12°
Nº de dientes	z=24
Módulo normal	m=2

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes con chafán 0,5x45°.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

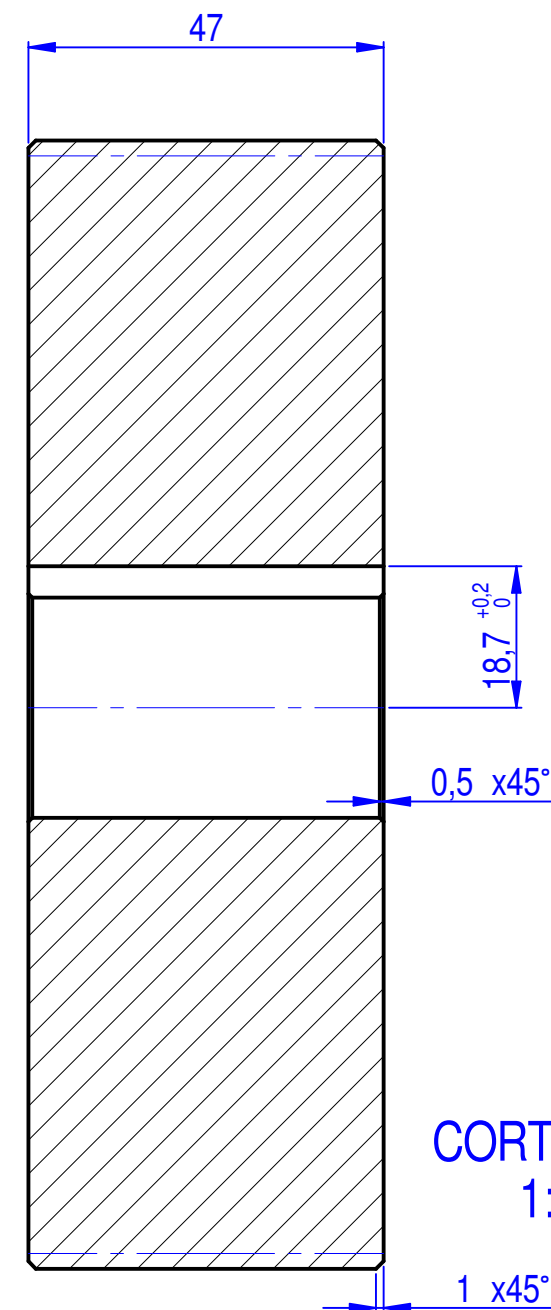
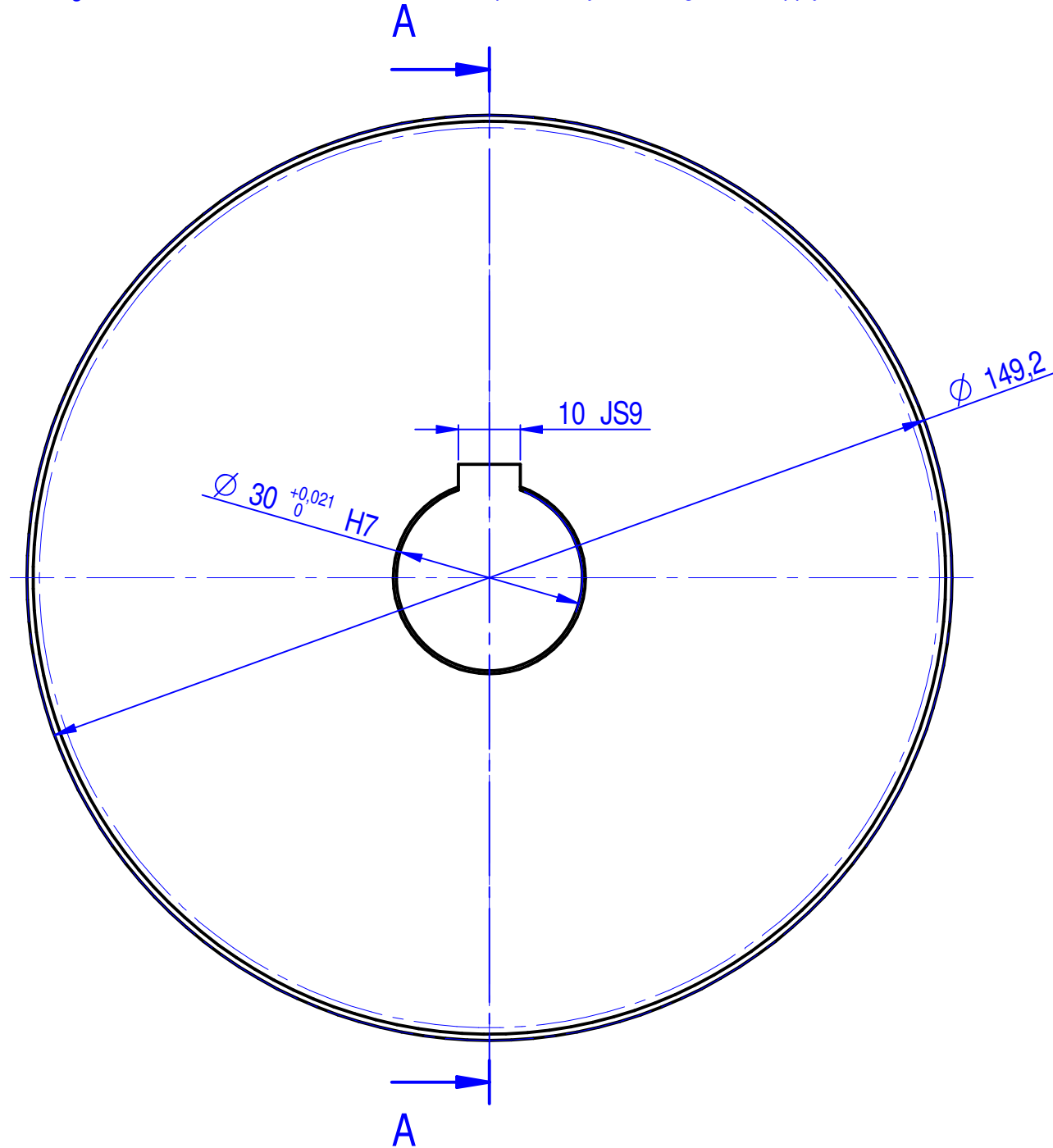
DISEÑADO POR / DESIGNED BY:		FECHA / DATE:		MATERIAL		ACERO, -, 0.301 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
SMILLA		2020-11-23		COLOR		-			
DIBUJADO POR / DRAWN BY:		FECHA / DATE:		SPEC.		TEMPLADO Y REVENIDO		CÓDIGO / PN	
S.MILLA		2020-11-23		ESCALA SCALE		FORMATO SIZE		VER	
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		HOJA SHEET		CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N		REV	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ANGULO ANGLE		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION:		A	
		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES		1:1		ENGRANAJE 2E 24Z 2M 46B			
		±1°		A3					
		> 0,5 <= 6		1					
		> 6 <= 30							
		> 30 <= 120							
		> 120 <= 400							
		±0,1							
		±0,2							
		±0,5							
		±1,2							

ERP	ET	ET	REV	SUFIXO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS
			A	V00	Lanzamiento / (Release)	ACT

CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES			

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE A-A
1:1

Datos del engranaje	
Diámetro primitivo	$D_p = 145,17$
Sentido de la hélice	
Ángulo de hélice	12°
Nº de dientes	$z=71$
Módulo normal	$m=2$

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes con chafán $0,5 \times 45^\circ$.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

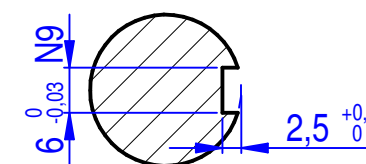
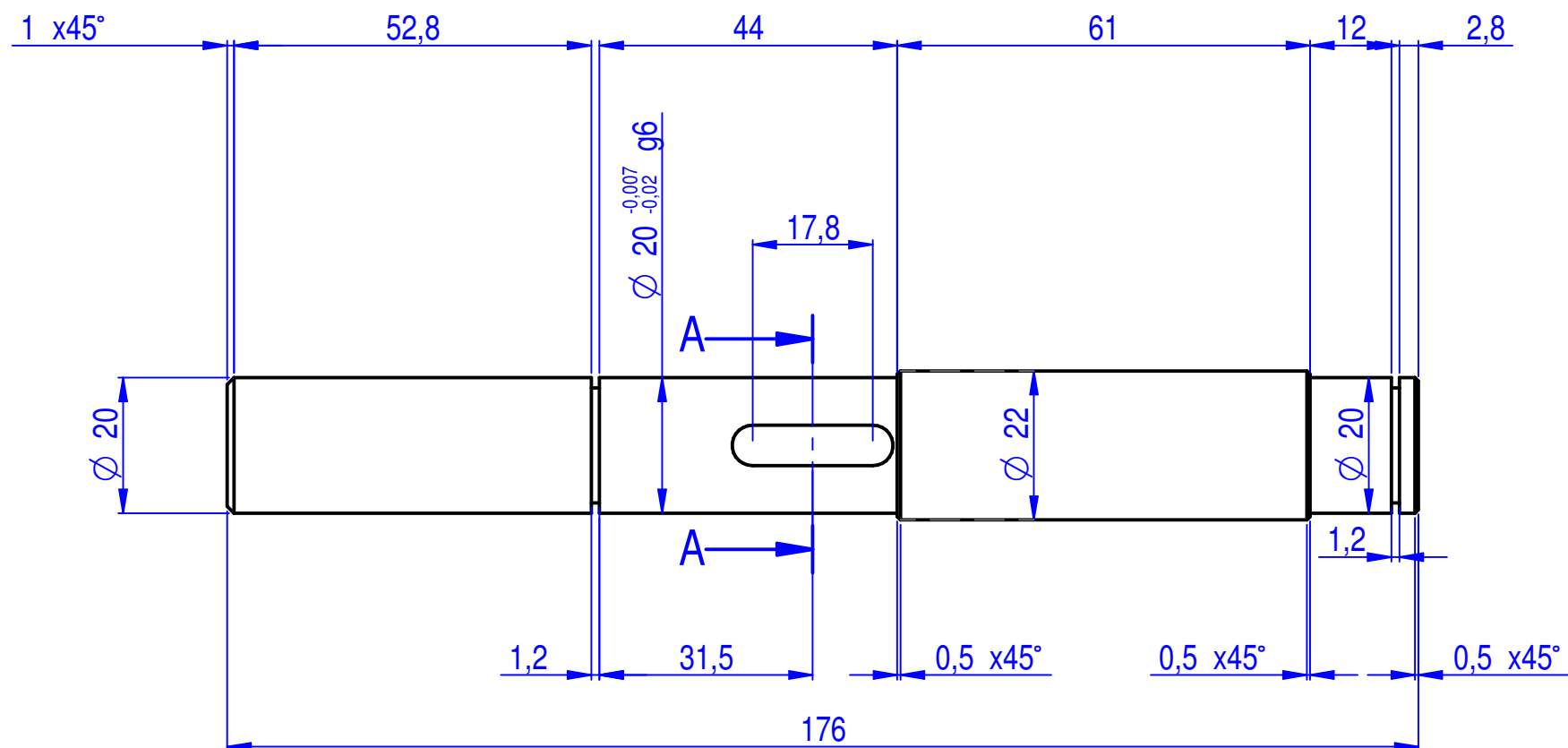
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

DISEÑADO POR / DESIGNED BY:		FECHA / DATE:		MATERIAL		ACERO, -, 3.157 kg		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
SMILLA		2020-11-23		COLOR		-		CÓDIGO / PN	
DIBUJADO POR / DRAWN BY:		FECHA / DATE:		SPEC.		TEMPLADO Y REVENIDO		SM005	
S.MILLA		2020-11-23		ESCALA		FORMATO		VER	
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		SCALE		SIZE		V00	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ANGULO / ANGLE		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION:		REV	
		$\pm 1^\circ$		NOMBRE / DESIGNATION:		ENGRANAJE 2E 71Z 2M 46B		A	
		$\pm 0,1$							
		$\pm 0,2$							
		$\pm 0,5$							
		$\pm 1,2$							

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.






CORTE A-A
1:1

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

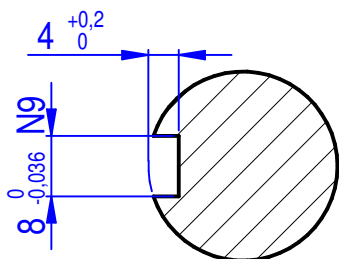
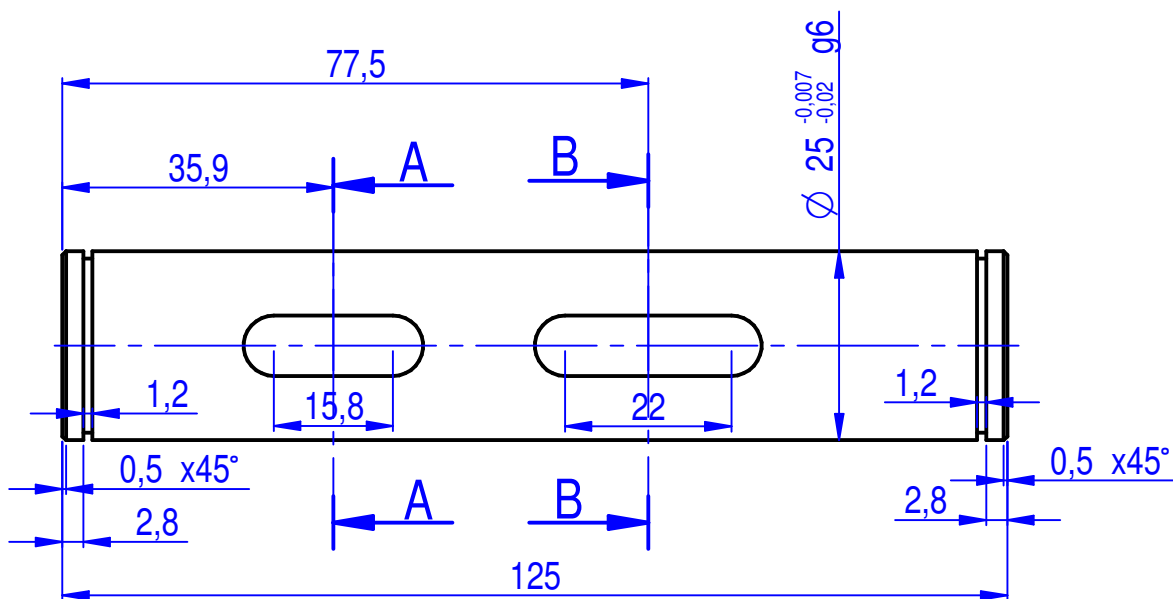
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2020-11-26		MATERIAL ACERO, - , 0,46 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA																
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2020-11-26		COLOR -																		
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION		ESCALA SCALE 1:1		FORMATO SIZE A3		HOJA SHEET 1																
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		CÓDIGO / PN SM006		VER V00		REV A																
<table border="1"> <tr> <th>ÁNGULO ANGLE</th> <th colspan="4">COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES</th> </tr> <tr> <td>±1º</td> <td>> 0,5 <= 6</td> <td>> 6 <= 30</td> <td>> 30 <= 120</td> <td>> 120 <= 400</td> </tr> <tr> <td></td> <td>±0,1</td> <td>±0,2</td> <td>±0,5</td> <td>±1,2</td> </tr> </table>		ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES				±1º	> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400		±0,1	±0,2	±0,5	±1,2	SI metric 		NOMBRE / DESIGNATION: EJE DE ENTRADA D20			
ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES																					
±1º	> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400																		
	±0,1	±0,2	±0,5	±1,2																		

1

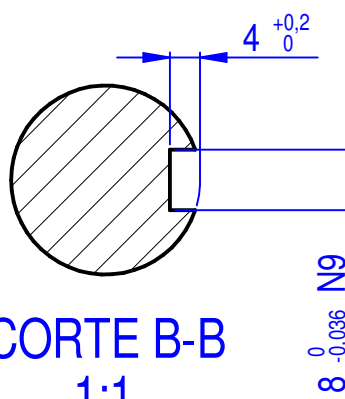
2

3

4



CORTE A-A
1:1



CORTE B-B
1:1

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

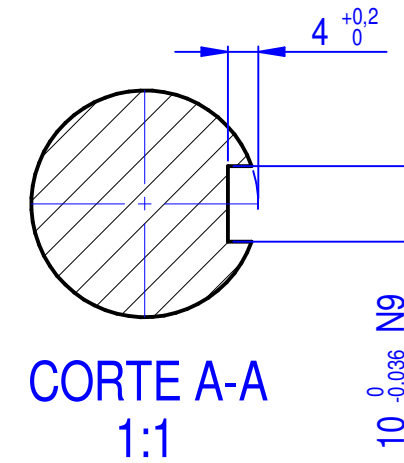
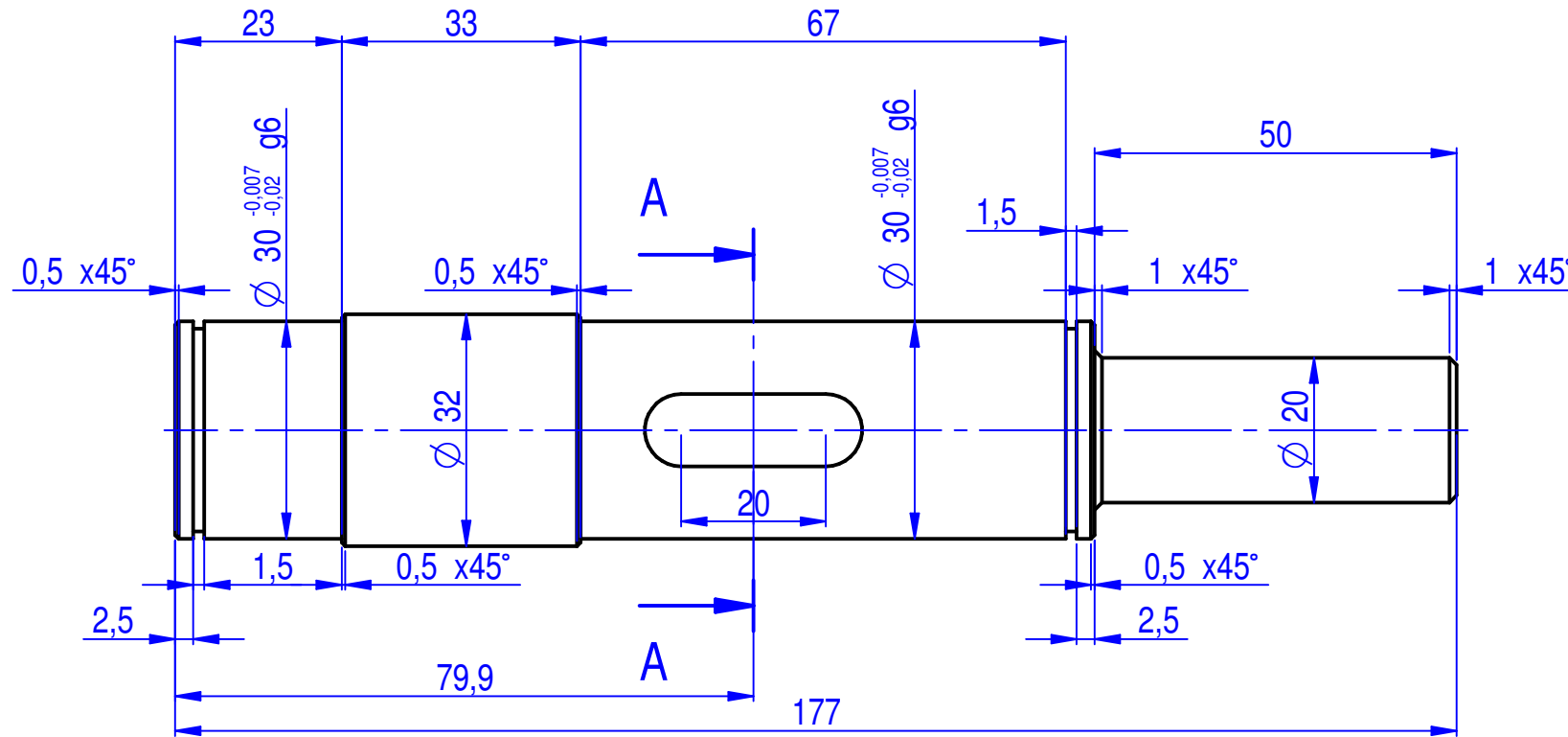
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP		ET		ET		REV		A		V00		Lanzamiento / (Release)		ACT	
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES		SUFIJO		DESCRIPCIÓN		ESTADO		STATUS	
DISEÑADO POR / DESIGNED BY:		FECHA / DATE:		MATERIAL		ACERO, - , 0,467 kg		CÓDIGO / PN		VER		REV			
SMILLA		2020-11-26		COLOR		-		SM007		V00		A			
DIBUJADO POR / DRAWN BY:		FECHA / DATE:		SPEC.		TEMPLADO Y REVENIDO		FORMATO		HOJA		CÓDIGO SUSTITUIDO		SUPERSEDED P/N	
S.MILLA		2021-11-26		ESCALA		1:1		A4		1		-			
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		ANGULO		COTAS LINEALES EN MILIMETROS		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION:		EJE INTERMEDIO D25			
±1º		> 0,5 <= 6		> 6 <= 30		> 30 <= 120		> 120 <= 400							
±0,1		±0,2		±0,5		±1,2									

