

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**ESCUELA POLITÈCNICA SUPERIOR DE ALCOY**



**UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA**

**CAMPUS D'ALCOI**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**“Diseño y estudio técnico de una máquina trituradora para el  
sector del plástico”**

**Autor:**

D. Óscar Sempere Pérez

**Dirigido por:**

Dr. David García Sanoguera

**Julio 2017**



# RESUMEN

## **“Diseño y estudio técnico de una máquina trituradora para el sector del plástico”**

El objeto de este trabajo es el desarrollo de una máquina trituradora para la reutilización de material plástico sobrante en los procesos de inyección y extrusión convencionales. También se podrá utilizar para la trituración de material plástico para la obtención de partículas en forma similar a la granza para otros fines.

Este trabajo es consecuencia del pobre resultado de un tipo de molino triturador, de la cual hay una en el Campus de Alcoy de la UPV, con el que no se consigue triturar los polímeros de una forma aceptable para su reutilización. El problema viene dado a la hora de triturar polímeros muy blandos, pues lo que sucede es que en vez de las cuchillas cortar el polímero, éste se engancha en las cuchillas estirándose y generando hilos en vez de ser cortado.

A causa de ello realizaré un estudio técnico y diseño de un triturador para polímeros con una configuración distinta de cuchillas, buscando así mejores resultados y ampliar el rango de polímeros para poder triturar.



# SUMMARY

## **“Design and technical study of crusher machine for plastic sector”**

The purpose of this work is the development of a crushing machine for the reuse of surplus plastic material in the conventional injection and extrusion processes. It can also be used for the crushing of plastic material to obtain particles in a form similar to pellets for other purposes.

This work is a consequence of the poor result of a type of crushing mill, which there is one in the Campus of Alcoy of the UPV, with which it is not possible to crush the polymers in an acceptable way for their reuse. The problem is given when tries to crushing very soft polymers, what happens is that instead of the blades cut the polymer, it gets hooked in the blades, stretching and generating threads instead of being cut.

Because of this, I will make a technical study and design of a polymer crusher machine with a different configuration of blades, looking for better results and expanding the range of polymers to be able to crush.



# RESUM

## **“Disseny i estudi tècnic d’una màquina trituradora per al sector del plàstic”**

L'objecte d'aquest treball és el desenvolupament d'una màquina trituradora per a la reutilització de material plàstic sobrant en els processos d'injecció i extrusió convencionals. També es podrà utilitzar per a la trituració de material plàstic per a l'obtenció de partícules en forma semblant a la gransa per a altres fins.

Aquest treball és conseqüència del pobre resultat d'un tipus de molí triturador, de la qual hi ha una al Campus d'Alcoi de la UPV, amb el qual no s'aconsegueix triturar els polímers d'una forma acceptable per a la seva reutilització. El problema ve donat a l'hora de triturar polímers molt tous, ja que el que succeeix és que en comptes de les fulles tallar el polímer, aquest s'enganxa a les fulles estirant-se i generant fils en comptes de ser tallat.

A causa d'això realitzaré un estudi tècnic i disseny d'un triturador per polímers amb una configuració diferent de cuchilles, buscant així millors resultats i ampliar el rang de polímers per poder triturar.



# Tabla de Contenidos

RESUMEN .....	3
SUMMARY .....	5
RESUM .....	7
ABREVIATURAS .....	13
LISTADO DE FIGURAS .....	15
LISTADO DE TABLAS .....	21
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>I.1. ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE. ....</b>	<b>25</b>
I.1.1. TRITURADORAS MONO ARBOL. ....	25
<i>I.1.1.1 Mono árbol estándar.....</i>	<i>25</i>
<i>I.1.1.2 Mono árbol con cajón impulsor. ....</i>	<i>27</i>
<i>I.1.1.3 Mono árbol con cuchillas escalonadas. ....</i>	<i>29</i>
I.1.2. TRITURADORAS DE 2 ARBOLES.....	30
I.1.3. TRITURADORAS DE 4 ARBOLES.....	32
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>35</b>
II.1. OBJETIVO GENERAL. ....	37
II.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	37
<b>III. DESARROLLO PROYECTO .....</b>	<b>39</b>
III.1. DETERMINACION DE LOS