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

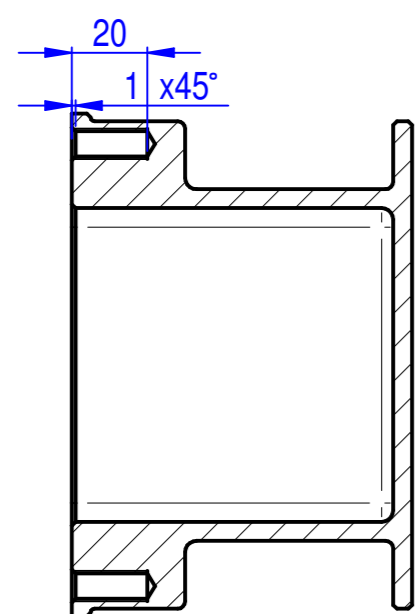
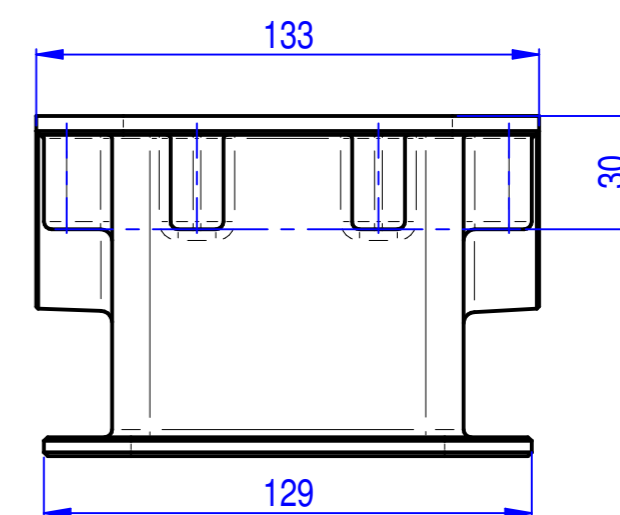
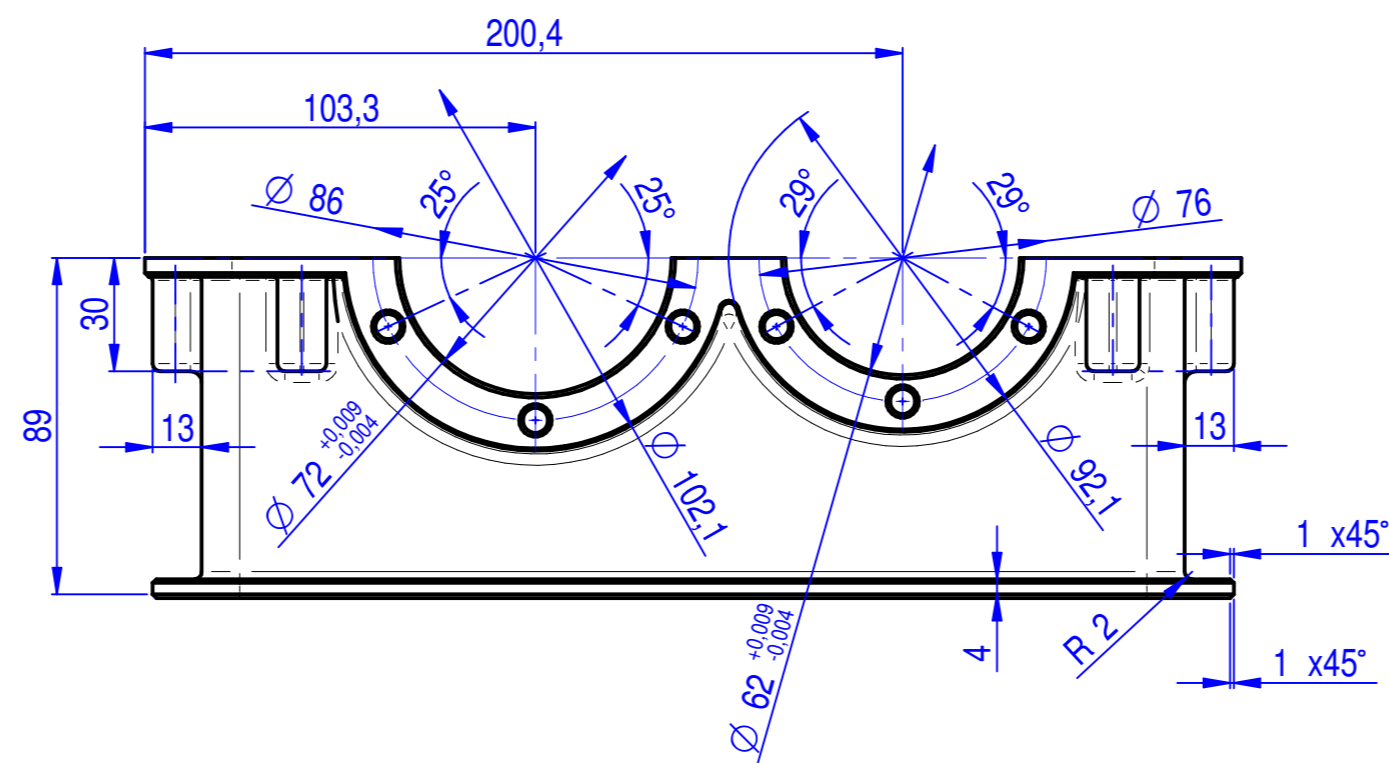
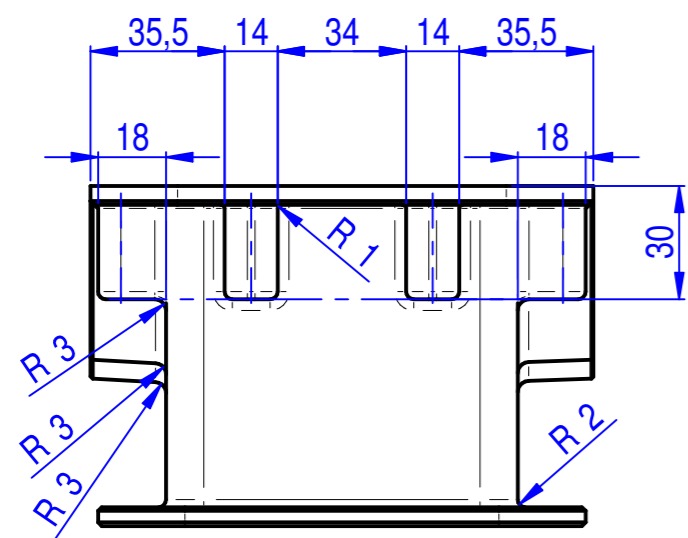
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

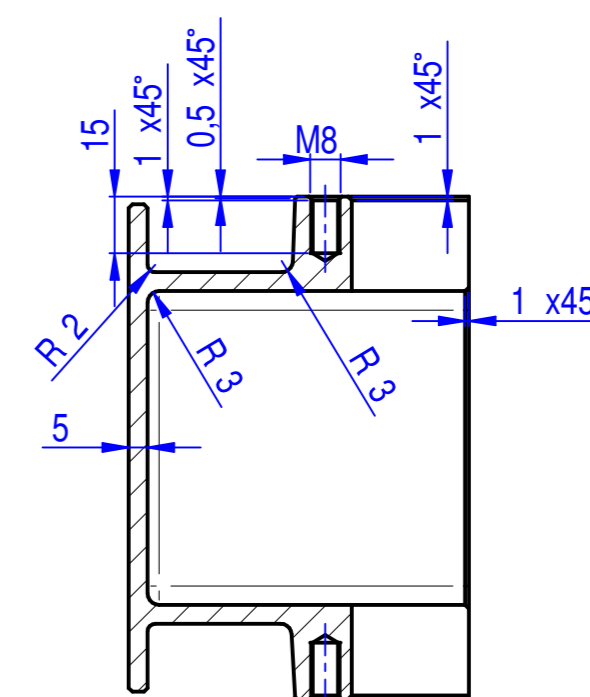
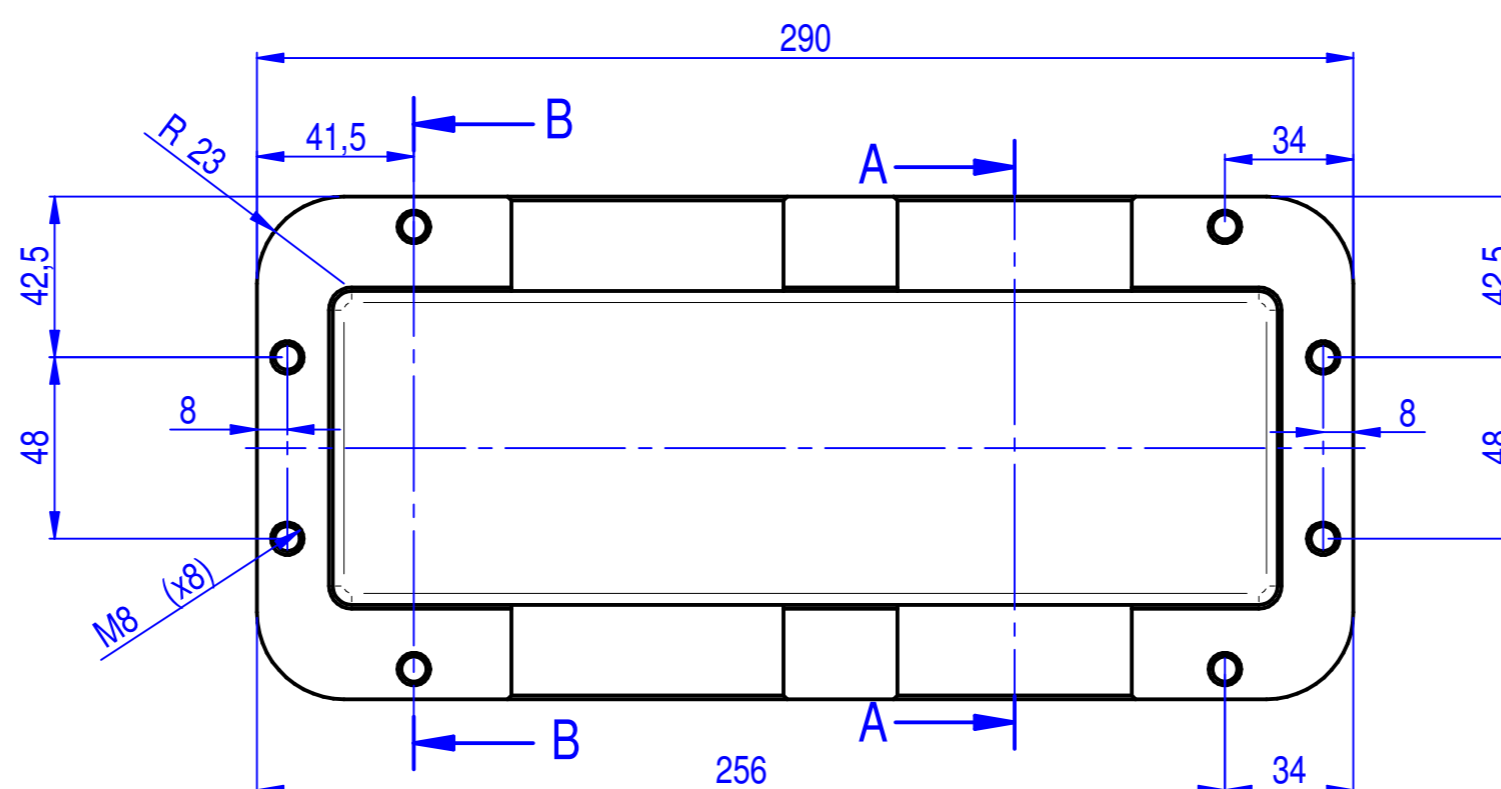
						A		V00		Lanzamiento / (Release)			
ERP		ET		ET		REV		SUFIXO SUFFIX		DESCRIPCIÓN DESCRIPTION			
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		TABLA DE REFERENCIAS /		TABLE OF REFERENCES		ESTADO STATUS			
DISEÑADO POR / DESIGNED BY:		FECHA / DATE:		MATERIAL		ACERO, -, 0,841 kg				CÓDIGO / PN			
DIBUJADO POR / DRAWN BY:		FECHA / DATE:		COLOR		-				VER		REV	
S.MILLA		2020-11-26		SPEC.		TEMPLADO Y REVENIDO				V00		A	
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		ESCALA SCALE		FORMATO SIZE		HOJA SHEET		CÓDIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N			
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		1:1		A3		1		-		SM008			
ÁNGULO ANGLE		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION:				EJE DE SALIDA D30			
±1º		> 0,5 <= 6 ±0,1		> 6 <= 30 ±0,2		> 30 <= 120 ±0,5				> 120 <= 400 ±1,2			

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

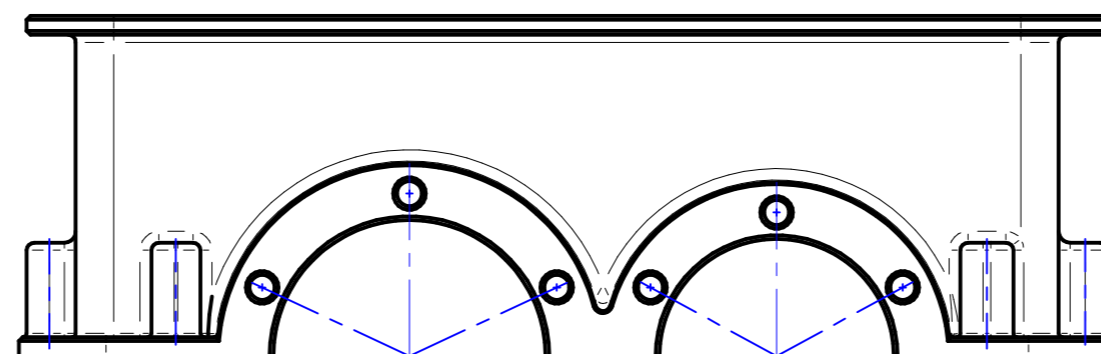
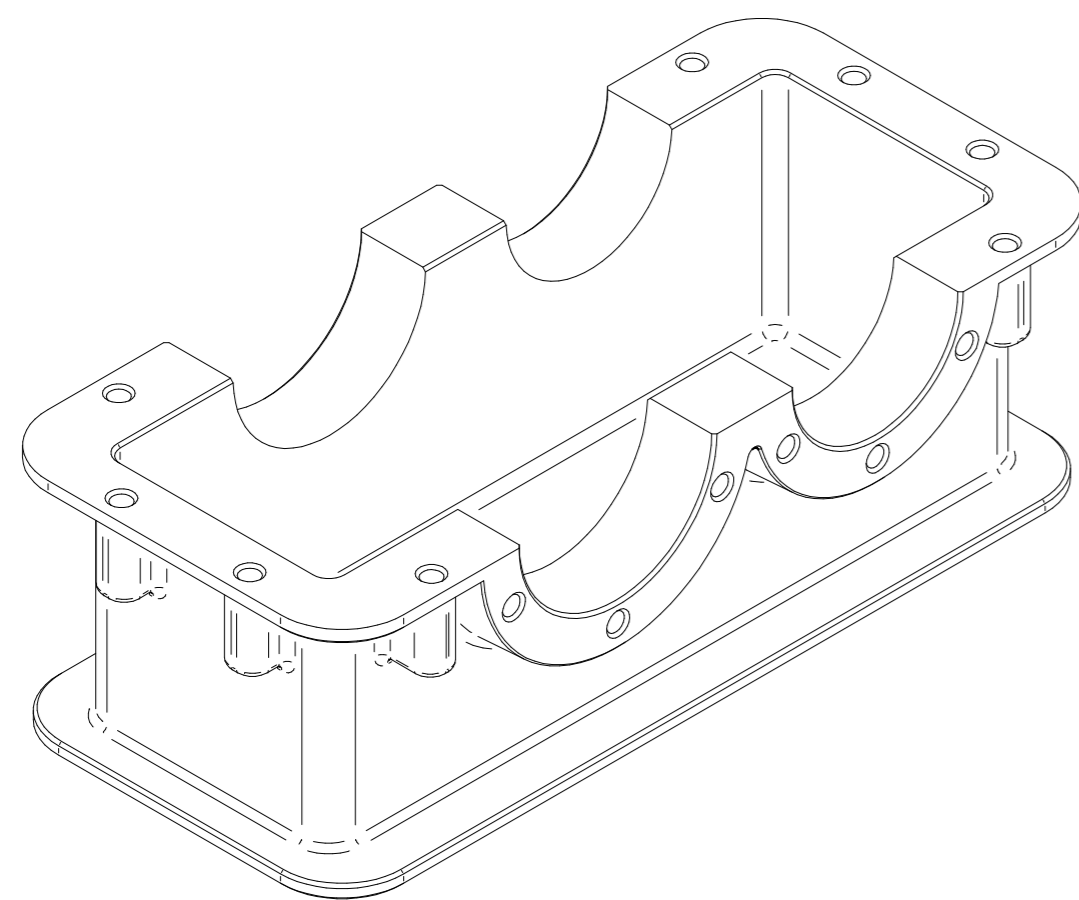
SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE B-B
1:2



CORTE A-A
1:2



NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

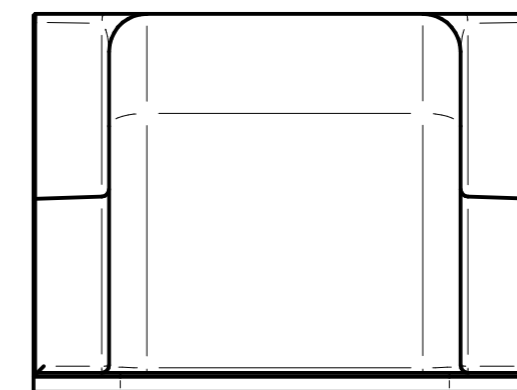
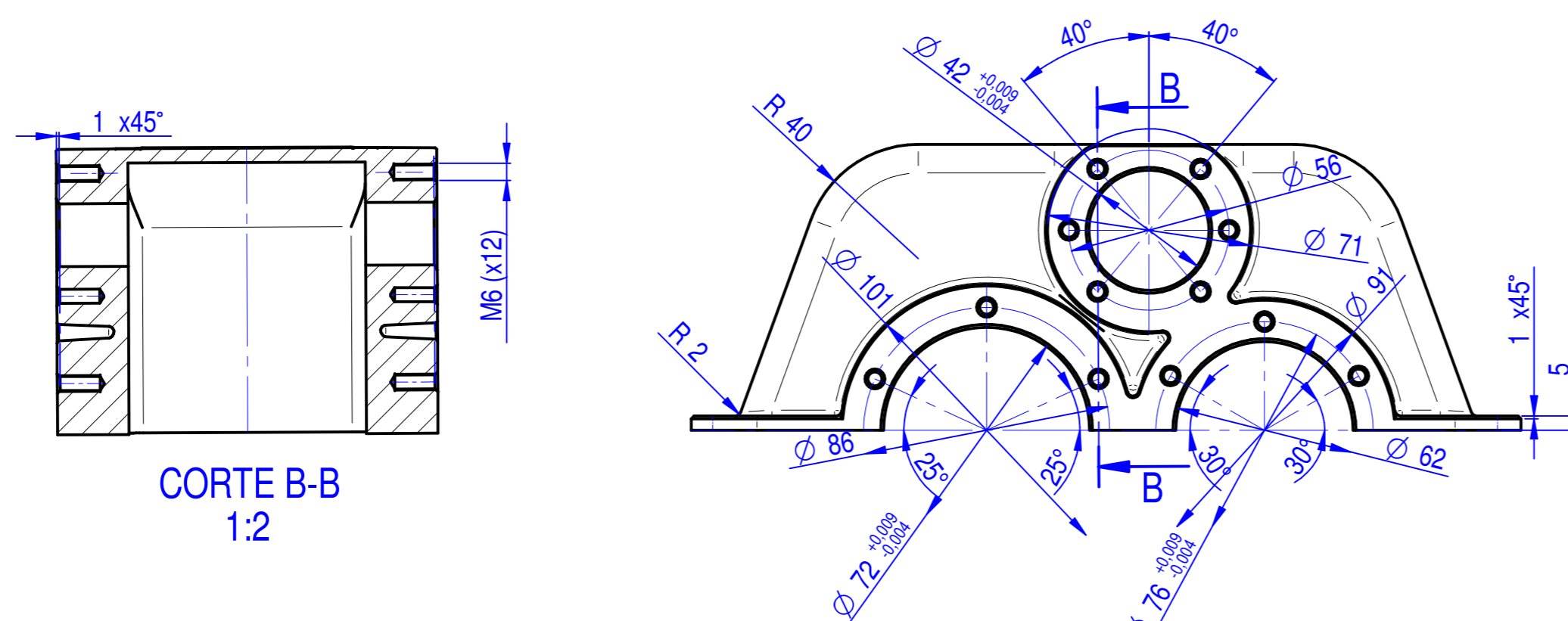
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

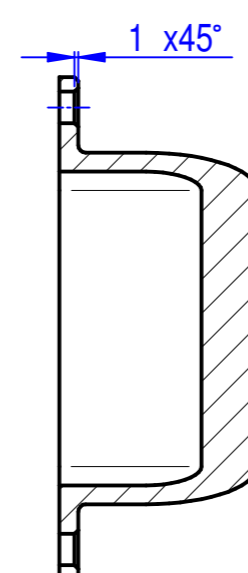
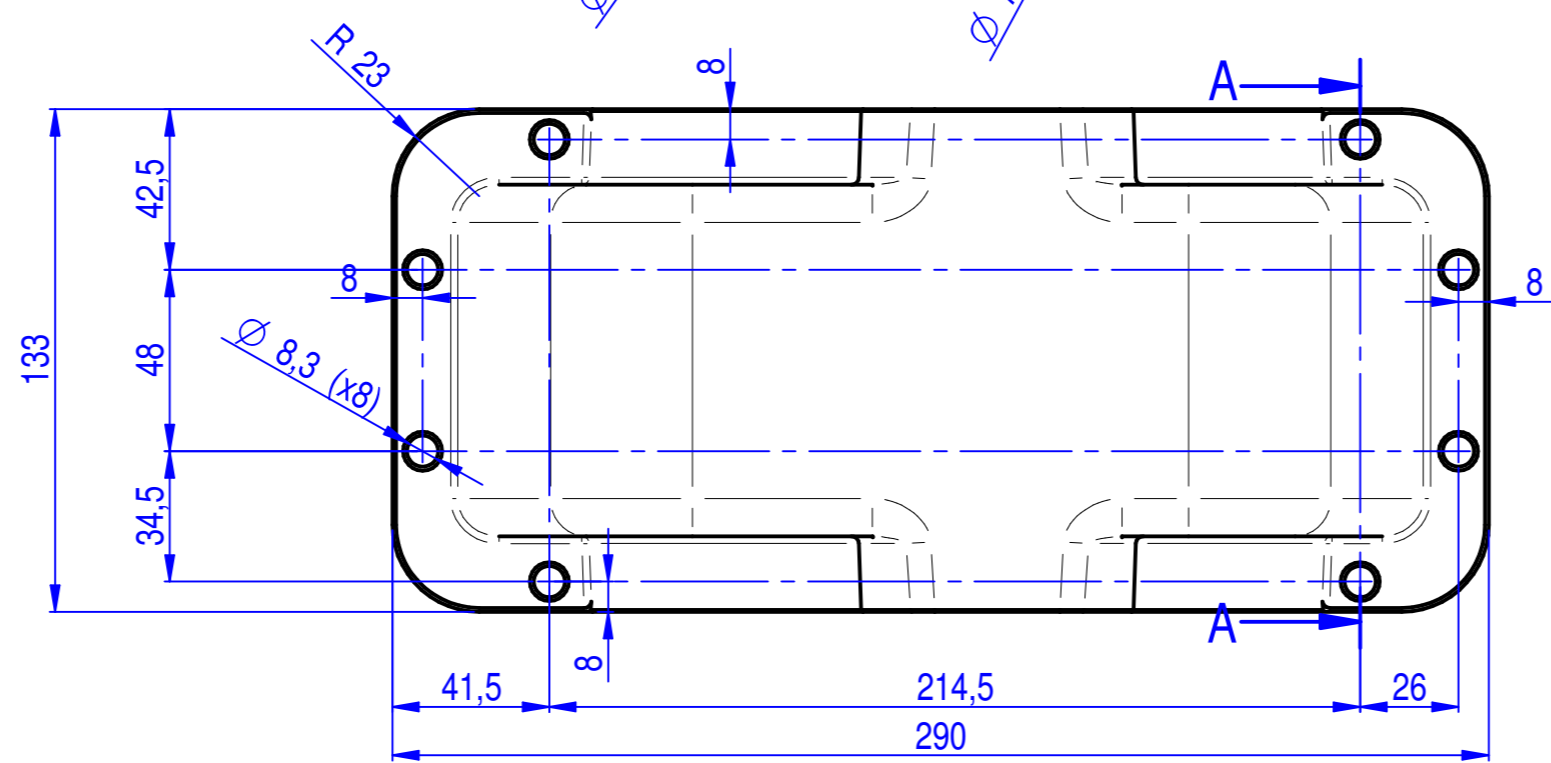
ERP		ET	ET	A	V00	Lanzamiento / (Release)	ACT
CONFIG.		MATERIAL	COLOR	REV	SUFIXO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS
DISEÑADO POR / DESIGNED BY:		FECHA / DATE:		MATERIAL: HIERRO, FUNDICIÓN GRIS TIPO 20, -, 4.52 kg			
DIBUJADO POR / DRAWN BY:		FECHA / DATE:		COLOR: -			
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		SPEC. MOLDE DE COLADA			
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ESCALA	FORMATO	HOJA	CÓDIGO SUSTITUIDO / SUPERSEDED P/N		
ANGULO		SCALE	SIZE	SHEET	CÓDIGO / PN		
±1°		1:2	A2	1	SM015	VER	REV
±0,1		Si metric		NOMBRE / DESIGNATION:			
±0,2		10		CARCASA INFERIOR CAJA REDUCTORA			
±0,5		11					
±1,2		12					

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

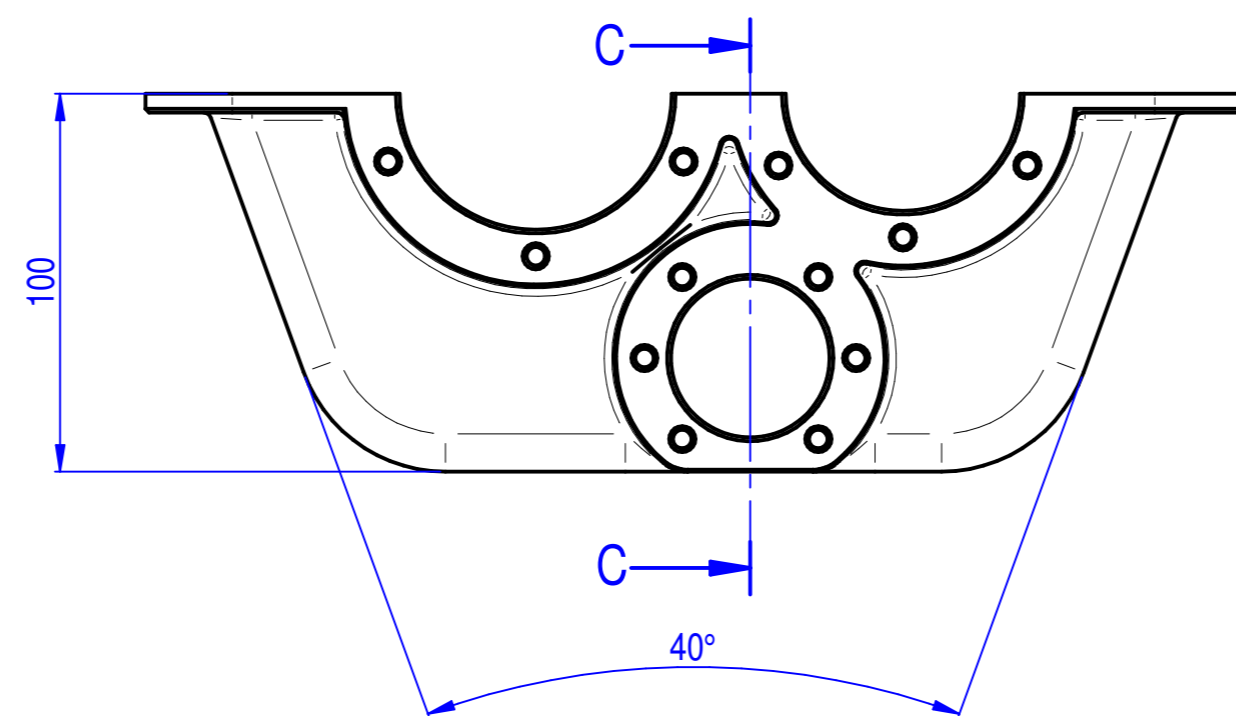
SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



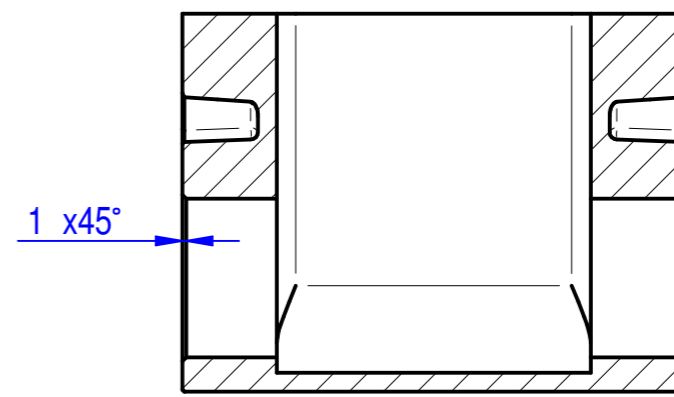
CORTE B-B
1:2



CORTE A-A
1:2



CORTE C-C
1:2



NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

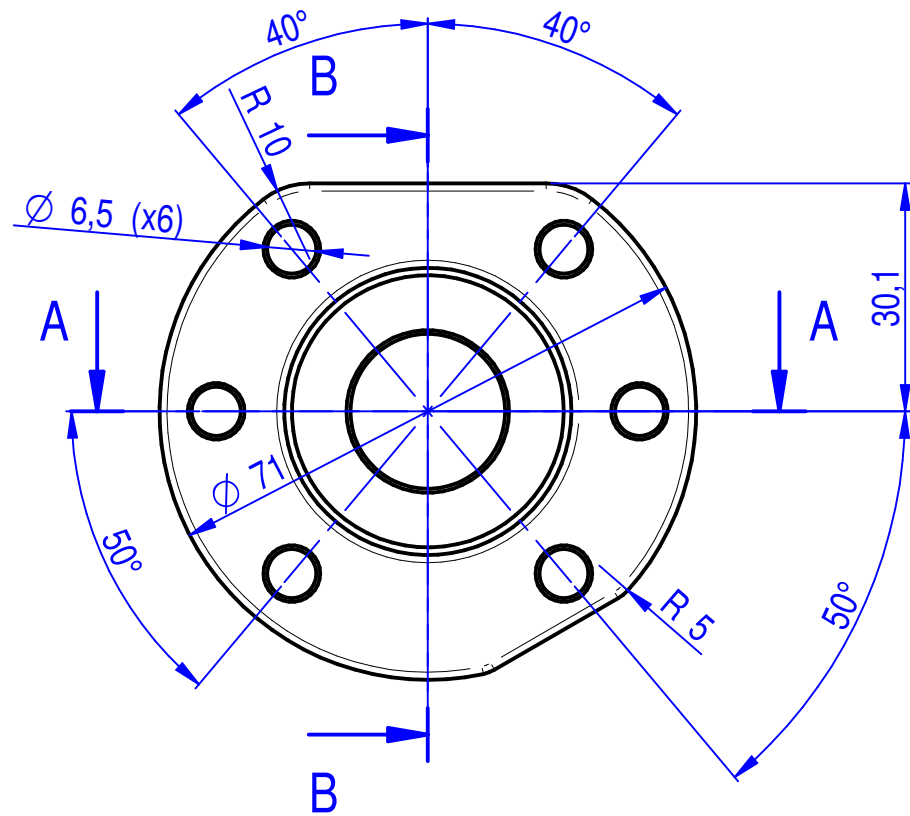
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

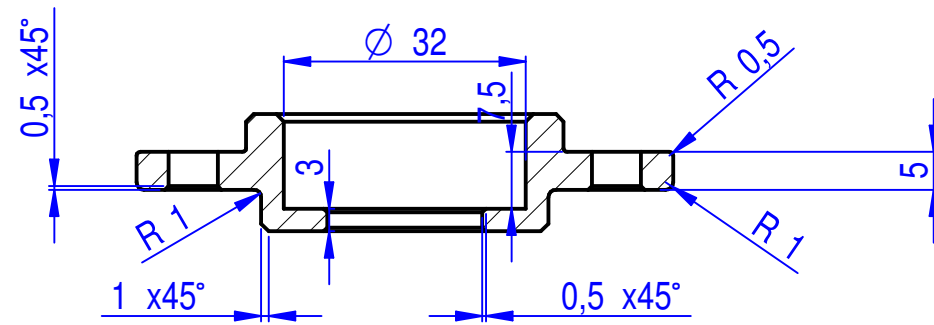
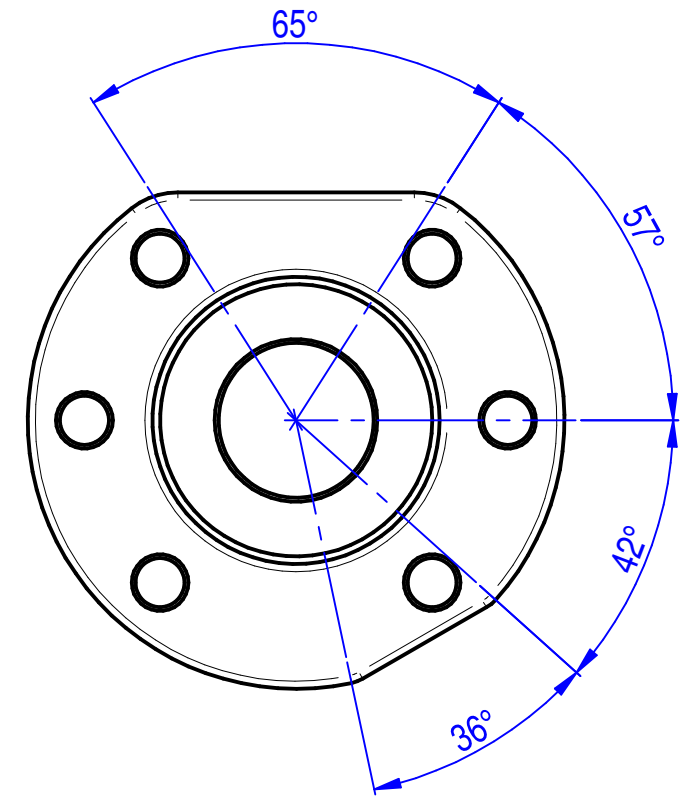
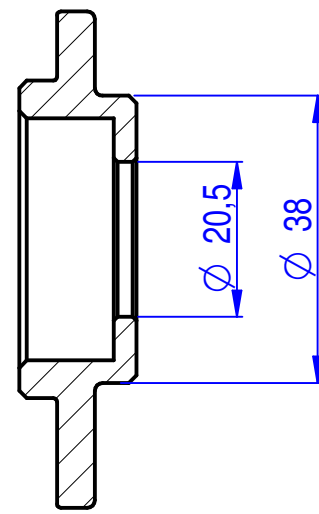
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-05-17		MATERIAL: HIERRO, FUNDICIÓN GRIS TIPO 20, - , 4,159 kg		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-05-17		COLOR: -		CÓDIGO / PN: SM016	
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		SPEC: MOLDE DE COLADA		VER: V00	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ESCALA SCALE: 1:2		FORMATO SIZE: A2		HOJA SHEET: 1	
ANGULO ANGLE: ±1°		COTAS LINEALES EN MILIMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION: CARCASA SUPERIOR CAJA REDUCTORA	
						ESTADO STATUS: ACT	
ERP		ET		ET		TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES	
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	
						SUFIXO SUFFIX	
						Lanzamiento / (Release)	
						SUPERSEDED P/N	

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE B-B
1:1




CORTE A-A
1:1

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

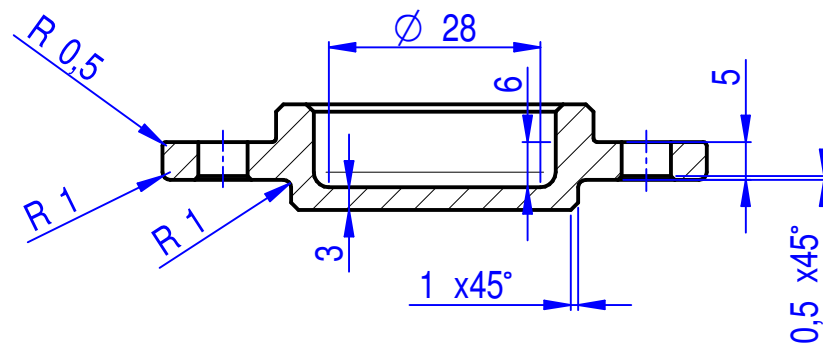
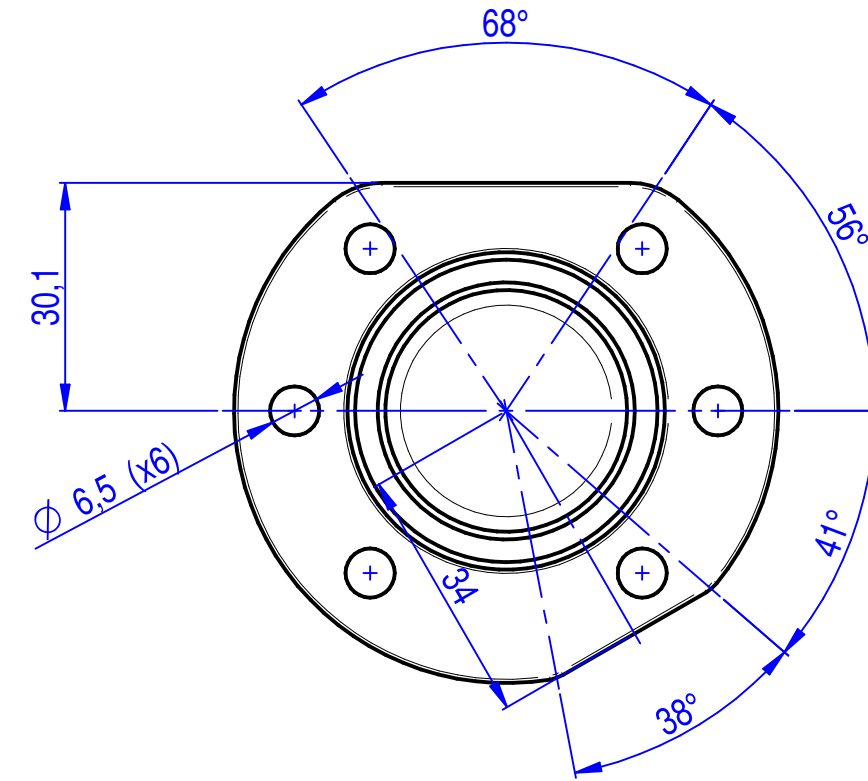
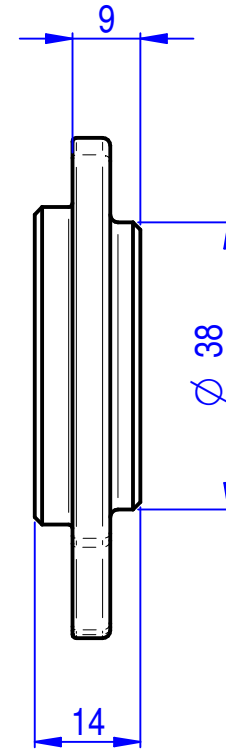
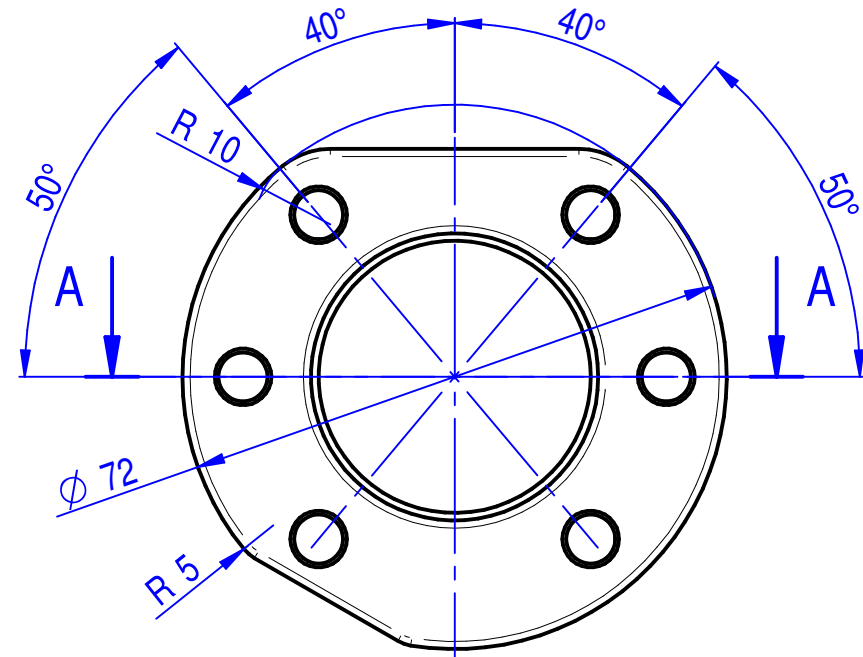
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-06-20		MATERIAL ACERO, -, 0,156 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-06-20		COLOR -			
COTA CRÍTICA <input type="checkbox"/>		CRITICAL DIMENSION <input type="checkbox"/>		SPEC. TEMPLADO Y REVENIDO		CÓDIGO / PN SM017	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES				ESCALA SCALE 1:1	FORMATO SIZE A3	HOJA SHEET 1	CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -
ÁNGULO ANGLE ±1º		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES		SI metric <input checked="" type="checkbox"/>			
		> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400	NOMBRE / DESIGNATION: TAPA ENTRADA	
		±0,1	±0,2	±0,5	±1,2		
ERP		ET		ET		REV	ESTADO STATUS
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES	
						A	ACT
						V00	ACT
						Lanzamiento / (Release)	ACT
						SUFIJO SUFFIX	ESTADO STATUS
						DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE A-A
1:1

NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

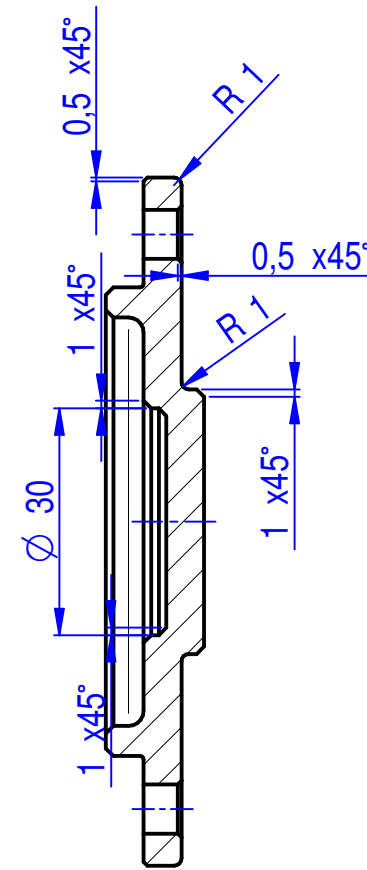
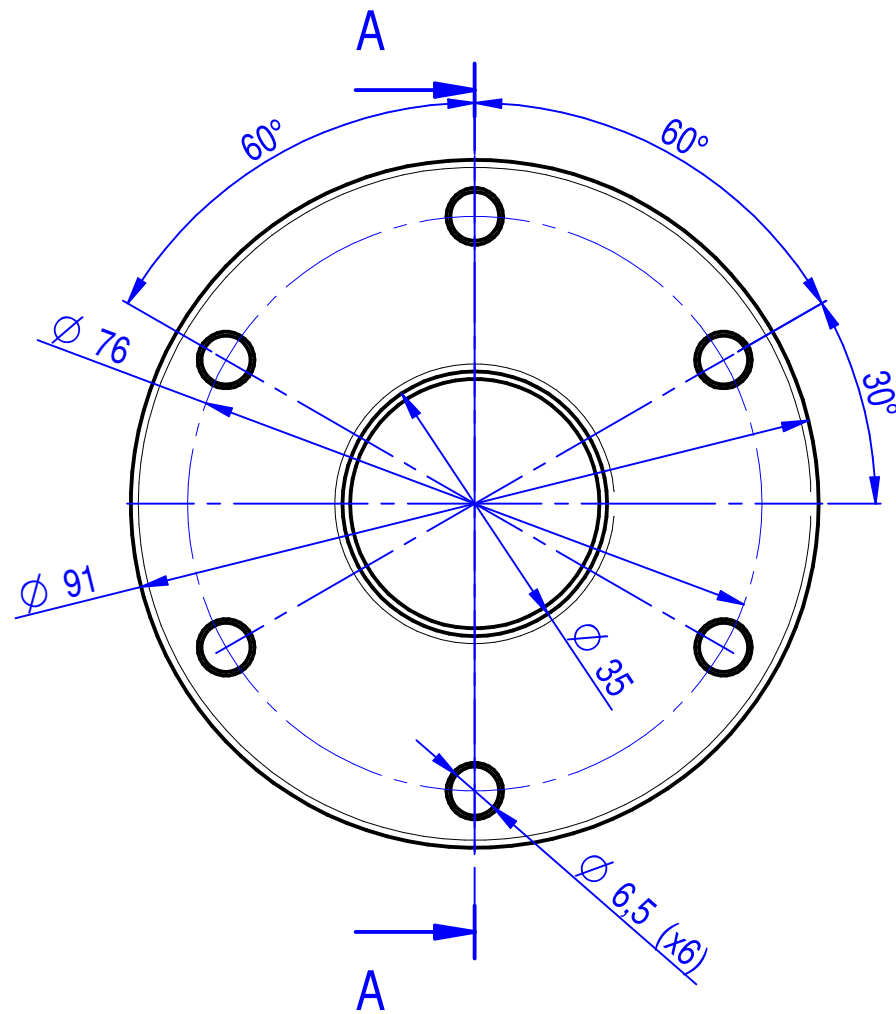
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

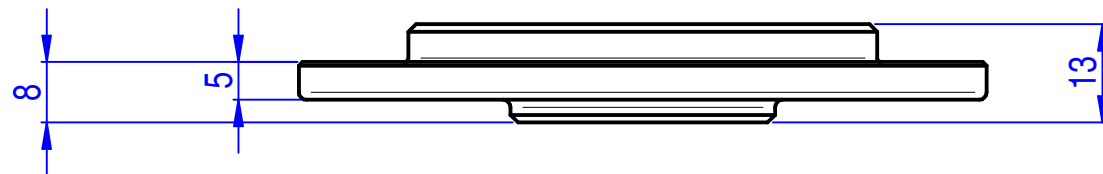
ERP		ET		ET		REV	SUFUJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES			
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		MATERIAL ACERO, -, 0,164 kg		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CÓDIGO / PN SM018 VER V00 REV A			
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		COLOR -					
COTA CRÍTICA		CRITICAL DIMENSION		SPEC. TEMPLADO Y REVENIDO					
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ESCALA SCALE 1:1		FORMATO SIZE A3	HOJA SHEET 1	CÓDIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -			
ANGULO ANGLE ±1º COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES > 0,5 <= 6 > 6 <= 30 > 30 <= 120 > 120 <= 400 ±0,1 ±0,2 ±0,5 ±1,2		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION: TAPA CIEGA ENTRADA					

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE A-A
1:1




NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

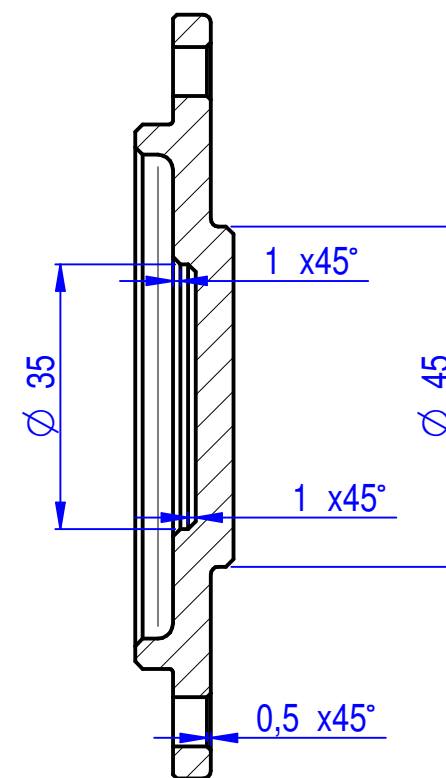
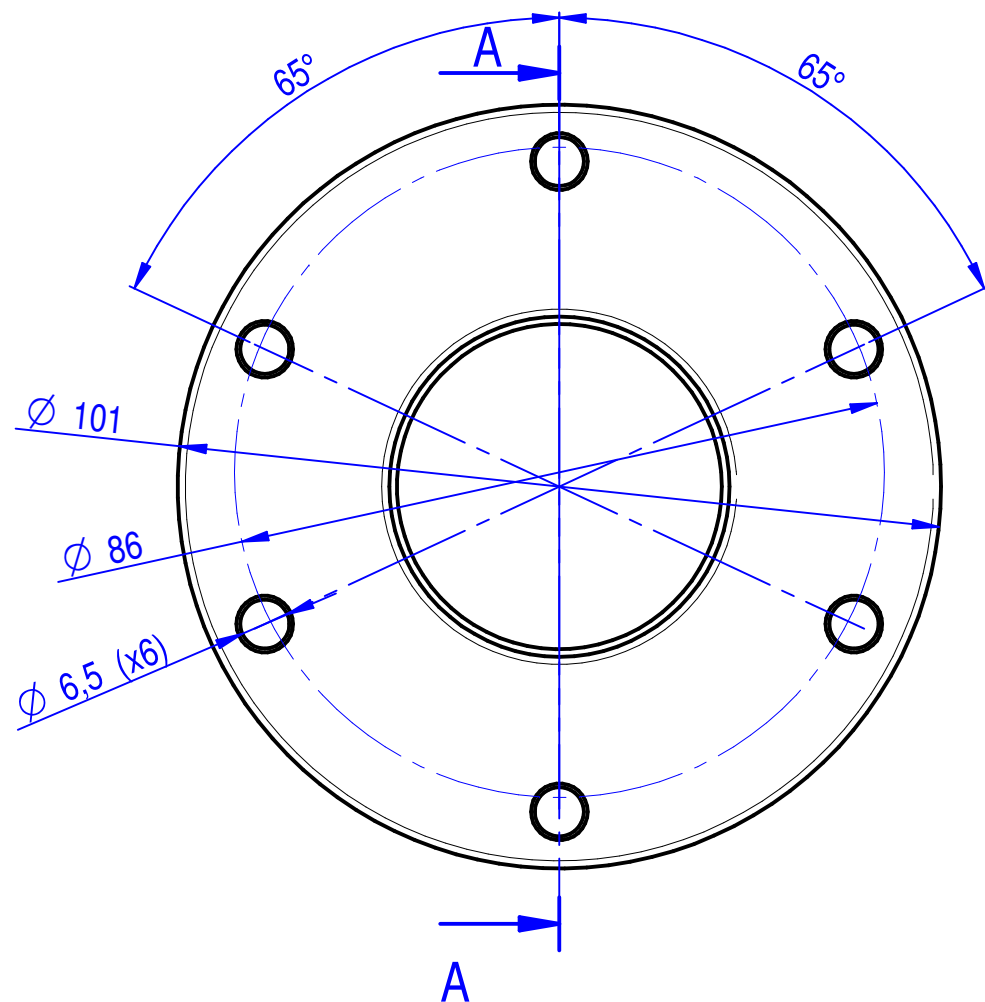
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

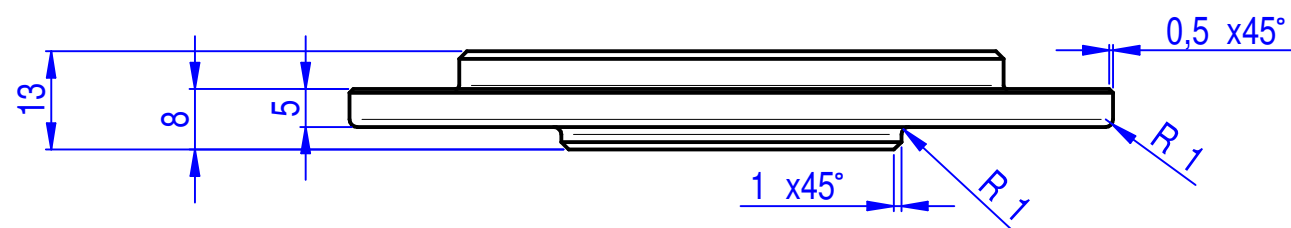
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		MATERIAL ACERO, - , 0,28 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		COLOR -			
COTA CRÍTICA <input type="checkbox"/> CRITICAL DIMENSION		ESCALA SCALE 1:1		FORMATO SIZE A3		HOJA SHEET 1	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		CÓDIGO / PN SM019		VER V00		REV A	
ANGULO ANGLE $\pm 1^\circ$		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES $\pm 0,1$ $\pm 0,2$ $\pm 0,5$ $\pm 1,2$		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION: TAPA INTERMEDIA	

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE A-A
1:1




NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

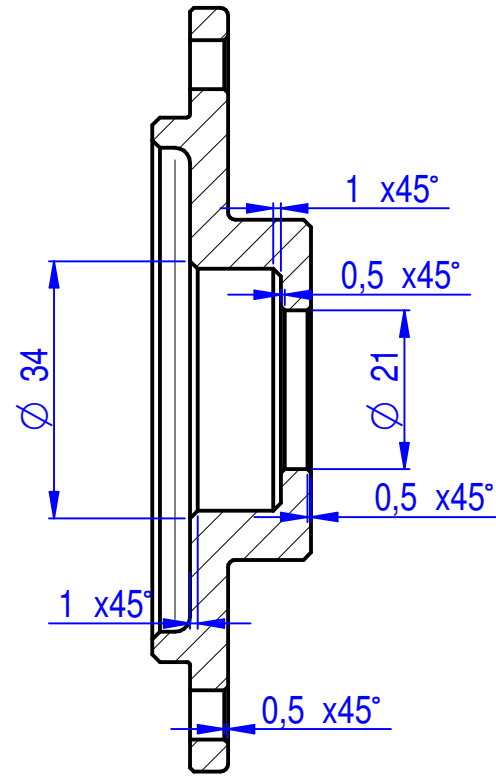
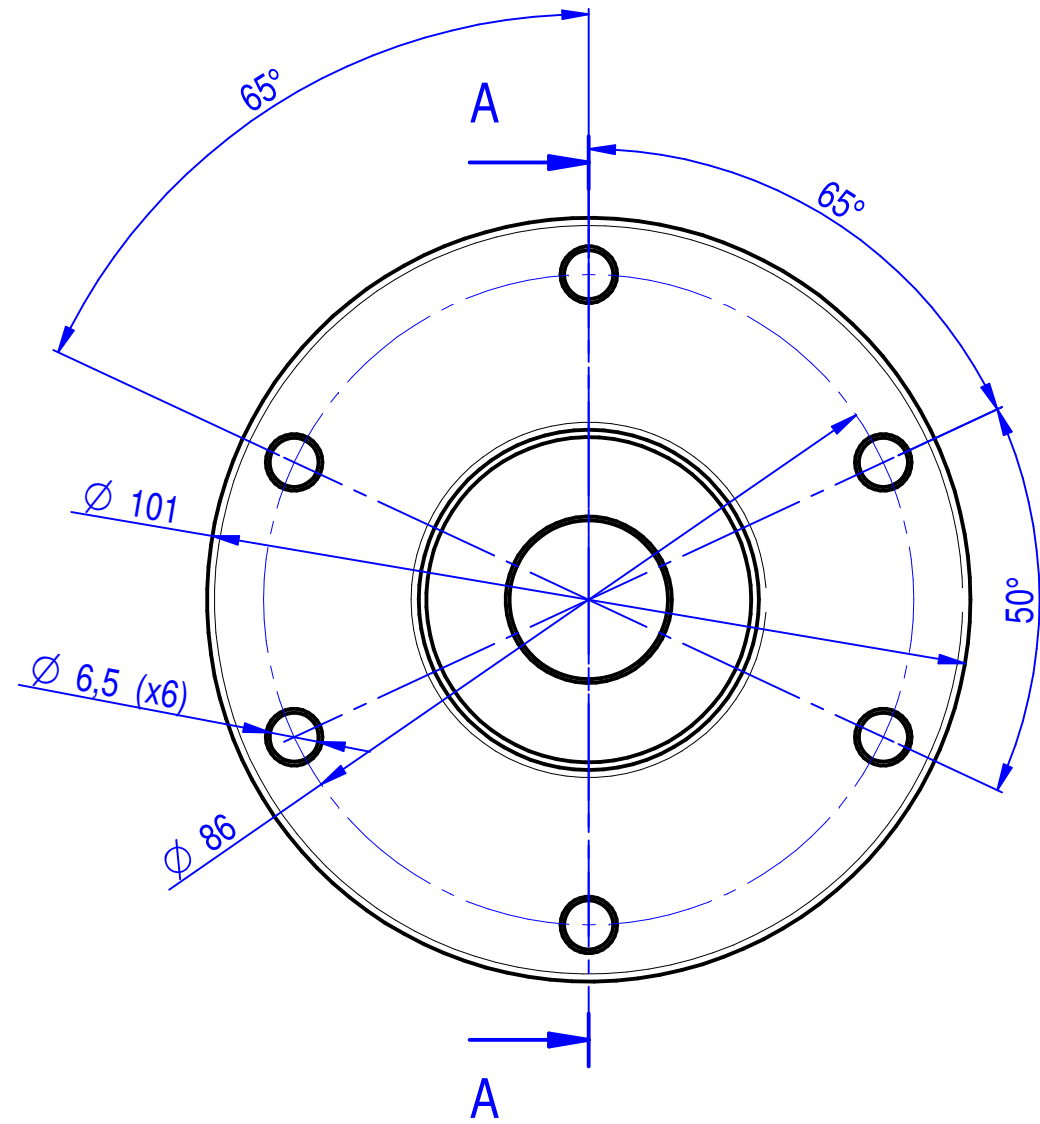
REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

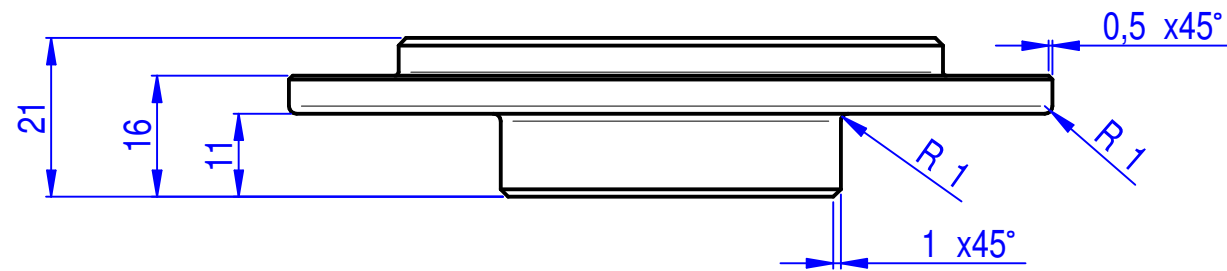
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		MATERIAL ACERO, -, 0,353 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		CÓDIGO / PN SM020		VER V00	REV A
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		COLOR -				CÓDIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -			
COTA CRÍTICA <input type="checkbox"/> CRITICAL DIMENSION		ESCALA SCALE 1:1		FORMATO SIZE A3	HOJA SHEET 1	NOMBRE / DESIGNATION: TAPA CIEGA SALIDA					
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ANGULO ANGLE ±1º		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES							
				> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400				
				±0,1	±0,2	±0,5	±1,2				
CONFIG.		MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES							
ERP	ET	ET	REV	A	V00	Lanzamiento / (Release)			ACT		
SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS									

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Según las "Condiciones generales de suministro" de ZUMEX

SUPPLY CONDITIONS:
As specified by ZUMEX general supply conditions.



CORTE A-A
1:1




NOTAS:

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		MATERIAL: ACERO, -, 0,388 kg		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-09-01		COLOR: -		CÓDIGO / PN: SM021	
COTA CRÍTICA / CRITICAL DIMENSION		SPEC. TEMPLADO Y REVENIDO		FORMATO SIZE: A3		VER V00	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ESCALA SCALE: 1:1		HOJA SHEET: 1		REV A	
ÁNGULO / ANGLE	COTAS LINEALES EN MILÍMETROS / DIMENSIONS IN MILIMETRES			CODIGO SUSTITUIDO / SUPERSEDED P/N		NOMBRE / DESIGNATION: TAPA SALIDA	
±1º	> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400			
	±0,1	±0,2	±0,5	±1,2			

1

2

3

4

A

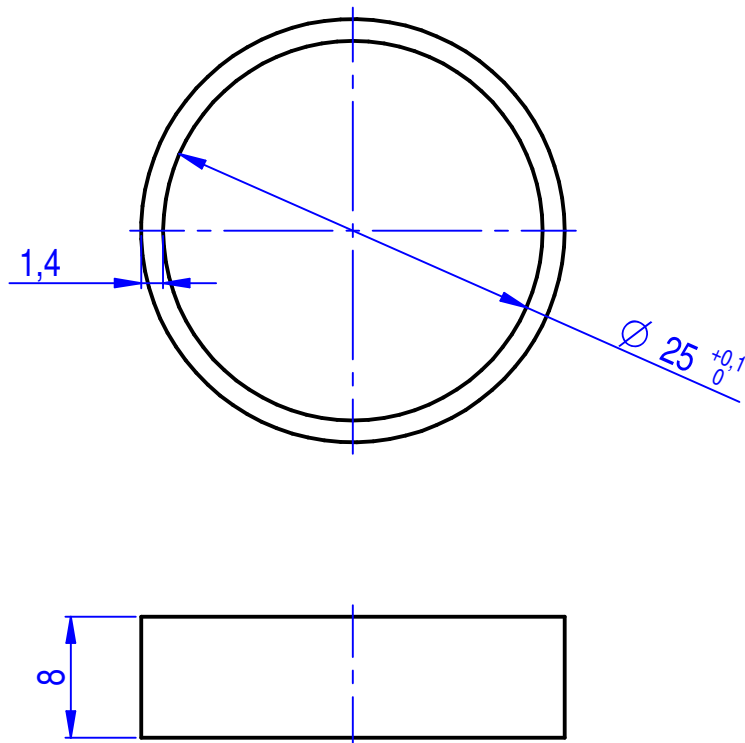
B

C

D

E

F

**NOTAS:**

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP		ET		ET		REV	SUFIXO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS
CONFIG.		MATERIAL		COLOR		TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES			
						A	V00	Lanzamiento / (Release)	ACT
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-10-13		MATERIAL		ACERO, - , 0.008 kg			
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-10-13		COLOR		-			
COTA CRÍTICA CRITICAL DIMENSION				SPEC.		-			
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ESCALA SCALE 2:1		FORMATO SIZE A4		HOJA SHEET 1		CÓDIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -	
ÁNGULO ANGLE ±1º		COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILIMETRES		SI metric		NOMBRE / DESIGNATION: CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO			
		> 0,5 <= 6 ±0,1		> 6 <= 30 ±0,2		> 30 <= 120 ±0,5		> 120 <= 400 ±1,2	
								CÓDIGO / PN SM027	
								VER V00	
								REV A	


 UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

1

2

3

4

A

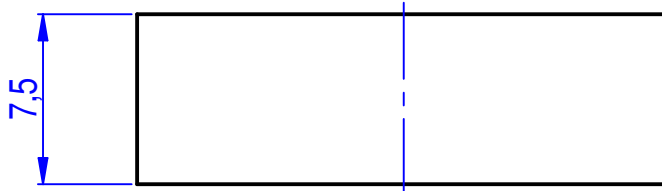
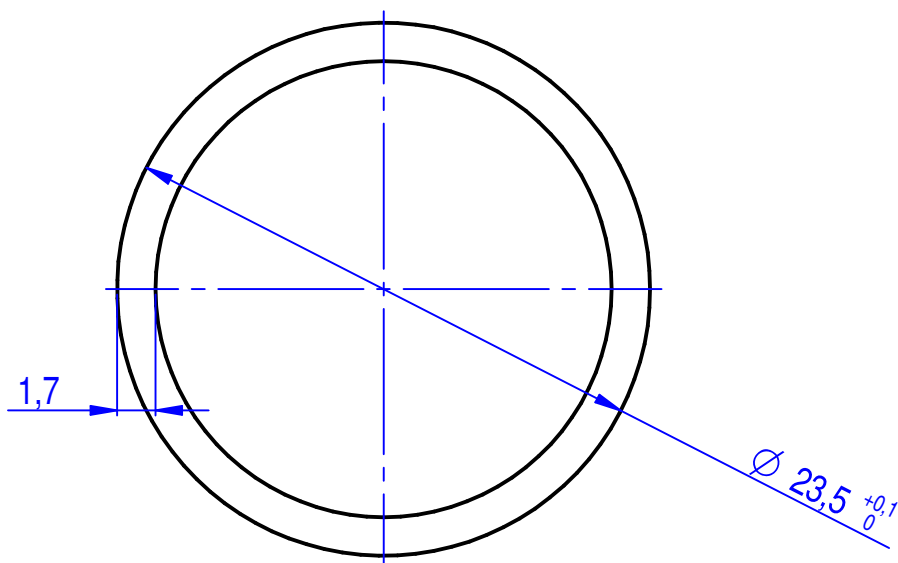
B

C

D

E



F

**NOTAS:**

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP	ET	ET	REV	SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS			
			A	V00	Lanzamiento / (Release)	ACT			
CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES						
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	MATERIAL ACERO, -, 0,007 kg	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		CÓDIGO / PN SM028	VER V00	REV A		
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	COLOR -						SPEC. -	ESCALA 3:1
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION		ESCALA 3:1		FORMATO A4	HOJA 1	CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -	NOMBRE / DESIGNATION: CASQUILLO SEPARADOR ENTRADA		
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		SI metric							
ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES								
$\pm 1^\circ$	> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400					
	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$					

1

2

3

4

A

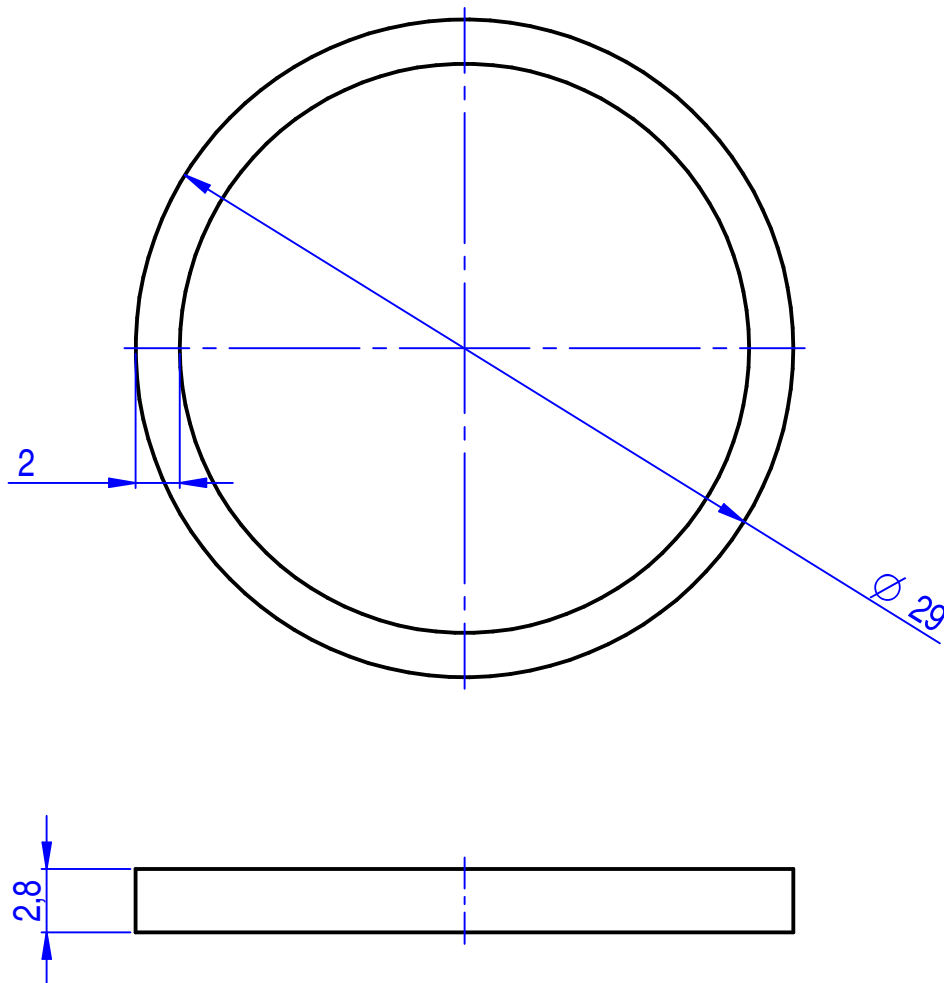
B

C

D

E



F

**NOTAS:**

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

				A	V00	Lanzamiento / (Release)				ACT	
ERP	ET	ET	REV	SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION					ESTADO STATUS	
CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES								
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA		FECHA / DATE: 2021-10-13		MATERIAL ACERO, -, 0.004 kg		 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA					
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA		FECHA / DATE: 2021-10-13		COLOR -							
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION				SPEC. -							
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES				ESCALA SCALE 3:1	FORMATO SIZE A4	HOJA SHEET 1	CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -	CÓDIGO / PN SM029		VER V00	REV A
ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILIMETROS DIMENSIONS IN MILIMETRES				SI metric						
±1º	> 0,5 <= 6 ±0,1	> 6 <= 30 ±0,2	> 30 <= 120 ±0,5	> 120 <= 400 ±1,2	NOMBRE / DESIGNATION: CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO PEQ						

1

2

3

4

A

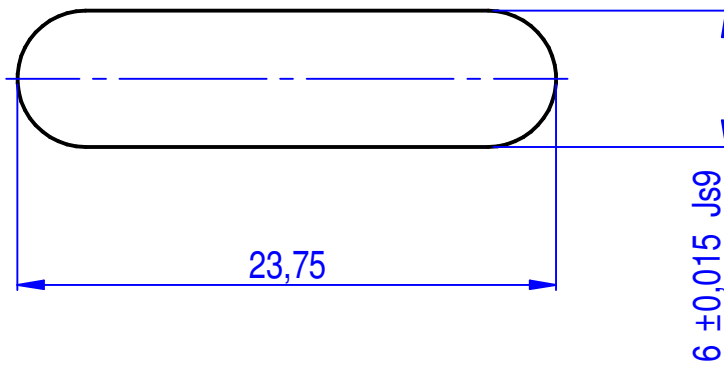
B

C

D

E




F

**NOTAS:**

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP	ET	ET	REV	SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS
CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES			
			A	V00	Lanzamiento / (Release)	ACT
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	MATERIAL ACERO, - , 0,006 kg	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA			
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	COLOR -				
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION	SPEC. TEMPLADO Y REVENIDO		CÓDIGO / PN SM030	VER V00	REV A	
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		ESCALA SCALE 3:1	FORMATO SIZE A4	HOJA SHEET 1	CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -	
ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES					
±1º	> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400		
	±0,1	±0,2	±0,5	±1,2		
SI metric 		NOMBRE / DESIGNATION: CHAVETA 6x6x23,75mm				

1

2

3

4

A

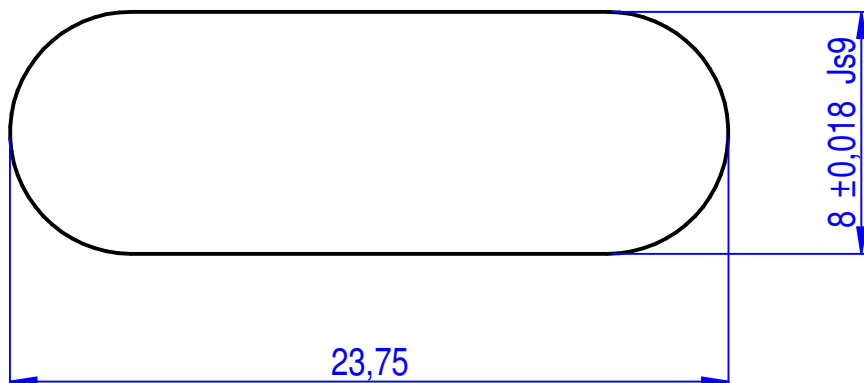
B

C

D

E



F

**NOTAS:**

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP	ET	ET	REV	SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS		
CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES					
			A	V00	Lanzamiento / (Release)	ACT		
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	MATERIAL ACERO, -, 0,01 kg	COLOR -		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA			
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	SPEC. TEMPLADO Y REVENIDO	ESCALA SCALE 4:1	FORMATO SIZE A4			HOJA SHEET 1	CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION		ESCALA SCALE 4:1	FORMATO SIZE A4	HOJA SHEET 1	CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -	CÓDIGO / PN SM031	VER V00	REV A
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES		SI metric NOMBRE / DESIGNATION: CHAVETA 8x7x23,75mm						
ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES							
$\pm 1^\circ$	> 0,5 <= 6 $\pm 0,1$	> 6 <= 30 $\pm 0,2$	> 30 <= 120 $\pm 0,5$	> 120 <= 400 $\pm 1,2$				

1

2

3

4

A

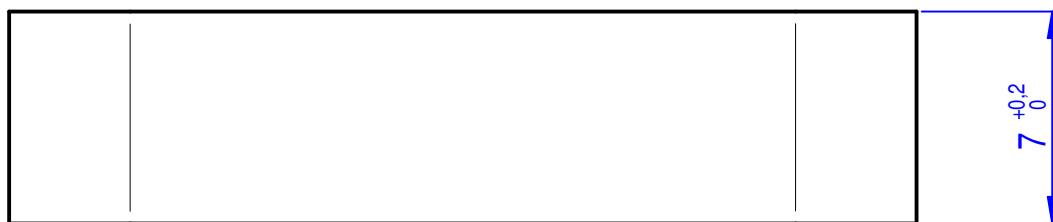
B

C

D

E



F

**NOTAS:**

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP	ET	ET	REV	SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS		
CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES					
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	MATERIAL ACERO, - , 0,012 kg	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA					
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	COLOR -						
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION	ESCALA SCALE 4:1		FORMATO SIZE A4	HOJA SHEET 1	CODIGO SUSTITUIDO SUPERSEDED P/N -	CÓDIGO / PN SM032	VER V00	REV A
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES			SI metric NOMBRE / DESIGNATION: CHAVETA 8x7x30mm					
ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILIMETROS DIMENSIONS IN MILIMETRES							
±1º	> 0,5 <= 6 ±0,1	> 6 <= 30 ±0,2	> 30 <= 120 ±0,5	> 120 <= 400 ±1,2				

1

2

3

4

A

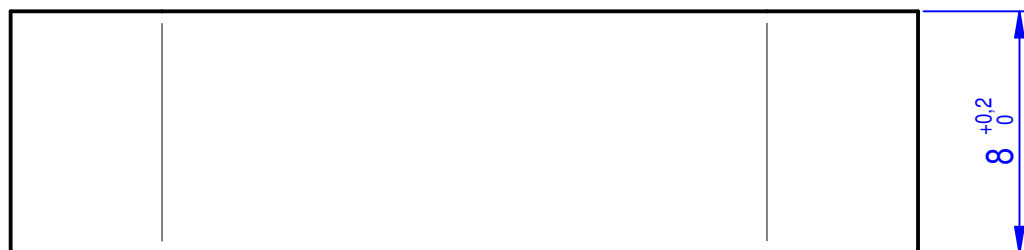
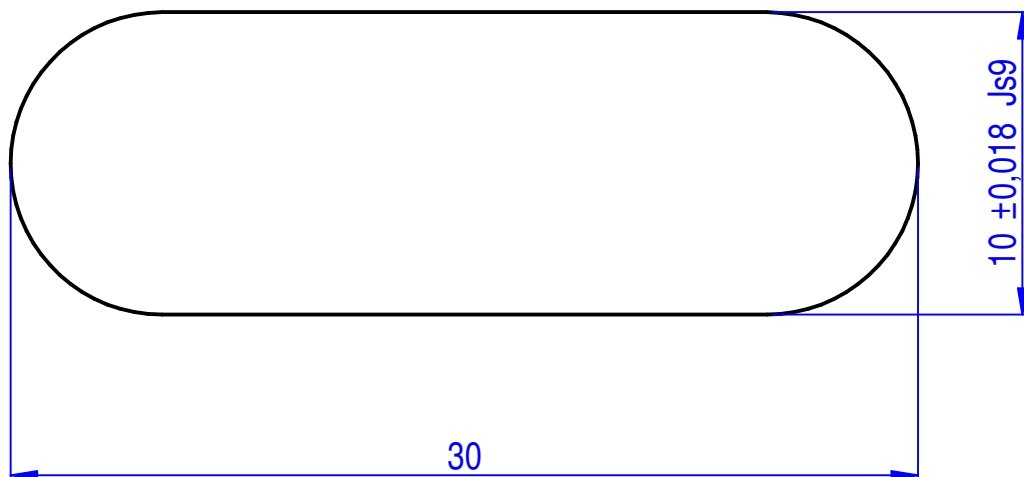
B

C

D

E



F

**NOTAS:**

- 1.- Eliminar rebabas o aristas cortantes.
- 2.- No se admiten rayas en cara vista.
- 3.- La información no incluida en el PDF puede extraerse del CAD, la información del PDF reemplaza a la de cualquier otro archivo.

REMARKS:

- 1.- No burrs or sharp edges allowed.
- 2.- No scratches in external face.
- 3.- All information not defined in PDF drawing should be taken from CAD files, PDF drawing takes precedence over all other CAD files.

ERP	ET	ET	REV	SUFIJO SUFFIX	DESCRIPCIÓN DESCRIPTION	ESTADO STATUS	
			A	V00	Lanzamiento / (Release)	ACT	
CONFIG.	MATERIAL	COLOR	TABLA DE REFERENCIAS / TABLE OF REFERENCES				
DISEÑADO POR / DESIGNED BY: SMILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	MATERIAL ACERO, - , 0,017 kg	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		CÓDIGO / PN SM033	VER V00	REV A
DIBUJADO POR / DRAWN BY: S.MILLA	FECHA / DATE: 2021-10-13	COLOR -					
COTA CRÍTICA  CRITICAL DIMENSION							
TOLERANCIAS GENERALES / GENERAL TOLERANCES							
ÁNGULO ANGLE	COTAS LINEALES EN MILÍMETROS DIMENSIONS IN MILLIMETRES						
$\pm 1^\circ$	> 0,5 <= 6	> 6 <= 30	> 30 <= 120	> 120 <= 400			
	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$			
			SI metric	NOMBRE / DESIGNATION: CHAVETA 10x8x30mm			

III.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Documento donde recogeremos las exigencias de fabricaciones, técnicas, legales y económicas de cada uno de los elementos para la correcta ejecución del proyecto.

01.- PROCESO DE FABRICACIÓN

01.1.- SM002 Engranaje 1e 20z 2m 24b

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.1.1

Para la ejecución de esta pieza se utilizarán dos procesos de fabricación, primero un torneado para el desbastado de la pieza en bruto y posteriormente un fresado para darle el acabado final de la pieza.

Partiremos de una barra de $\varnothing 50\text{mm}$ con un espesor de 30mm, en un primer proceso de torneado se dejará la pieza a $\varnothing 45\text{mm}$ y un espesor de 25mm, posteriormente se pasará al fresado donde se dejará la pieza con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.2.- SM003 Engranaje 1e 59z 2m 24b

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.2.1

Para la ejecución de esta pieza se utilizarán dos procesos de fabricación, primero un torneado para el desbastado de la pieza en bruto y posteriormente un fresado para darle el acabado final de la pieza.

Partiremos de una barra de $\varnothing 130\text{mm}$ con un espesor de 30mm, en un primer proceso de torneado se dejará la pieza a $\varnothing 125\text{mm}$ y un espesor de 25mm, posteriormente se pasará al fresado donde se dejará la pieza con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.3.- SM004 Engranaje 2e 24z 2m 46b

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.3.1

Para la ejecución de esta pieza se utilizarán dos procesos de fabricación, primero un torneado para el desbastado de la pieza en bruto y posteriormente un fresado para darle el acabado final de la pieza.

Partiremos de una barra de $\varnothing 60\text{mm}$ con un espesor de 50mm, en un primer proceso de torneado se dejará la pieza a $\varnothing 54\text{mm}$ y un espesor de 48mm, posteriormente se pasará al fresado donde se dejará la pieza con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.4.- SM005 Engranaje 2e 71z 2m 46b

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.4.1

Para la ejecución de esta pieza se utilizarán dos procesos de fabricación, primero un torneado para el desbastado de la pieza en bruto y posteriormente un fresado para darle el acabado final de la pieza.

Partiremos de una barra de $\varnothing 155\text{mm}$ con un espesor de 50mm, en un primer proceso de torneado se dejará la pieza a $\varnothing 150\text{mm}$ y un espesor de 48mm, posteriormente se pasará al fresado donde se dejará la pieza con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.5.- SM006 Eje entrada D20

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.5.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado, a excepción del chavetero que se realizará mediante fresado.

Partiremos de una barra de $\varnothing 25\text{mm}$ con una longitud de 180mm, la pieza se torneará y fresará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.6.- SM007 Eje intermedio D25

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.6.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado, a excepción de los chaveteros que se realizarán mediante fresado.

Partiremos de una barra de $\varnothing 30\text{mm}$ (medida comercial) con una longitud de 130mm, la pieza se torneará y fresará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.7.- SM008 Eje salida D30

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.7.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado, a excepción de los chaveteros que se realizarán mediante fresado.

Partiremos de una barra de $\varnothing 35\text{mm}$ con una longitud de 180mm, la pieza se torneará y fresará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.8.- SM015 Carcasa inferior caja reductora

La fabricación de la carcasa se realizará mediante colada, el material de la misma será fundición gris FG-20, pero para el encaje de las piezas que van montadas sobre la carcasa, las tapas, tornillos, etc, necesitan una calidad superficial mejor que la que deja este proceso de fabricación, por lo que posterior a la colada se realizará el mecanizado / fresado para las superficies de contacto, los taladros o los roscados.

Para la protección ante la corrosión de la pieza se procederá a un pintado en polvo de la misma, protegiendo las zonas sensibles, las superficies de unión, los taladros y los roscados.

01.9.- SM016 Carcasa superior caja reductora

La fabricación de la carcasa se realizará mediante colada, el material de la misma será fundición gris FG-20, pero para el encaje de las piezas que van montadas sobre la carcasa, las tapas, tornillos, etc, necesitan una calidad superficial mejor que la que deja este proceso de fabricación, por lo que posterior a la colada se realizará el mecanizado / fresado para las superficies de contacto, los taladros o los roscados.

Para la protección ante la corrosión de la pieza se procederá a un pintado en polvo de la misma, protegiendo las zonas sensibles, las superficies de unión, los taladros y los roscados.

01.10.- SM017 Tapa entrada

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S_y	800	N/mm ²
S_u	800	N/mm ²

Tabla 01.10.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de la pieza, pero para los taladros o alojamiento de superficies en contacto de montaje se utilizará un mecanizado por fresa.

Partiremos de una barra de $\varnothing 75\text{mm}$ con una longitud de 15mm, la pieza se torneará y fresará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.11.- SM018 Tapa ciega entrada

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.11.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de la pieza, pero para los taladros o alojamiento de superficies en contacto de montaje se utilizará un mecanizado por fresa.

Partiremos de una barra de $\varnothing 75\text{mm}$ con una longitud de 16mm, la pieza se torneará y fresará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.12.- SM019 Tapa intermedia

El material seleccionado para la ejecución de estas piezas será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.12.1

Estas piezas se realizarán mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de las piezas, pero para los taladros o alojamiento de superficies en contacto de montaje se utilizará un mecanizado por fresa.

Partiremos de una barra de $\varnothing 95\text{mm}$ con una longitud de 15mm, las piezas se tornearán y fresarán con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasarán al rectificado para dejar las piezas con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.13.- SM020 Tapa ciega salida

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.13.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de la pieza, pero para los taladros o alojamiento de superficies en contacto de montaje se utilizará un mecanizado por fresa.

Partiremos de una barra de $\varnothing 105\text{mm}$ con una longitud de 15mm, la pieza se torneará y fresará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.14.- SM021 Tapa salida

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S_y	800	N/mm ²
S_u	800	N/mm ²

Tabla 01.14.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de la pieza, pero para los taladros o alojamiento de superficies en contacto de montaje se utilizará un mecanizado por fresa.

Partiremos de una barra de $\varnothing 105\text{mm}$ con una longitud de 20mm, la pieza se torneará y fresará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.15.- SM027 Casquillo separador intermedio

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S_y	800	N/mm ²
S_u	800	N/mm ²

Tabla 01.15.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de la pieza.

Partiremos de una barra de $\varnothing 30\text{mm}$ con una longitud de 25mm, la pieza se torneará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.16.- SM028 Casquillo separador entrada

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.16.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de la pieza.

Partiremos de una barra hueca de $\varnothing 25\text{mm}$ con una longitud de 10mm, la pieza se torneará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.17.- SM029 Casquillo separador intermedio peg

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.17.1

Esta pieza se realizará mediante torneado tanto el desbastado como el rectificado en el contorno de la pieza.

Partiremos de una barra hueca de $\varnothing 30\text{mm}$ con una longitud de 5mm, la pieza se torneará con las medidas y tolerancias indicadas en el plano correspondiente, y finalmente se pasará al rectificado para dejar la pieza con una calidad $Q_{\text{iso}}=6$.

01.18.- SM030 Chaveta 6x6x23,75mm

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.18.1

Partiendo de bloque de Acero de 10x10mm se procederá al mecanizado de la pieza siguiendo las medidas indicadas en el plano SM030. Dejando la pieza libre de rebabas o cantos cortantes.

01.19.- SM031 Chaveta 8x7x23,75mm

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.19.1

Partiendo de bloque de Acero de 10x10mm se procederá al mecanizado de la pieza siguiendo las medidas indicadas en el plano SM031. Dejando la pieza libre de rebabas o cantos cortantes.

01.20.- SM032 Chaveta 8x7x30mm

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.20.1

Partiendo de bloque de Acero de 10x10mm se procederá al mecanizado de la pieza siguiendo las medidas indicadas en el plano SM032. Dejando la pieza libre de rebabas o cantos cortantes.

01.21.- SM033 Chaveta 10x8x23,75mm

El material seleccionado para la ejecución de esta pieza será un acero aleado templado y revenido, cuyas características son las siguientes:

E	206.000	N/mm ²
n	0,3	
G	792.000	N/mm ²
S _y	800	N/mm ²
S _u	800	N/mm ²

Tabla 01.19.1

Partiendo de bloque de Acero de 12x12mm se procederá al mecanizado de la pieza siguiendo las medidas indicadas en el plano SM030. Dejando la pieza libre de rebabas o cantos cortantes.

01.22.- Elementos comerciales

- SM009 RODAMIENTO 6306-2RZ: Elemento comercial que debe cumplir las especificaciones indicadas en el plano SM009. En el ANEXO 04 se adjunta un ejemplo.

- SM010 RODAMIENTO 6305-2RZ: Elemento comercial que debe cumplir las especificaciones indicadas en el plano SM010. En el ANEXO 05 se adjunta un ejemplo.

- SM011 RODAMIENTO 6004-RSL: Elemento comercial que debe cumplir las especificaciones indicadas en el plano SM011. En el ANEXO 06 se adjunta un ejemplo.

- SM012 ARANDELA DIN 471 D20: Elemento comercial que debe cumplir la norma DIN471 y la medida seleccionada del diámetro 20mm. Se adjunta en el ANEXO 03 un ejemplo.

- SM013 ARANDELA DIN 471 D25: Elemento comercial que debe cumplir la norma DIN471 y la medida seleccionada del diámetro 25mm. Se adjunta en el ANEXO 03 un ejemplo.

- SM014 ARANDELA DIN 471 D30: Elemento comercial que debe cumplir la norma DIN471 y la medida seleccionada del diámetro 30mm. Se adjunta en el ANEXO 03 un ejemplo.

- SM022 RETEN 20x32x7: Elemento comercial que debe cumplir las especificaciones indicadas en el plano SM022. En el ANEXO 09 se adjunta un ejemplo.

- SM023 TORNILLO DIN912 M6x20: Elemento comercial que debe cumplir la norma DIN912 con una métrica 6 y una longitud de 20mm. Se adjunta en el ANEXO 07 un ejemplo.

- SM024 TORNILLO DIN912 M8x25: Elemento comercial que debe cumplir la norma DIN912 con una métrica 8 y una longitud de 225mm. Se adjunta en el ANEXO 07 un ejemplo.

- SM025 ARANDELA DIN 125 D6: Elemento comercial que debe cumplir la norma DIN125 par aun diámetro de tornillo de M6. Se adjunta en el ANEXO 01 un ejemplo.

- SM026 ARANDELA DIN 127 D8: Elemento comercial que debe cumplir la norma DIN127 par aun diámetro de tornillo de M8. Se adjunta en el ANEXO 02 un ejemplo.

02.- PROCESO DE MONTAJE

A continuación, se planteará el orden de los pasos necesarios a seguir para el correcto montaje del reductor de velocidad.

01.- Submontaje Eje de entrada

- 01.1.- Sobre la pieza SM006 EJE DE ENTRADA D20 se montará en el chavetero la pieza SM030 CHAVETA 6x6x23,75mm.
- 01.2.- Se montará la pieza SM02 ENGRANAJE 1E 20Z 2M 24B alineando el chavetero con la chaveta montada previamente en el eje.
- 01.3.- Se introduce el casquillo (SM028 CASQUILLO SEPARADOR ENTRADA)
- 01.4.- Se introducen los rodamientos en ambos lados del eje (SM011 RODAMIENTO 6004-RSL).

02.- Submontaje Eje intermedio

- 02.1.- Sobre la pieza SM007 EJE INTERMEDIO D25 se montarán en los chaveteros las piezas SM031 CHAVETA 8x7x23,75mm y SM032 CHAVETA 8x7x30mm.
- 02.2.- Se montará la pieza SM003 ENGRANAJE 1E 59Z 2M 24B alineando el chavetero con la chaveta previamente montada en el eje.
- 02.3.- Se introduce el casquillo (SM027 CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO)
- 02.4.- Se montará la pieza SM004 ENGRANAJE 2E 24Z 2M 46B alineando el chavetero con la chaveta montada previamente en el eje.
- 02.5.- Se introducen los rodamientos en ambos lados del eje (SM010 RODAMIENTO 6305-2RZ).

03.- Submontaje Eje salida

- 03.1.- Sobre la pieza SM008 EJE DE SALIDA D30 se montará la pieza SM033 CHAVETA 10x8x30mm.
- 03.2.- Se montará la pieza SM005 ENGRANAJE 2E 71Z 2M 46B alineando el chavetero con la chaveta previamente montada en el eje.
- 03.3.- Se introducen los rodamientos en ambos lados del eje (SM009 RODAMIENTO 6306-2RZ)

04.- Se coloca el submontaje del eje de entrada y el submontaje del eje intermedio en la carcasa inferior apoyando los rodamientos sobre los alojamientos de la carcasa.

05.- Se coloca la carcasa superior y se cierra el conjunto con los tornillos y arandela indicados en el plano de montaje.

06.- Se coloca el reten SM022 RETEN 20x32x7 sobre la pieza SM021 TAPA SALIDA.

07.- Se colocan las tapas SM021 TAPA SALIDA y SM020 TAPA CIEGA SALIDA, para el cierre del eje de salida, con los tornillos y arandelas indicados en el plano de montaje.

08.- Se coloca la pieza SM019 TAPA INTERMEDIA en la parte delantera y trasera de las carcasas para cerrar el eje intermedio, con los tornillos y arandelas indicados en el plano de montaje.

09.- Se introduce el Submontaje del eje de entrada sobre los alojamientos de la carcasa superior.

10.- Se monta el reten SM022 RETEN 20x32x7 sobre la pieza SM017 TAPA ENTRADA.

11.- Se colocan las tapas SM017 TAPA ENTRADA y SM018 TAPA CIEGA SALIDA, para el cierre del eje de entrada, con los tornillos y arandelas indicados en el plano de montaje.

03.- CONDICIONES ECONOMICAS

El pago del proyecto se realizará en 3 etapas, la primera etapa se abonará el 25% de la totalidad del coste del proyecto, la segunda etapa será a la finalización del proyecto donde se abonará un 50% del total de la cantidad pendiente de pago. Por último, en el plazo de 3 meses tras la realización de las comprobaciones y pruebas necesarias para la validación del correcto funcionamiento de la pieza se abonará el total del pendiente a deber.

Los pagos definidos anteriormente se realizarán mediante transferencia bancaria, entregando el comprobante junto al albarán de entrega de proyecto, el albarán de entrega de la pieza terminada, y la ficha de validación técnica tras las pruebas de funcionamiento.

IV.- PRESUPUESTO

01.- MATERIALES

Los datos de la siguiente tabla se han obtenido a través de las propiedades del modelado 3D.

CÓDIGO	NOMBRE	MATERIAL	PESO (KG)
SM002	ENGRANAJE 1E 20Z 2M 24B	Acero	0,189
SM003	ENGRANAJE 1E 59Z 2M 24B	Acero	2,158
SM004	ENGRANAJE 2E 24Z 2M 46B	Acero	0,301
SM005	ENGRANAJE 2E 71Z 2M 46B	Acero	3,157
SM006	EJE ENTRADA D20	Acero	0,460
SM007	EJE INTERMEDIO D25	Acero	0,467
SM008	EJE SALIDA D30	Acero	0,841
SM015	CARCASA INFERIOR CAJA REDUCTORA	Fundición gris	4,520
SM016	CARCASA SUPERIOR CAJA REDUCTORA	Fundición gris	4,159
SM017	TAPA ENTRADA	Acero	0,134
SM018	TAPA CIEGA ENTRADA	Acero	0,141
SM019	TAPA INTERMEDIA	Acero	0,252
SM020	TAPA CIEGA SALIDA	Acero	0,319
SM021	TAPA SALIDA	Acero	0,328
SM027	CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO	Acero	0,008
SM028	CASQUILLO SEPARADOR ENTRADA	Acero	0,007
SM029	CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO PEQ	Acero	0,004
SM030	CHAVETA 6x6x23,75mm	Acero	0,006
SM031	CHAVETA 8x7x23,75mm	Acero	0,010
SM032	CHAVETA 8x7x30mm	Acero	0,012
SM033	CHAVETA 10x8x30mm	Acero	0,017

02.- MANO DE OBRA

Mano de obra según operario:

- Oficial de primera: 15€/h
- Oficial de segunda: 10€/h
- Operario: 6€/h
- Coste de máquina:
- Torno: 30€/h
- Fresadora: 40€/h
- Tronzadora: 15€/h
- Taladro vertical: 15€/h
- Rectificadora: 50€/h

03.- PRECIOS DESCOMPUESTOS POR PIEZA

SM002 ENGRANAJE 1E 20Z 2M 24B

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,189	Kg	2,85	0,54
Tronzado	0,10	h	15+6=21	2,10
Torneado	0,30	h	30+15=45	13,50
Fresado	0,50	h	40+10=50	25
Rectificado	0,30	h	50+6=56	16,80
			TOTAL	57,94 €

SM003 ENGRANAJE 1E 59Z 2M 24B

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	2,158	Kg	2,85	6,15
Torneado	0,35	h	30+15=45	15,75
Fresado	0,45	h	40+10=50	22,50
Rectificado	0,30	h	50+6=56	16,80
			TOTAL	61,20 €

SM004 ENGRANAJE 2E 24Z 2M 46B

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,301	Kg	2,85	0,86
Torneado	0,35	h	30+15=45	15,75
Fresado	0,50	h	40+10=50	25
Rectificado	0,30	h	50+6=56	16,80
			TOTAL	58,41 €

SM005 ENGRANAJE 2E 71Z 2M 46B

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	3,157	Kg	2,85	9
Torneado	0,40	h	30+15=45	18
Fresado	0,45	h	40+10=50	22,50
Rectificado	0,30	h	50+6=56	16,80
			TOTAL	66,30 €

SM006 EJE ENTRADA D20

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,460	Kg	2,85	1,31
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,35	h	30+15=45	15,75
Rectificado	0,25	h	50+6=56	14
			TOTAL	32,11 €

SM007 EJE INTERMEDIO D25

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,467	Kg	2,85	1,33
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,25	h	30+15=45	11,25
Rectificado	0,20	h	50+6=56	11,20
TOTAL			24,83 €	

SM008 EJE SALIDA D30

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,841	Kg	2,85	2,40
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,35	h	30+15=45	15,75
Rectificado	0,25	h	50+6=56	14
TOTAL			33,20 €	

SM015 CARCASA INFERIOR CAJA REDUCTORA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Fundición gris	4,520	Kg	2,85	12,88
Amortización molde	1	Ud	62	62
Fresado	0,30	h	40+10=50	15
Rectificado	0,20	h	50+6=56	11,20
TOTAL			101,08 €	

SM016 CARCASA SUPERIOR CAJA REDUCTORA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Fundición gris	4,159	Kg	2,85	11,85
Amortización molde	1	Ud	60	60
Fresado	0,30	h	40+10=50	15
Rectificado	0,20	h	50+6=56	11,20
TOTAL			98,05 €	

SM017 TAPA ENTRADA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,134	Kg	2,85	0,38
Torneado	0,30	h	30+15=45	13,50
Fresado	0,25	h	40+10=50	12,50
Rectificado	0,20	h	50+6=56	11,20
TOTAL			37,58 €	

SM018 TAPA CIEGA ENTRADA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,141	Kg	2,85	0,40
Torneado	0,25	h	30+15=45	11,25
Fresado	0,20	h	40+10=50	10
Rectificado	0,15	h	50+6=56	8,40
			TOTAL	30,05 €

SM019 TAPA INTERMEDIA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,252	Kg	2,85	0,72
Torneado	0,25	h	30+15=45	11,25
Fresado	0,20	h	40+10=50	10
Rectificado	0,15	h	50+6=56	8,40
			TOTAL POR UNIDAD	30,37 €
			TOTAL	60,74 €

SM020 TAPA CIEGA SALIDA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,319	Kg	2,85	0,91
Torneado	0,25	h	30+15=45	11,25
Fresado	0,20	h	40+10=50	10
Rectificado	0,15	h	50+6=56	8,40
			TOTAL	30,56 €

SM021 TAPA SALIDA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,328	Kg	2,85	0,93
Torneado	0,30	h	30+15=45	13,50
Fresado	0,25	h	40+10=50	12,50
Rectificado	0,20	h	50+6=56	11,20
			TOTAL	38,13 €

SM027 CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,008	Kg	2,85	0,02
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,10	h	30+15=45	4,50
Rectificado	0,10	h	50+6=56	5,60
			TOTAL	11,17 €

SM028 CASQUILLO SEPARADOR ENTRADA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,007	Kg	2,85	0,02
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,10	h	30+15=45	4,50
Rectificado	0,10	h	50+6=56	5,60
TOTAL			11,17 €	

SM029 CASQUILLO SEPARADOR INTERMEDIO PEQ

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,004	Kg	2,85	0,01
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,10	h	30+15=45	4,50
Rectificado	0,10	h	50+6=56	5,60
TOTAL			11,16 €	

SM030 CHAVETA 6x6x23,75

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,006	Kg	2,85	0,02
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,10	h	30+15=45	4,50
Rectificado	0,10	h	50+6=56	5,60
TOTAL			11,17 €	

SM031 CHAVETA 8x7x23,75

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,01	Kg	2,85	0,03
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,10	h	30+15=45	4,50
Rectificado	0,10	h	50+6=56	5,60
TOTAL			11,18 €	

SM032 CHAVETA 8x7x30

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,012	Kg	2,85	0,03
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,10	h	30+15=45	4,50
Rectificado	0,10	h	50+6=56	5,60
TOTAL			11,18 €	

SM033 CHAVETA 10x8x30

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Acero templado y revenido	0,017	Kg	2,85	0,05
Tronzado	0,05	h	15+6=21	1,05
Torneado	0,10	h	30+15=45	4,50
Rectificado	0,10	h	50+6=56	5,60
			TOTAL	10,15 €

ELEMENTOS COMERCIALES

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
SM009 RODAMIENTO 6306-2RZ	2	Ud	15,20	30,40
SM010 RODAMIENTO 6305-2RZ	2	Ud	13,70	27,40
SM011 RODAMIENTO 6004-RSL	2	Ud	14,34	28,68
SM012 ARANDELA DIN 471 D20	2	Ud	0,459	0,92
SM013 ARANDELA DIN 471 D25	2	Ud	0,541	1,08
SM014 ARANDELA DIN 471 D30	2	Ud	0,645	1,29
SM022 RETEN 20x32x7	2	Ud	3,05	6,10
SM023 TORNILLO DIN 912 M6x20	36	Ud	0,342	12,31
SM024 TORNILLO DIN 912 M8x25	8	Ud	1,20	9,60
SM025 ARANDELA DIN 125 D6	36	Ud	0,02	0,72
SM026 ARANDELA DIN 127 D8	8	Ud	0,02	0,16

PRESUPUESTO DE EJECIÓN MATERIAL

TOTAL 926,02 €

04.- COSTE DE DISEÑO

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Calculo resistente	180	h	27	4.860
Planimetría	70	h	17	1.190
Redacción memoria	50	h	17	850
			TOTAL	6.900 €

05.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

EJECUCIÓN MATERIAL	926,02 €
COSTE DE DISEÑO	6.900 €
TOTAL	7.795,65 €

06.- PRESUPUESTO DE CONTRATA

PRESUPUESTO EJECUCIÓN		7.795,65 €
GASTOS GENERALES	13%	1.013,43 €
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	467,74 €
TOTAL		9.276,82 €

07.- PRESUPUESTO FINAL

PRESUPUESTO CONTRATA		9.276,82 €
IVA	21%	1.948,13 €

TOTAL 11.224,95 €

Para ofrecer un coste abaratado se propone hacer una serie de 100 unidades, donde los costes de utillajes se repartirían por unidad reduciendo así el coste final del reductor.

El precio por unidad de las carcasas cambiaría al amortizar el coste del molde en 100 unidades en vez de una, quedando el coste de estas piezas de la siguiente manera:

SM015 CARCASA INFERIOR CAJA REDUCTORA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Fundición gris	4,520	Kg	2,85	12,88
Amortización molde	1	Ud	0,62	0,62
Fresado	0,30	h	40+10=50	15
Rectificado	0,20	h	50+6=56	11,20
			TOTAL	39,70 €

SM016 CARCASA SUPERIOR CAJA REDUCTORA

Denominación	Cant	Ud	Precio (€)	Precio total (€)
Fundición gris	4,159	Kg	2,85	11,85
Amortización molde	1	Ud	0,60	0,60
Fresado	0,30	h	40+10=50	15
Rectificado	0,20	h	50+6=56	11,20
			TOTAL	38,65 €

De esta forma el presupuesto de ejecución de material quedaría en 805,24 €
 Pasaría lo mismo con el coste del diseño, quedaría repartido en las 100 unidades, con lo que tendríamos un coste de diseño de: 69€

Repitiendo con estos nuevos datos el cálculo del presupuesto final quedará:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

EJECUCIÓN MATERIAL		805,24 €
COSTE DE DISEÑO		69 €
	TOTAL	874,24 €

PRESUPUESTO DE CONTRATA

PRESUPUESTO EJECUCIÓN		874,24 €
GASTOS GENERALES	13%	113,65 €
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	52,45 €
	TOTAL	1.040,34 €

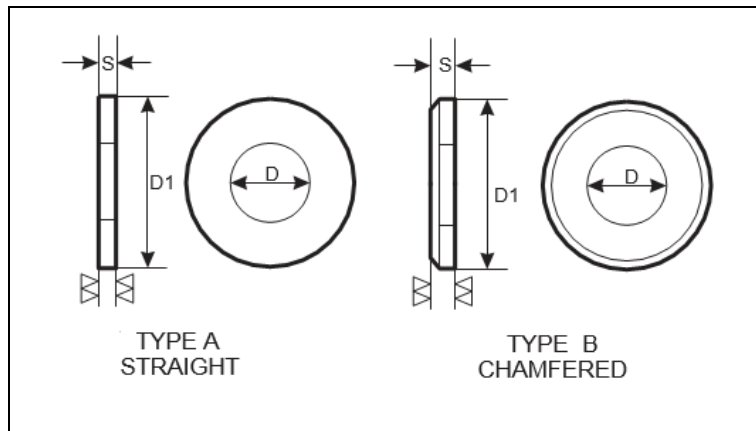
PRESUPUESTO FINAL

PRESUPUESTO CONTRATA		1.040,34 €
IVA	21%	218,47 €
	TOTAL	1.258,81 €

V.- ANEXOS

Metric DIN 125 Flat Washers

Visit our [online store](#) for product availability



Nominal Diameter	D	D1	S	WEIGHT kg / 1000 pcs
M3	3.2	7	0.5	0.12
M4	4.3	9	0.8	0.3
M5	5.3	10	1	0.44
M6	6.4	12.5	1.6	1.14
M7	7.4	14	1.6	1.39
M8	8.4	17	1.6	2.14
M10	10.5	21	2	4.08
M12	13	24	2.5	6.27
M14	15	28	2.5	8.6
M16	17	30	3	11.3
M18	19	34	3	14.7
M20	21	37	3	17.2
M22	23	39	3	18.4
M24	25	44	4	32.3
M27	28	50	4	42.8
M30	31	56	4	53.6
M33	34	60	5	75.4
M36	37	66	5	92

Cont...

Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

Headquarters: Independence OH USA; Montreal QC Canada;

Distribution Centers: Boston MA; Chicago IL; Cincinnati KY; Dallas TX; Denver CO; Houston TX; Jersey City NJ; Los Angeles CA; Miami FL; San Francisco CA; Seattle WA; Washington VA; Toronto ON; Calgary AB; Vancouver BC; Jiutepec (Temixco); Mexico City; Monterrey

...cont

Nominal Diameter	D	D1	S	WEIGHT kg / 1000 pcs
M39	40	72	6	133
M42	43	78	7	183
M45	46	85	7	220
M45	50	92	8	294
M52	54	98	8	330
M56	58	105	9	425
M58	60	110	9	471
M64	65	115	9	492
M72	74	125	10	625

All measurements are in mm

Metric DIN 125 Flat Washers are standard metric flat washers – a circular metal disc with a central hole. Typically used to distribute the load over a larger bearing surface either positioned below the head of a bolt or below the nut. This even distribution over a larger area reduces the chance of damaging the bearing surface. A washer could also be used if the outer diameter of a mating nut is smaller than the hole through which the screw is placed. Aspen Fasteners offers over 500,000 unique fastener products from stock in inch and metric standard in a variety of materials and finishes. The following sizes of DIN 125 Flat Washers are available for immediate shipping from stock: Diameters ranging from M3 to M72 in aluminum, brass, nylon, steel as well as stainless steel A2 and A4. View parts by clicking on the following link: [DIN 125 Flat Washers](#)

DIN (**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung - German Institute for Standardization) standards are issued for a variety of components including industrial fasteners as Metric DIN 125 Flat Washers. The DIN standards remain common in Germany, Europe and globally even though the transition to ISO standards is taking place. DIN standards continue to be used for parts which do not have ISO equivalents or for which there is no need for standardization. The ISO equivalent for DIN 125 Flat Washers is ISO 7089.

1) Mechanical properties of stainless steel for metric DIN 125 Flat Washers

Stainless steels can be divided into three groups of steel - austenitic, ferritic and martensitic. Austenitic steel is by far the most common type (>90% of commercial fasteners). The steel groups and strength classes are designated by a four-digit sequence of letters and numbers (eg A2-70) as shown in the following table. DIN EN ISO 3506 governs screws and nuts made from stainless steel.

Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

Headquarters: Independence OH USA; Montreal QC Canada;

Distribution Centers: Boston MA; Chicago IL; Cincinnati KY; Dallas TX; Denver CO; Houston TX; Jersey City NJ; Los Angeles CA; Miami FL; San Francisco CA; Seattle WA; Washington VA; Toronto ON; Calgary AB; Vancouver BC; Jiutepec (Temixco); Mexico City; Monterrey

Steel group	Steel grade	Strength class	Screws, Nuts and Bolts			
			Tensile strength N/mm ²	Tensile strength PSI	Dia range	Nut Load N/mm ²
Austenitic	A2 and A4	50	500	70,000	<=M39	500
		70	700	100,000	<=M20	700
		80	800	118,000	<=M20	800

The tensile stress is calculated with reference to the tensile stress area (see DIN EN ISO 3506-1979). Nuts to be paired with same grade of stainless steel screws

Steel group	Property Strength class	Made From	Characteristics
Austenitic	50	A1, A2	Soft; cold worked, turned and soft pressed fasteners
	70	A2, A4	Cold worked, normal strength formed fasteners
	80	A2, A4	Extreme cold worked, high strength, special applications

2) Chemical composition of stainless steel metric DIN 125 Flat Washers

Grade	USA Grade	Material designation	Material no.	C %	Si ≤ %	Mn ≤ %	Cr %	Mo %	Ni %
A 2	304	X 5Cr Ni 1810	1.4301	≤ 0.07	1.0	2.0	17.5 to 19.5	-	8.0 to 10.5
		X 2 Cr Ni 1811	1.4306	≤ 0.03	1.0	2.0	18.0 to 20.0	-	10 to 12.0
		X 8 Cr Ni 19/10	1.4303	≤ 0.07	1.0	2.0	17.0 to 19.0	-	11.0 to 13.0
A 4	316	X 5 Cr Ni Mo 1712	1.4401	≤ 0.07	1.0	2.0	16.5 to 18.5	2.0 to 2.5	10.0 to 13.0
		X 2 Cr Ni Mo 1712	1.4404	≤ 0.03	1.0	2.0	16.5 to 18.5	2.0 to 2.5	10 to 13

Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

Headquarters: Independence OH USA; Montreal QC Canada;

Distribution Centers: Boston MA; Chicago IL; Cincinnati KY; Dallas TX; Denver CO; Houston TX; Jersey City NJ; Los Angeles CA; Miami FL; San Francisco CA; Seattle WA; Washington VA; Toronto ON; Calgary AB; Vancouver BC; Jiutepec (Temixco); Mexico City; Monterrey

3) Chemical composition of steel metric DIN 125 Flat Washers

PROPERTY CLASS	MATERIAL AND TREATMENT	CHEMICAL COMPOSITION LIMITS %				TEMPERING TEMP °C MIN.
		C		P	S	
		min.	max.	max.	max.	
4.6, 4.8, 5.8, 6.8	Low or medium carbon steel	-	0.55	0.05	0.06	-
8.8	Medium carbon steel quenched, tempered	0.25	0.55	0.04	0.05	425
9.8	Medium carbon steel quenched, tempered	0.25	0.55	0.04	0.05	425
10.9	Medium carbon steel additives e.g. boron, Mn, Cr or Alloy steel - quenched, tempered	0.20	0.55	0.04	0.05	425
12.9	Alloy steel - quenched, tempered	0.20	0.50	0.035	0.035	380

4) Mechanical properties of steel for metric DIN 125 Flat Washers

MECHANICAL PROPERTY		PROPERTY CLASS									
		4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9	
						Up to M 16	Over M 16				
Tensile Strength (Rm, N/mm ²)	nom.	400	500		600	800		900	1000	1200	
	min.	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220	
Vickers Hardness	min.	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
	max.	250				320	336	360	380	435	
Brinell Hardness	min.	124	147	152	181	319	242	266	295	353	
	max.	238				385	319	342	363	412	
Rockwell Hardness	min. HR	71	79	82	89	-					
	HRC	-	-	-	-	20	23	28	32	39	
	HR	95				99	-				
	max. HRC	-	-	-	-	32	34	37	39	44	
Yield Stress ReL. N/mm ²	nom.	320	300	400	480	-					
	min.	340	300	420	480	-					
Stress at permanent set limit N/mm ²	nom.	-				640		720	900	1080	
	min.	-				640	660	720	940	1100	

Disclaimer

Dimensional data and technical information for Metric DIN 125 Flat Washers was obtained from publicly available sources and not acquired through standards agencies. It has been completed and compiled for reference purposes only; where discrepancies are found they are subject to change without notice. Aspen Fasteners makes no warranties or representations regarding the accuracy and validity of the compiled information and data. Contact the relevant standards authorities for accurate and detailed information.

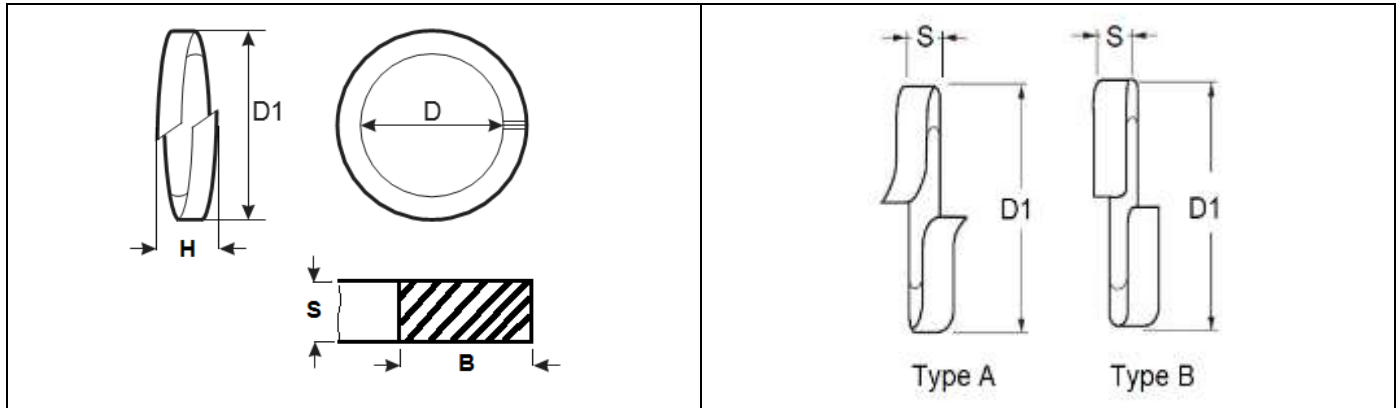
Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

Headquarters: Independence OH USA; Montreal QC Canada;

Distribution Centers: Boston MA; Chicago IL; Cincinnati KY; Dallas TX; Denver CO; Houston TX; Jersey City NJ; Los Angeles CA; Miami FL; San Francisco CA; Seattle WA; Washington VA; Toronto ON; Calgary AB; Vancouver BC; Jiutepec (Temixco); Mexico City; Monterrey

Metric DIN 127 Type B Helical Spring Split Lock Washers

Visit our [online store](#) for product availability



Nominal Diameter	D min.	D max.	D1 max.	B	S	H min.	H max.	Weight kg /1000pcs
M2	2.1	2.4	4.4	0.9 ± 0.1	0.5 ± 0.1	1	1.2	0.033
M2.2	2.3	2.6	4.8	1 ± 0.1	0.6 ± 0.1	1.2	1.4	0.05
M2.5	2.6	2.9	5.1	1 ± 0.1	0.6 ± 0.1	1.2	1.4	0.053
M3	3.1	3.4	6.2	1.3 ± 0.1	0.8 ± 0.1	1.6	1.9	0.11
M3.5	3.6	3.9	6.7	1.3 ± 0.1	0.8 ± 0.1	1.6	1.9	0.12
M4	4.1	4.4	7.6	1.5 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.8	2.1	0.18
M5	5.1	5.4	9.2	1.8 ± 0.1	1.2 ± 0.1	2.4	2.8	0.36
M6	6.4	6.5	11.8	2.5 ± 0.15	1.6 ± 0.1	3.2	3.8	0.83
M7	7.1	7.5	12.8	2.5 ± 0.15	1.6 ± 0.1	3.2	3.8	0.93
M8	8.1	8.5	14.8	3 ± 0.15	2 ± 0.1	4	4.7	1.6
M10	10.2	10.7	18.1	3.5 ± 0.2	2.2 ± 0.15	4.4	5.2	2.53
M12	12.2	12.7	21.1	4 ± 0.2	2.5 ± 0.15	5	5.9	3.82
M14	14.2	14.7	24.1	4.5 ± 0.2	3 ± 0.15	6	7.1	6.01
M16	16.2	17	27.4	5 ± 0.2	3.5 ± 0.2	7	8.3	8.91
M18	18.2	19	29.4	5 ± 0.2	3.5 ± 0.2	7	8.3	9.73
M20	20.2	21.2	33.6	6 ± 0.2	4 ± 0.2	8	9.4	15.2

Cont...

Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

Headquarters: Independence OH USA; Montreal QC Canada;

Distribution Centers: Boston MA; Chicago IL; Cincinnati KY; Dallas TX; Denver CO; Houston TX; Jersey City NJ; Los Angeles CA; Miami FL;
 San Francisco CA; Seattle WA; Washington VA; Toronto ON; Calgary AB; Vancouver BC; Jiutepec (Temixco); Mexico City; Monterrey

...cont

Nominal Diameter	D min.	D max.	D1 max.	B	S	H min.	H max.	Weight kg /1000pcs
M22	22.5	23.5	35.9	6 ± 0.2	4 ± 0.2	8	9.4	16.5
M24	24.5	25.5	40	7 ± 0.25	5 ± 0.2	10	11.8	26.2
M27	27.5	28.5	43	7 ± 0.25	5 ± 0.2	10	11.8	28.7
M30	30.5	31.7	48.2	8 ± 0.25	6 ± 0.2	12	14.2	44.3
M36	36.5	37.7	58.2	10 ± 0.25	6 ± 0.2	12	14.2	67.3
M39	39.5	40.7	61.2	10 ± 0.25	6 ± 0.2	12	14.2	71.7
M42	42.5	43.7	66.2	12 ± 0.25	7 ± 0.25	14	16.5	111
M45	45.5	46.7	71.2	12 ± 0.25	7 ± 0.25	14	16.5	117
M48	49	50.6	75	12 ± 0.25	7 ± 0.25	14	16.5	123
M52	53	54.6	83	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	162
M56	57	58.5	87	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	193
M60	61	62.5	91	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	203
M64	65	66.5	95	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	218
M68	69	70.5	99	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	228
M72	73	74.5	103	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	240
M80	81	82.5	111	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	262
M90	91	92.5	121	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	290
M100	101	102.5	131	14 ± 0.25	8 ± 0.25	16	18.9	318

All measurements are in mm

Metric DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers are commonly used metric lock washers – It is a split metal ring that is bent into a helical shape. Split Lock Washers are a left hand helix and allow the nut to be tightened in a right hand direction only. When compressed by tightening the nut, the washer bites into the substrate and exerts a spring force between the bolt and the substrate creating frictional resistance to rotation. DIN 127 are available in two forms, type A and type B. Type DIN 127 A have bent up tang at both ends of the washer. Type B simply have square/straight ends. Aspen Fasteners offers over 500,000 unique fastener products from stock in inch and metric standard in a variety of materials and finishes. The following sizes of DIN 127 B Helical Spring Lock Washers are available for immediate shipping from stock: Diameters ranging from M3 to M72 in steel and stainless steel 301, A4 and 316Ti. View parts by clicking on the following link: [DIN 127 Helical Spring Lock Washers](#)

DIN (**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung - German Institute for Standardization) standards are issued for a variety of components including industrial fasteners as Metric DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers. The DIN standards remain common in Germany, Europe and globally even though the transition to ISO standards is taking place. DIN standards continue to be used for parts which do not have ISO equivalents or for which there is no need for standardization as in the case for DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers.

Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

Headquarters: Independence OH USA; Montreal QC Canada;

Distribution Centers: Boston MA; Chicago IL; Cincinnati KY; Dallas TX; Denver CO; Houston TX; Jersey City NJ; Los Angeles CA; Miami FL; San Francisco CA; Seattle WA; Washington VA; Toronto ON; Calgary AB; Vancouver BC; Jiutepec (Temixco); Mexico City; Monterrey

1) Mechanical properties of stainless steel for metric DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers

Stainless steels can be divided into three groups of steel - austenitic, ferritic and martensitic. Austenitic steel is by far the most common type (>90% of commercial fasteners). The steel groups and strength classes are designated by a four-digit sequence of letters and numbers (eg A2-70) as shown in the following table. DIN EN ISO 3506 governs screws and nuts made from stainless steel.

Steel group	Steel grade	Strength class	Screws, Nuts and Bolts			
			Tensile strength N/mm ²	Tensile strength PSI	Dia range	Nut Load N/mm ²
Austenitic	A2 and A4	50	500	70,000	<=M39	500
		70	700	100,000	<=M20	700
		80	800	118,000	<=M20	800

The tensile stress is calculated with reference to the tensile stress area (see DIN EN ISO 3506-1979). Nuts to be paired with same grade of stainless steel screws

Steel group	Property Strength class	Made From	Characteristics
Austenitic	50	A1, A2	Soft; cold worked, turned and soft pressed fasteners
	70	A2, A4	Cold worked, normal strength formed fasteners
	80	A2, A4	Extreme cold worked, high strength, special

Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

2) Chemical composition of stainless steel metric DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers

Grade	USA Grade	Material designation	Material no.	C %	Si ≤ %	Mn ≤ %	Cr %	Mo %	Ni %
A 2	304	X 5Cr Ni 1810	1.4301	≤ 0.07	1.0	2.0	17.5 to 19.5	-	8.0 to 10.5
		X 2 Cr Ni 1811	1.4306	≤ 0.03	1.0	2.0	18.0 to 20.0	-	10 to 12.0
		X 8 Cr Ni 19/10	1.4303	≤ 0.07	1.0	2.0	17.0 to 19.0	-	11.0 to 13.0
A 4	316	X 5 Cr Ni Mo 1712	1.4401	≤ 0.07	1.0	2.0	16.5 to 18.5	2.0 to 2.5	10.0 to 13.0
		X 2 Cr Ni Mo 1712	1.4404	≤ 0.03	1.0	2.0	16.5 to 18.5	2.0 to 2.5	10 to 13

3) Chemical composition of steel metric DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers

PROPERTY CLASS	MATERIAL AND TREATMENT	CHEMICAL COMPOSITION LIMITS %				TEMPERING TEMP °C MIN.
		C		P	S	
		min.	max.	max.	max.	
4.6, 4.8, 5.8, 6.8	Low or medium carbon steel	-	0.55	0.05	0.06	-
8.8	Medium carbon steel quenched, tempered	0.25	0.55	0.04	0.05	425
9.8	Medium carbon steel quenched, tempered	0.25	0.55	0.04	0.05	425
10.9	Medium carbon steel additives e.g. boron, Mn, Cr or Alloy steel - quenched, tempered	0.20	0.55	0.04	0.05	425
12.9	Alloy steel - quenched, tempered	0.20	0.50	0.035	0.035	380

Aspen Fasteners 4807 Rockside Road, Suite 400, Independence, OH 44131 USA
www.aspenfasteners.com | aspensales@aspenfasteners.com | 1-800-479-0056

4) Mechanical properties of steel for metric DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers

MECHANICAL PROPERTY		PROPERTY CLASS								
		4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9
						Up to M 16	Over M 16			
Tensile Strength (Rm, N/mm ²)	nom.	400	500		600	800		900	1000	1200
	min.	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
Vickers Hardness	min.	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	max.	250				320	336	360	380	435
Brinell Hardness	min.	124	147	152	181	319	242	266	295	353
	max.	238				385	319	342	363	412
Rockwell Hardness	min. HR	71	79	82	89	-				
	HRC	-	-	-	-	20	23	28	32	39
	HR	95			99	-				
	max. HRC	-	-	-	-	32	34	37	39	44
Yield Stress ReL. N/mm ²	nom.	320	300	400	480	-				
	min.	340	300	420	480	-				
Stress at permanent set limit N/mm ²	nom.	-				640		720	900	1080
	min.	-				640	660	720	940	1100

Disclaimer

Dimensional data and technical information for Metric DIN 127 Helical Spring Split Lock Washers was obtained from publicly available sources and not acquired through standards agencies. It has been completed and compiled for reference purposes only; where discrepancies are found they are subject to change without notice. Aspen Fasteners makes no warranties or representations regarding the accuracy and validity of the compiled information and data. Contact the relevant standards authorities for accurate and detailed information.

10



Seeger-Ringe für Wellen Seeger-Rings for shafts Segments extérieurs Seeger

Maßliste
Data chart
Table
dimensionnelle

A 3 – A 56 / DIN 471

Bezeichnung
Designation
Désignation

Nennmaß
Nominal
dimension
Dimension
nominale
 d_1

Ring, Ring, Anneau

Toleranz
Tolerance
Tolérance

S

d_3

Toleranz
Tolerance
Tolérance

a

b

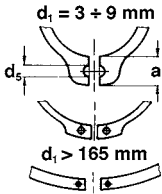
d_5

Gew.
Weight
Masse
kg/1000

max

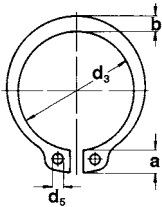
≈

min

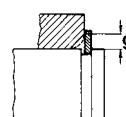
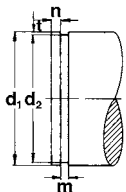
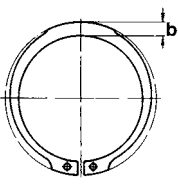


nach Wahl des
Herstellers
to manufacturer's
choice

suivant les disponibilités
du fabricant



Ungespannt
Unstressed
A l'état libre



Bezeichnung Designation Désignation	Nennmaß Nominal dimension Dimension nominale d_1	S	Toleranz Tolerance Tolérance	d_3	Toleranz Tolerance Tolérance	a max	b ≈	d_5 min	Gew. Weight Masse kg/1000
A 3	3	0,40	-0,05	2,7	+0,04 -0,15	1,9	0,8	1,0	0,017
A 4	4	0,40	-0,05	3,7	+0,04 -0,15	2,2	0,9	1,0	0,022
A 5	5	0,60	-0,05	4,7	+0,04 -0,15	2,5	1,1	1,0	0,066
A 6	6	0,70	-0,05	5,6	+0,04 -0,15	2,7	1,3	1,2	0,084
A 7	7	0,80	-0,05	6,5	+0,06 -0,18	3,1	1,4	1,2	0,121
A 8	8	0,80	-0,05	7,4	+0,06 -0,18	3,2	1,5	1,2	0,158
A 9	9	1,00	-0,06	8,4	+0,06 -0,18	3,3	1,7	1,2	0,300
A 10	10	1,00	-0,06	9,3	+0,10 -0,36	3,3	1,8	1,5	0,340
A 11	11	1,00	-0,06	10,2	+0,10 -0,36	3,3	1,8	1,5	0,410
A 12	12	1,00	-0,06	11,0	+0,10 -0,36	3,3	1,8	1,7	0,500
A 13	13	1,00	-0,06	11,9	+0,10 -0,36	3,4	2,0	1,7	0,530
A 14	14	1,00	-0,06	12,9	+0,10 -0,36	3,5	2,1	1,7	0,640
A 15	15	1,00	-0,06	13,8	+0,10 -0,36	3,6	2,2	1,7	0,670
A 16	16	1,00	-0,06	14,7	+0,10 -0,36	3,7	2,2	1,7	0,700
A 17	17	1,00	-0,06	15,7	+0,10 -0,36	3,8	2,3	1,7	0,820
A 18	18	1,20	-0,06	16,5	+0,10 -0,36	3,9	2,4	2,0	1,110
A 19	19	1,20	-0,06	17,5	+0,10 -0,36	3,9	2,5	2,0	1,220
A 20	20	1,20	-0,06	18,5	+0,13 -0,42	4,0	2,6	2,0	1,300
A 21	21	1,20	-0,06	19,5	+0,13 -0,42	4,1	2,7	2,0	1,420
A 22	22	1,20	-0,06	20,5	+0,13 -0,42	4,2	2,8	2,0	1,500
A 23	23	1,20	-0,06	21,5	+0,13 -0,42	4,3	2,9	2,0	1,630
A 24	24	1,20	-0,06	22,2	+0,21 -0,42	4,4	3,0	2,0	1,770
A 25	25	1,20	-0,06	23,2	+0,21 -0,42	4,4	3,0	2,0	1,900
A 26	26	1,20	-0,06	24,2	+0,21 -0,42	4,5	3,1	2,0	1,960
A 27	27	1,20	-0,06	24,9	+0,21 -0,42	4,6	3,1	2,0	2,080
A 28	28	1,50	-0,06	25,9	+0,21 -0,42	4,7	3,2	2,0	2,920
A 29	29	1,50	-0,06	26,9	+0,21 -0,42	4,8	3,4	2,0	3,200
A 30	30	1,50	-0,06	27,9	+0,21 -0,42	5,0	3,5	2,0	3,320
A 31	31	1,50	-0,06	28,6	+0,21 -0,42	5,1	3,5	2,5	3,450
A 32	32	1,50	-0,06	29,6	+0,21 -0,42	5,2	3,6	2,5	3,540
A 33	33	1,50	-0,06	30,5	+0,25 -0,50	5,2	3,7	2,5	3,690
A 34	34	1,50	-0,06	31,5	+0,25 -0,50	5,4	3,8	2,5	3,800
A 35	35	1,50	-0,06	32,2	+0,25 -0,50	5,6	3,9	2,5	4,000
A 36	36	1,75	-0,06	33,2	+0,25 -0,50	5,6	4,0	2,5	5,000
A 37	37	1,75	-0,06	34,2	+0,25 -0,50	5,7	4,1	2,5	5,370
A 38	38	1,75	-0,06	35,2	+0,25 -0,50	5,8	4,2	2,5	5,620
A 39	39	1,75	-0,06	36,0	+0,25 -0,50	5,9	4,3	2,5	5,850
A 40	40	1,75	-0,06	36,5	+0,39 -0,90	6,0	4,4	2,5	6,030
A 41	41	1,75	-0,06	37,5	+0,39 -0,90	6,2	4,5	2,5	6,215
A 42	42	1,75	-0,06	38,5	+0,39 -0,90	6,5	4,5	2,5	6,500
A 44	44	1,75	-0,06	40,5	+0,39 -0,90	6,6	4,6	2,5	7,000
A 45	45	1,75	-0,06	41,5	+0,39 -0,90	6,7	4,7	2,5	7,500
A 46	46	1,75	-0,06	42,5	+0,39 -0,90	6,7	4,8	2,5	7,600
A 47	47	1,75	-0,06	43,5	+0,39 -0,90	6,8	4,9	2,5	7,500
A 48	48	1,75	-0,06	44,5	+0,39 -0,90	6,9	5,0	2,5	7,900
A 50	50	2,00	-0,07	45,8	+0,39 -0,90	6,9	5,1	2,5	10,200
A 52	52	2,00	-0,07	47,8	+0,39 -0,90	7,0	5,2	2,5	11,100
A 54	54	2,00	-0,07	49,8	+0,39 -0,90	7,1	5,3	2,5	11,300
A 55	55	2,00	-0,07	50,8	+0,46 -1,10	7,2	5,4	2,5	11,400
A 56	56	2,00	-0,07	51,8	+0,46 -1,10	7,3	5,5	2,5	11,800

10



Seeger-Ringe für Wellen Seeger-Rings for shafts Segments extérieurs Seeger

**Maßliste
Data chart
Table
dimensionnelle**

A57 – A152 / DIN 471

**Bezeichnung
Designation
Désignation**

**Nennmaß
Nominal
dimension
Dimension
nominale
 d_1**

Ring, Ring, Anneau

**Toleranz
Tolerance
Tolérance**

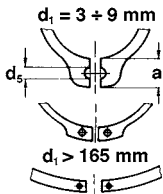
**Toleranz
Tolerance
Tolérance**

**a
max**

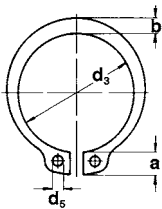
**b
≈**

**d_5
min**

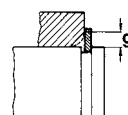
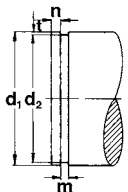
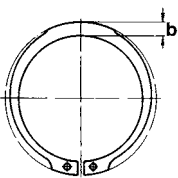
**Gew.
Weight
Masse
kg/1000**



nach Wahl des Herstellers
to manufacturer's choice
suivant les disponibilités du fabricant



Ungespannt
Unstressed
A l'état libre



Bezeichnung Designation Désignation	Nennmaß Nominal dimension Dimension nominale d_1	S	Toleranz Tolerance Tolérance	d_3	Toleranz Tolerance Tolérance	a max	b ≈	d_5 min	Gew. Weight Masse kg/1000
A 57	57	2,00	-0,07	52,8	+0,46 -1,10	7,3	5,5	2,5	12,200
A 58	58	2,00	-0,07	53,8	+0,46 -1,10	7,3	5,6	2,5	12,600
A 60	60	2,00	-0,07	55,8	+0,46 -1,10	7,4	5,8	2,5	12,900
A 62	62	2,00	-0,07	57,8	+0,46 -1,10	7,5	6,0	2,5	14,300
A 63	63	2,00	-0,07	58,8	+0,46 -1,10	7,6	6,2	2,5	15,900
A 65	65	2,50	-0,07	60,8	+0,46 -1,10	7,8	6,3	3,0	18,200
A 67	67	2,50	-0,07	62,5	+0,46 -1,10	7,9	6,4	3,0	20,300
A 68	68	2,50	-0,07	63,5	+0,46 -1,10	8,0	6,5	3,0	21,800
A 70	70	2,50	-0,07	65,5	+0,46 -1,10	8,1	6,6	3,0	22,000
A 72	72	2,50	-0,07	67,5	+0,46 -1,10	8,2	6,8	3,0	22,500
A 75	75	2,50	-0,07	70,5	+0,46 -1,10	8,4	7,0	3,0	24,600
A 77	77	2,50	-0,07	72,5	+0,46 -1,10	8,5	7,2	3,0	25,700
A 78	78	2,50	-0,07	73,5	+0,46 -1,10	8,6	7,3	3,0	26,200
A 80	80	2,50	-0,07	74,5	+0,46 -1,10	8,6	7,4	3,0	27,300
A 82	82	2,50	-0,07	76,5	+0,46 -1,10	8,7	7,6	3,0	31,200
A 85	85	3,00	-0,08	79,5	+0,46 -1,10	8,7	7,8	3,5	36,400
A 87	87	3,00	-0,08	81,5	+0,54 -1,30	8,8	7,9	3,5	39,800
A 88	88	3,00	-0,08	82,5	+0,54 -1,30	8,8	8,0	3,5	41,200
A 90	90	3,00	-0,08	84,5	+0,54 -1,30	8,8	8,2	3,5	44,500
A 92	92	3,00	-0,08	86,5	+0,54 -1,30	9,0	8,4	3,5	46,000
A 95	95	3,00	-0,08	89,5	+0,54 -1,30	9,4	8,6	3,5	49,000
A 97	97	3,00	-0,08	91,5	+0,54 -1,30	9,4	8,8	3,5	50,200
A 98	98	3,00	-0,08	91,5	+0,54 -1,30	9,4	8,8	3,5	50,200
A 100	100	3,00	-0,08	94,5	+0,54 -1,30	9,6	9,0	3,5	53,700
A 102	102	4,00	-0,10	95,0	+0,54 -1,30	9,7	9,2	3,5	78,000
A 105	105	4,00	-0,10	98,0	+0,54 -1,30	9,9	9,3	3,5	80,000
A 107	107	4,00	-0,10	100,0	+0,54 -1,30	10,0	9,5	3,5	81,000
A 108	108	4,00	-0,10	100,0	+0,54 -1,30	10,0	9,5	3,5	81,000
A 110	110	4,00	-0,10	103,0	+0,54 -1,30	10,1	9,6	3,5	82,000
A 112	112	4,00	-0,10	105,0	+0,54 -1,30	10,3	9,7	3,5	83,000
A 115	115	4,00	-0,10	108,0	+0,54 -1,30	10,6	9,8	3,5	84,000
A 117	117	4,00	-0,10	110,0	+0,54 -1,30	10,8	10,0	3,5	85,000
A 118	118	4,00	-0,10	110,0	+0,54 -1,30	10,8	10,0	3,5	85,000
A 120	120	4,00	-0,10	113,0	+0,54 -1,30	11,0	10,2	3,5	86,000
A 122	122	4,00	-0,10	115,0	+0,54 -1,30	11,2	10,3	4,0	88,000
A 125	125	4,00	-0,10	118,0	+0,54 -1,30	11,4	10,4	4,0	90,000
A 127	127	4,00	-0,10	120,0	+0,54 -1,30	11,4	10,5	4,0	95,000
A 128	128	4,00	-0,10	120,0	+0,54 -1,30	11,4	10,5	4,0	95,000
A 130	130	4,00	-0,10	123,0	+0,63 -1,50	11,6	10,7	4,0	100,000
A 132	132	4,00	-0,10	125,0	+0,63 -1,50	11,7	10,8	4,0	103,000
A 135	135	4,00	-0,10	128,0	+0,63 -1,50	11,8	11,0	4,0	104,000
A 137	137	4,00	-0,10	130,0	+0,63 -1,50	11,9	11,0	4,0	107,000
A 138	138	4,00	-0,10	130,0	+0,63 -1,50	11,9	11,0	4,0	107,000
A 140	140	4,00	-0,10	133,0	+0,63 -1,50	12,0	11,2	4,0	110,000
A 142	142	4,00	-0,10	135,0	+0,63 -1,50	12,1	11,3	4,0	112,000
A 145	145	4,00	-0,10	138,0	+0,63 -1,50	12,2	11,5	4,0	115,000
A 147	147	4,00	-0,10	140,0	+0,63 -1,50	12,3	11,6	4,0	116,000
A 148	148	4,00	-0,10	140,0	+0,63 -1,50	12,3	11,6	4,0	116,000
A 150	150	4,00	-0,10	142,0	+0,63 -1,50	13,0	11,8	4,0	120,000
A 152	152	4,00	-0,10	143,0	+0,63 -1,50	13,0	11,9	4,0	128,000

10



Seeger-Ringe für Wellen Seeger-Rings for shafts Segments extérieurs Seeger

**Maßliste
Data chart
Table
dimensionnelle**

A 255 – A 460 / DIN 471

**Bezeichnung
Designation
Désignation**

**Nennmaß
Nominal
dimension
Dimension
nominale**
d₁

Ring, Ring, Anneau

**Toleranz
Tolerance
Tolérance**

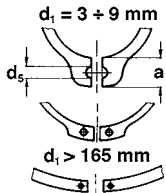
**Toleranz
Tolerance
Tolérance**

a
max

b
≈

d₅
min

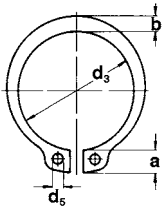
**Gew.
Weight
Masse**
kg/1000



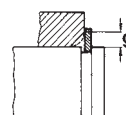
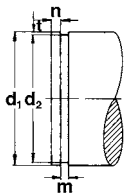
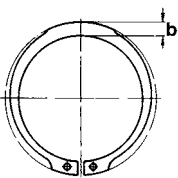
nach Wahl des Herstellers

manufacturer's choice

suivant les disponibilités du fabricant



Ungespannt
Unstressed
A l'état libre



Bezeichnung Designation Désignation	Nennmaß Nominal dimension Dimension nominale d ₁	S	Toleranz Tolerance Tolérance	d ₃	Toleranz Tolerance Tolérance	a max	b ≈	d ₅ min	Gew. Weight Masse kg/1000
A 255	255	5,00	-0,12	240,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	348,000
A 257	257	5,00	-0,12	240,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	348,000
A 258	258	5,00	-0,12	240,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	348,000
A 260	260	5,00	-0,12	245,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	355,000
A 262	262	5,00	-0,12	245,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	355,000
A 265	265	5,00	-0,12	250,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	370,000
A 267	267	5,00	-0,12	250,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	370,000
A 268	268	5,00	-0,12	250,0	+0,72 -1,70	16,2	16,0	5,0	370,000
A 270	270	5,00	-0,12	255,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	375,000
A 272	272	5,00	-0,12	255,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	375,000
A 275	275	5,00	-0,12	260,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	390,000
A 277	277	5,00	-0,12	260,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	390,000
A 278	278	5,00	-0,12	260,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	390,000
A 280	280	5,00	-0,12	265,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	398,000
A 282	282	5,00	-0,12	265,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	398,000
A 285	285	5,00	-0,12	270,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	410,000
A 287	287	5,00	-0,12	270,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	410,000
A 288	288	5,00	-0,12	270,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	410,000
A 290	290	5,00	-0,12	275,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	418,000
A 292	292	5,00	-0,12	275,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	418,000
A 295	295	5,00	-0,12	280,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	430,000
A 297	297	5,00	-0,12	280,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	430,000
A 298	298	5,00	-0,12	280,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	430,000
A 300	300	5,00	-0,12	285,0	+0,81 -2,00	16,2	16,0	5,0	440,000
A 305	305	6,00	-0,15	288,0	+0,81 -2,00		20,0	6,0	738,000
A 310	310	6,00	-0,15	293,0	+0,81 -2,00		20,0	6,0	750,000
A 315	315	6,00	-0,15	298,0	+0,81 -2,00		20,0	6,0	760,000
A 320	320	6,00	-0,15	303,0	+0,81 -2,00		20,0	6,0	770,000
A 325	325	6,00	-0,15	308,0	+0,81 -2,00		20,0	6,0	787,000
A 330	330	6,00	-0,15	313,0	+0,81 -2,00		20,0	6,0	800,000
A 335	335	6,00	-0,15	318,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	826,000
A 340	340	6,00	-0,15	323,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	840,000
A 345	345	6,00	-0,15	328,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	845,000
A 350	350	6,00	-0,15	333,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	850,000
A 355	355	6,00	-0,15	338,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	865,000
A 360	360	6,00	-0,15	343,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	880,000
A 365	365	6,00	-0,15	348,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	885,000
A 370	370	6,00	-0,15	353,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	890,000
A 375	375	6,00	-0,15	358,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	910,000
A 380	380	6,00	-0,15	363,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	930,000
A 385	385	6,00	-0,15	368,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	940,000
A 390	390	6,00	-0,15	373,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	950,000
A 395	395	6,00	-0,15	378,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	990,000
A 400	400	6,00	-0,15	383,0	+0,90 -2,00		20,0	6,0	1040,000
A 410	410	7,00	-0,15	390,0	+0,90 -2,00		26,0	6,0	1320,000
A 420	420	7,00	-0,15	400,0	+0,90 -2,00		26,0	6,0	1360,000
A 430	430	7,00	-0,15	410,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1390,000
A 440	440	7,00	-0,15	420,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1420,000
A 450	450	7,00	-0,15	430,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1450,000
A 460	460	7,00	-0,15	440,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1520,000

10



Seeger-Ringe für Wellen Seeger-Rings for shafts Segments extérieurs Seeger

Maßliste
Data chart
Table
dimensionnelle

A 470 – A 1000 / DIN 471

Bezeichnung
Designation
Désignation

Nennmaß
Nominal
dimension
Dimension
nominale
 d_1

Ring, Ring, Anneau

Toleranz
Tolerance
Tolérance

Toleranz
Tolerance
Tolérance

a

b

d_5

Gew.
Weight
Masse
kg/1000

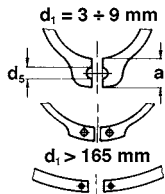
S

d_3

max

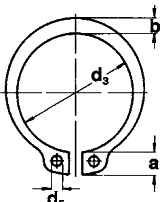
≈

min

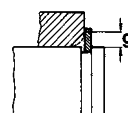
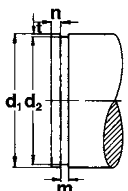
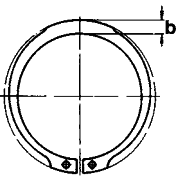


nach Wahl des
Herstellers
to manufacturer's
choice

suivant les disponibilités
du fabricant



Ungespannt
Unstressed
A l'état libre



Bezeichnung Designation Désignation	Nennmaß Nominal dimension Dimension nominale d_1	S	Toleranz Tolerance Tolérance	d_3	Toleranz Tolerance Tolérance	a max	b ≈	d_5 min	Gew. Weight Masse kg/1000
A 470	470	7,00	-0,15	450,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1590,000
A 480	480	7,00	-0,15	460,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1660,000
A 490	490	7,00	-0,15	470,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1725,000
A 500	500	7,00	-0,15	480,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	1790,000
A 510	510	8,00	-0,15	485,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	2300,000
A 520	520	8,00	-0,15	495,0	+1,00 -2,00		26,0	6,0	2350,000
A 530	530	8,00	-0,15	505,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2400,000
A 540	540	8,00	-0,15	515,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2445,000
A 550	550	8,00	-0,15	525,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2490,000
A 560	560	8,00	-0,15	535,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2580,000
A 570	570	8,00	-0,15	545,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2670,000
A 580	580	8,00	-0,15	555,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2760,000
A 590	590	8,00	-0,15	565,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2840,000
A 600	600	8,00	-0,15	575,0	+1,50 -3,00		26,0	6,0	2920,000
A 650	650	9,00	-0,20	620,0	+1,50 -3,00		34,0	6,0	3770,000
A 700**	700	9,00	-0,20	670,0	+1,50 -3,00		34,0	6,0	4070,000
A 750**	750	9,00	-0,20	715,0	+1,50 -3,00		34,0	9,0	4640,000
A 800**	800	9,00	-0,20	765,0	+1,50 -3,00		34,0	9,0	5330,000
A 850**	850	9,00	-0,20	810,0	+2,00 -4,00		34,0	9,0	6030,000
A 900**	900	9,00	-0,20	860,0	+2,00 -4,00		34,0	9,0	6640,000
A 950**	950	9,00	-0,20	900,0	+2,00 -4,00		34,0	9,0	7260,000
A 1000**	1000	9,00	-0,20	950,0	+2,00 -4,00		34,0	9,0	8130,000

Seeger-Ringe DIN 471 für die Wellenabmessungen von 4 bis 39 mm (Bez. A4 – A39) stehen auch in magazinierte Ausführung standardmäßig zur Verfügung. Vergleichen Sie mit der aktuellen Preisliste.

Ab Durchmesser 40 mm bis 100 mm werden die Seeger-Ringe grundsätzlich nur magaziniert verpackt.

* Siehe Abschnitt 8, Seite 128.
** Die Ringe über 650 mm Nenn Durchmesser werden als konzentrische Sprengringe gefertigt.

Seeger-Rings DIN 471 for shafts in the size range from 4 to 39 mm (design A4 – A39) are available stacked for the standard range. Refer to current >>Seeger price and range list<<..

Seeger Rings in the size range 40 mm to 100 mm are only available stacked.

* See section 8, page 128
** Rings in excess of 650 mm nominal diameter are manufactured as concentric circlips.

Les segments Seeger DIN 471 pour arbre de 4 à 39 mm (dés. A4–A39) sont également disponibles empilés. Veuillez nous consulter.

Pour les diamètres de 40 mm à 100 mm, les segments d'arrêt Seeger sont toujours emballés empilés.

* Voir paragraphe 8, page 128
** Les segments d'un diamètre nominal de plus de 650 mm sont tous des anneaux expansifs concentriques.



Seeger-Ringe für Wellen
Seeger-Rings for shafts
Segments extérieurs Seeger



10

A 470 – A 1000 / DIN 471

Nut · Groove · Gorge

Ergänzende Daten · Supplementary data · Données complémentaires

d_2^*	Toleranz Tolerance Tolérance	m^* min.	t	n	F_N kN	F_R kN	g	F_{Rg} kN	A_N mm ²	K kN · mm	$n_{abl.}$ x1000 (1/min)	Zange Pliers Pince
458,0	-1,00	7,20	6,00	18,0	1457,0	1413,00	7,0	121,00	8746,0	3237,00	1,0	ZGA-7
468,0	-1,00	7,20	6,00	18,0	1489,0	1383,00	7,0	119,00	8935,0	3169,00	0,5	ZGA-7
478,0	-1,00	7,20	6,00	18,0	1520,0	1355,00	7,0	116,00	9123,0	3105,00	0,5	ZGA-7
488,0	-1,00	7,20	6,00	18,0	1550,0	1329,00	7,0	114,00	9300,0	3044,00	0,5	ZGA-7
496,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	1843,0	1952,00	7,0	167,00	11061,0	4471,00	1,0	ZGA-7
506,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	1880,0	1910,00	7,0	164,00	11282,0	4387,00	0,5	ZGA-7
516,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	1916,0	1878,00	7,0	161,00	11501,0	4302,00	0,5	ZGA-7
526,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	1953,0	1846,00	7,0	158,00	11721,0	4229,00	0,4	ZGA-7
536,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	1986,0	1812,00	7,0	155,00	11920,0	4150,00	0,4	ZGA-7
546,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	2026,0	1777,00	7,0	153,00	12161,0	4071,00	0,4	ZGA-7
556,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	2063,0	1750,00	7,0	150,00	12381,0	4009,00	0,4	ZGA-7
566,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	2100,0	1718,00	7,0	147,00	12601,0	3936,00	0,4	ZGA-7
576,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	2136,0	1689,00	7,0	145,00	12821,0	3869,00	0,4	ZGA-7
586,0	-1,00	8,20	7,00	21,0	2170,0	1600,00	7,0	143,00	13030,0	3807,00	0,3	ZGA-7
634,0	-1,00	9,30	8,00	24,0	2640,0	2810,00	7,0	242,00	15860,0	6447,00	0,4	ZGA-7
384,0	-1,00	9,30	8,00	24,0	2890,0	2615,00	7,0	225,00	17350,0	5990,00	0,3	ZGA-7
732,0	-1,00	9,30	9,00	27,0	3490,0	2450,00	7,0	207,00	20950,0	5606,00	0,19	ZGA-7
782,0	-1,00	9,30	9,00	27,0	3730,0	2299,00	7,0	195,00	22380,0	5261,00	0,3	ZGA-7
830,0	-1,00	9,30	10,00	30,0	4400,0	2166,00	7,0	183,00	26400,0	4956,00	0,3	ZGA-7
880,0	-1,00	9,30	10,00	30,0	4650,0	2047,00	7,0	173,00	27950,0	4684,00	0,2	ZGA-7
928,0	-1,00	9,30	11,00	33,0	5400,0	1945,00	7,0	165,00	32450,0	4451,00	0,2	ZGA-7
978,0	-1,00	9,30	11,00	33,0	5700,0	1851,00	7,0	157,00	34200,0	4235,00	0,2	ZGA-7



6306-2RZ Rodamientos rígidos de bolas

SKF Explorer

Rodamientos rígidos de bolas

Datos de los rodamientos

Tolerancias,

Normal (métrica), P6, P5, Normal (en pulgadas),

Juego radial interno,

Pares de rodamientos apareados, Acero inoxidable $d < 10$ mm, Otros rodamientos

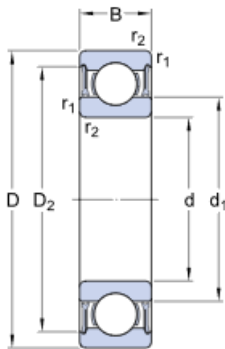
Interfaces del rodamiento

Tolerancias de los asientos

para condiciones estándares,

Tolerancias y ajustes resultantes

Especificación técnica

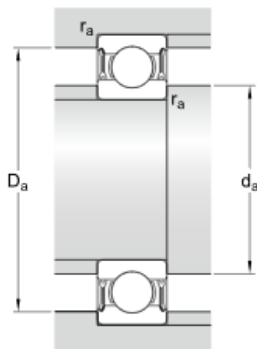


DIMENSIONES

d	30 mm
D	72 mm
B	19 mm
d_1	≈ 44.6 mm
D_2	≈ 61.88 mm
$r_{1,2}$	min. 1.1 mm

DIMENSIONES DE LOS RESALTES

d_a	min. 37 mm
d_a	max. 44.5 mm
D_a	max. 65 mm
r_a	max. 1 mm



DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	29.6 kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	16 kN
Carga límite de fatiga	P_u	0.67 kN
Velocidad de referencia		20 000 r/min
Velocidad límite		11 000 r/min
Factor de cálculo	k_r	0.03
Factor de cálculo	f_0	13.1

MASA

Rodamiento de masa		0.36 kg
--------------------	--	---------



6305-2RZ Rodamientos rígidos de bolas

SKF Explorer

Rodamientos rígidos de bolas

Datos de los rodamientos

Tolerancias,

Normal (métrica), P6, P5, Normal (en pulgadas),

Juego radial interno,

Pares de rodamientos apareados, Acero inoxidable $d < 10$ mm, Otros rodamientos

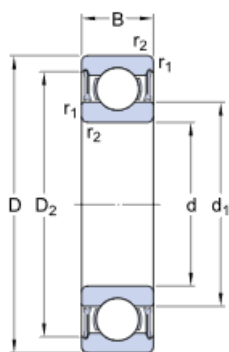
Interfaces del rodamiento

Tolerancias de los asientos

para condiciones estándares,

Tolerancias y ajustes resultantes

Especificación técnica

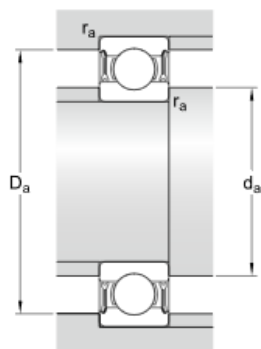


DIMENSIONES

d	25 mm
D	62 mm
B	17 mm
d_1	≈ 36.6 mm
D_2	≈ 52.7 mm
$r_{1,2}$	min. 1.1 mm

DIMENSIONES DE LOS RESALTES

d_a	min. 32 mm
d_a	max. 36.5 mm
D_a	max. 55 mm
r_a	max. 1 mm

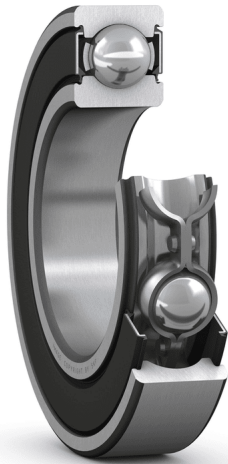


DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	23.4 kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	11.6 kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.49 kN
Velocidad de referencia		24 000 r/min
Velocidad límite		13 000 r/min
Factor de cálculo	k _r	0.03
Factor de cálculo	f ₀	12

MASA

Rodamiento de masa		0.23 kg
--------------------	--	---------



6004-RSL Rodamientos rígidos de bolas

SKF Explorer

Rodamientos rígidos de bolas

Datos de los rodamientos

Tolerancias,

Normal (métrica), P6, P5, Normal (en pulgadas),

Juego radial interno,

Pares de rodamientos apareados, Acero inoxidable $d < 10$ mm, Otros rodamientos

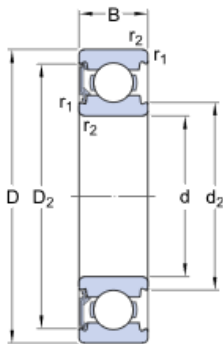
Interfaces del rodamiento

Tolerancias de los asientos

para condiciones estándares,

Tolerancias y ajustes resultantes

Especificación técnica

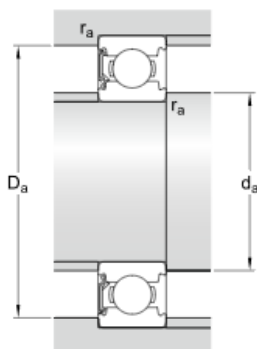


DIMENSIONES

d	20 mm
D	42 mm
B	12 mm
d_2	≈ 24.65 mm
D_2	≈ 37.19 mm
$r_{1,2}$	min. 0.6 mm

DIMENSIONES DE LOS RESALTES

d_a	min. 23.2 mm
d_a	max. 24.5 mm
D_a	max. 38.8 mm
r_a	max. 0.6 mm



DATOS DEL CÁLCULO

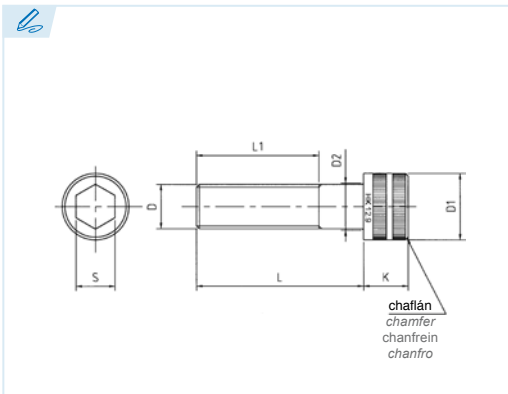
Capacidad de carga dinámica básica	C	9.95 kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	5 kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.212 kN
Velocidad de referencia		38 000 r/min
Velocidad límite		19 000 r/min
Factor de cálculo	k _r	0.025
Factor de cálculo	f ₀	14

MASA

Rodamiento de masa		0.067 kg
--------------------	--	----------



ISO 4762 (DIN 912)



Tornillo de cabeza cilíndrica con hexágono interior
 Socket head cap screw
 Vis six pans creux tête cylindrique
 Parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interior

Acero aleado de alta resistencia
 Heat treated alloy steel
 Acier allié haute résistance
 Liga de aço de alta resistência

Calidad: 12.9
 Property class: 12.9
 Classe: 12.9
 Classe de resistência: 12.9

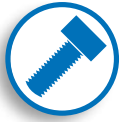
Normas ISO 898-1
 Standards ISO 898-1
 Normes ISO 898-1
 Normas ISO 898-1

Holo-Code: M5 - M36

D	M2 (x0,40)	M2,5 (x0,45)	M3 (x0,50)	M4 (x0,70)	M5 (x0,80)	M6 (x1,00)	M8 (x1,25)	M10 (x1,50)	M12 (x1,75)
D1 (max.)	3,8	4,5	5,68	7,22	8,72	10,22	13,27	16,27	18,27
D2 (max.)	2,6	3,1	3,6	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2	13,7
K (max.)	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
S nom.	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10
L1* (min.)	16	17	18	20	22	24	28	32	36
Sección útil mm ²	2,07	3,39	5,03	8,78	14,2	20,1	36,6	58	84,3
N.m	0,69	1,43	2,48	5,85	12,0	20,3	48,8	97,5	165
L	4	5	5	5	6	8	10	10	12
	5	6	6	6	8	10	12	12	15
	6	8	8	8	10	12	14	15	16
	8	10	10	10	12	14	15	16	20
	10	12	12	12	14	15	16	18	25
	12		15	14	15	16	18	20	30
			16	15	16	18	20	22	35
			20	16	18	20	22	25	40
			25	18	20	22	25	30	45
			30	20	22	25	30	35	50
			35	22	25	30	35	40	55
			25	30	35	40	45	45	60
			30	35	40	45	50	50	65
			40	45	50	55	60	60	75
			45	50	55	60	65	65	80
			50	55	60	65	70	70	90
				60	65	70	75	75	100
				65	70	75	80	80	110
				70	75	80	85	85	120
				80	80	90	90	90	130
			90	90	100	100	100	140	
			100	100	110	110	110	150	
				110	120	120	120	160	
				120	130	130	130	170	
					140	140	140	180	
					150	150	150	190	
					160	160	160	200	
							180	200	
							200	220	
							220	240	
							240	260	
							260	280	
							280	300	
							300		

Ref: ?

ejemplo Ref. = H912-XX-XXX
 example Ref. = H912-XX-XXX
 exemple Ref. = H912-XX-XXX
 exemplo Ref. = H912-XX-XXX
 Ref. = H912-6-20



Resistencia a la tracción 1220 N/mm² min.

Tensile strength
Résistance à la rupture
Resistência à tração

Temperaturas de uso -29° a +204°C

Working temperatures
Températures d'emploi
Temperaturas de utilização

Dureza 39 HRC min.

Hardness
Dureté
Dureza

Alargamiento mínimo a la ruptura 8%

Minimum elongation at fracture
Allongement minimum à la rupture
Elongação mínima à rutura

ES EN FR PT

Sección útil mm²

Usable Section mm²
Section utile mm²
Secção útil mm²

N.m Par de apriete recomendado
Recommended tightening torque
Couple de serrage recommandé
Binário de aperto recomendado

* Los tornillos por encima de la línea azul están totalmente roscados, por debajo de la línea disponen de rosca parcial según L1.

* According to L1, fasteners above the blue line are completely threaded while those below are partially threaded.

* Vis entièrement fileté pour les dimensions au dessus de la ligne, vis partiellement fileté pour les dimensions en dessous de la ligne suivant L1.

* Os parafusos acima da linha azul estão totalmente roscados, abaixo da linha dispõem de rosca parcial conforme L1.

Cantidad en caja

Box qty.
Boîte
Quantidade na caixa

x1 x25
x5 x50
x10 x100

M14 (x2,00)	M16 (x2,00)	M20 (x2,50)	M24 (x3,00)	M27 (x3,00)	M30 (x3,50)	M36 (x4,00)	M42 (x4,50)	M48 (x5,00)	D
21,33	24,33	30,33	36,39	40	45,39	54,46	63,46	72,46	D1 (max.)
15,7	17,7	22,4	26,4	30,4	33,4	39,4	45,6	52,6	D2 (max.)
14	16	20	24	27	30	36	42	48	K (max.)
12	14	17	19	19	22	27	32	36	S nom.
40	44	52	60	66	72	84	96	108	L1* (min.)
115	157	245	353	459	561	817	1.120	1.470	Sección útil mm ²
265	413	825	1.425	2.008	2.775	4.875	7.536	11.545	N.m
20	25	30	40	50	50	80	60	70	L
25	30	35	45	60	60	90	65	80	
30	35	40	50	70	70	100	70	90	
35	40	45	55	80	80	110	80	100	
40	45	50	60	90	90	120	90	110	
45	50	55	65	100	100	130	100	120	
50	55	60	70	110	110	140	110	130	
55	60	65	75	120	120	150	120	140	
60	65	70	80	130	130	160	130	150	
65	70	75	90	140	140	170	140	160	
70	75	80	100	150	150	180	150	180	
75	80	90	110	160	160	200	160	200	
80	90	100	120	180	180	220	180	220	
85	100	110	130	200	200	240	200	240	
90	110	120	140	220	220	260	220	260	
100	120	130	150	240	240	280	240	280	
110	130	140	160	260	260	300	260	300	
120	140	150	180	280	280	340	280	320	
	150	160	200	300	300	360	300	340	
	160	180	220	320	320	380	320	360	
	180	200	240	340	340	400	340	380	
	200	220	260	360	360	420	360	400	
	210	240	280	380	380	440	380	420	
	220	260	300	420	420	460	400	440	
	230	280	320	480	480	500	420	460	
	240	300	340	520	520	540	440	480	
	250	320	360	540	540	560	460	500	
	260	340	380	560	560	580	480		
	280	400		580	580	600	500		
	300			600	600	640			
	320			640	640	650			
	340								

M42 y M48 bajo consulta.
M42 & M48 upon request.
M42 et M48 sur demande.
M42 e M48, disponíveis sob consulta.

BARDAHL® MAXLUB EP

Aceite Lubricante para Engranajes Industriales.

● Descripción.

Bardahl® Maxlub EP son aceites lubricantes elaborados con aceites básicos vírgenes de tipo parafínico y aditivos a base de fósforo y azufre para proporcionar propiedades de extrema presión que pueden ser utilizados en la lubricación de sistemas con engranes industriales rectos, cónicos, helicoidales y de tipo sinfín corona, que soportan altas cargas y/o cargas de choque así como altas temperaturas.

● Propiedades y Beneficios.

- Excelentes propiedades de Extrema Presión proporcionando una mayor vida de los engranes gracias su gran capacidad para soportar cargas.
- Alta protección contra el desgaste, el rayado y la escoriación de los engranes.
- Buena resistencia a la formación de espuma asegurando una efectiva lubricación y una operación libre de problemas.
- Buena estabilidad térmica y a la oxidación reduciendo costos por cambios frecuentes de lubricante.
- Buena protección contra la herrumbre y la corrosión brindando una excelente protección a todos los componentes del equipo.
- No afecta a los metales de cojinetes y engranes.
- Excelente protección contra la formación de lodos, y otros depósitos dañinos.

● Características.

Características	Método ASTM	Valores Típicos						
		68	100	150	220	320	460	680
Grado ISO VG	----	68	100	150	220	320	460	680
Numero AGMA	----	2 EP	3 EP	4 EP	5 EP	6 EP	7 EP	8 EP
Apariencia	Visual	Clara y Brillante	Clara y Brillante	Clara y Brillante	Clara y Brillante	Clara y Brillante	Clara y Brillante	Clara y Brillante
Viscosidad @ 40°C, cSt	D 445	68.00	100.0	150.0	220.0	320.0	460.0	680.0
Viscosidad @ 100°C, cSt	D 445	6.800	11.00	14.50	18.80	24.00	30.50	38.00
Índice de Viscosidad	D 2270	95	95	95	94	94	93	91
Gravedad Específica @ 15.6 °C	D 4052	0.8870	0.8920	0.9010	0.9050	0.9080	0.9120	0.9150
Punto de Inflamación, °C	D 92	195	205	215	230	240	250	270
Punto Mínimo de Fluidez, °C	D 97	-12	-12	-12	-12	-9	-6	-6
Carga Timken OK, 60 LBS	D 2782	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
EP 4 Bolas, Carga de Soldadura, 250 KG	D 2783	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
Espuma, Secuencia I, II, III	D 892	0/0,10/0,0/0	0/0,10/0,0/0	0/0,10/0,0/0	0/0,10/0,0/0	0/0,10/0,0/0	0/0,10/0,0/0	0/0,10/0,0/0
Demulsibilidad, minutos	D 1401	25	30	30	30	30	30	30
Corrosión en Lámina de Cobre	D 130	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b

Nota. Las propiedades típicas del producto son actuales a la fecha de publicación de esta ficha técnica. Estas propiedades son determinadas promediando los datos reales del lote suministrado por las plantas de fabricación sobre un período de tiempo. Estos datos típicos no pueden ser garantizados idénticos a los productos en cualquier momento específico. Los datos suministrados en esta publicación son presentados como guía para los usuarios de productos Bardahl. Consulte a su representante para la información más reciente.

● Aplicación.

- Cajas de Engranajes.
- Moto reductores.
- Reductores.
- Variadores de Velocidad.
- Recomendado en aquellos mecanismos, donde el fabricante requiera un lubricante con propiedades de Extrema Presión (EP).
- Su aplicación puede ser mediante sistemas de baño de aceite, salpique, circulación forzada y niebla.

● Especificaciones y/o Aprobaciones.

- AGMA 9005-E02
- DIN 51517 Part 3
- ISO 12925-1 CKC/CKD
- U.S. Steel 224

● Salud y Seguridad.

Bardahl® Maxlub EP no produce efectos nocivos para la salud cuando se utiliza en las aplicaciones recomendadas y se respeta una adecuada práctica de seguridad e higiene en el trabajo.

- No contamine.
- No tire el aceite usado al alcantarillado.
- Para mayor información consulte la Hoja de Datos de Seguridad (HDS).

Gama de retenes estándar

BAUSLX2, BAFUDSLX7, BAUSL, BASL

Freudenberg
Sealing Technologies



BAUSLX2



BAFUDSLX7



BAUSL



BASL

- Versión: A DIN 3760
- Material: Simrit® 72 NBR 902

Información Técnica

■ **Características**

Retén radial SIMMERRING® con casco metálico recubierto de elastómero exteriormente, labio de estanqueidad mecanizado frontalmente, equipado con un muelle y labio guardapolvo adicional.

■ **Material**

Labio de estanqueidad y camisa exterior en Caucho Acrilnitrilo Butadieno de 72 Shore A.
Denominación: SIMRIT® 72 NBR 902.
Casco de refuerzo: Acero no aleado DIN 1624.
Muelle: Acero para muelles DIN 17223.

■ **Campo de aplicación**

Medios: Aceites minerales, aceites sintéticos, grasas.
Temperatura: -40° C. a +100° C. (en cortos intervalos hasta +120° C.)
Velocidad periférica: Hasta 14 m/s. (ver figura 16).
Presión: 0,05 MPa, 0,02 MPa para BAFUDSLX7
Valores máximos admitidos, dependiendo de las demás condiciones de funcionamiento.

■ **Instalación**

- Eje
Tolerancia: ISO h 11
Ovalización: IT 8
Rugosidad: Ra = 0,2 - 0,8 µm
Rz = 1-4 µm
Rmax = ≤ 6,3 µm µm
Dureza: 45-60 HRC
Mecanizado superficial preferiblemente con un rectificado penetrante sin trazas de orientación.
- Alojamiento
Tolerancia: ISO H 8
Rugosidad: R_z= 10-25µm

■ **Montaje**

Para obtener un buen funcionamiento del retén es imprescindible realizar un montaje esmerado.
Instrucciones conforme a DIN 3760.

*Consultar medida y código en "lista general de medidas", a partir de la página 238

BAUMSLX7

Freudenberg
Sealing Technologies



BAUMSLX7

- Versión: A DIN 3760
- Material: Simrit® 72 FKM 585

Información Técnica

■ **Características**

Retén radial SIMMERRING® con casco metálico exterior recubierto de elastómero, labio de estanqueidad de perfil moderno equipado con un muelle, labio guardapolvo adicional y camisa exterior ranurada.

■ **Material**

Labio de estanqueidad y camisa exterior en Caucho Flúor de 75 Shore A.
Denominación: SIMRIT® 75 FKM 585.
Casco de refuerzo: Acero no aleado DIN 1624.
Muelle: Acero para muelles DIN 17223.

■ **Campo de aplicación**

Medios: Aceites minerales, aceites sintéticos, hidrocarburos aromáticos y clorados, combustibles, fuel-oil.
Temperatura: -25° C. a +160° C.
Velocidad periférica: Hasta 40 m/s. (ver figura 16).
Presión: Hasta 0,5 MPa.
Valores máximos admitidos, dependiendo de las demás condiciones de funcionamiento.

■ **Instalación**

- Eje
Tolerancia: ISO h 11
Ovalización: IT 8
Rugosidad: Ra = 0,2 - 0,8 µm
Rz = 1-4 µm
Rmax = ≤ 6,3 µm µm
Dureza: 45-60 HRC
Mecanizado superficial preferiblemente con un rectificado penetrante sin trazas de orientación.
- Alojamiento
Tolerancia: ISO H 8
Rugosidad: R_z= 10-25µm

■ **Montaje**

Para obtener un buen funcionamiento del retén es imprescindible realizar un montaje esmerado.
Instrucciones conforme a DIN 3760.

*Consultar medida y código en "lista general de medidas", a partir de la página 238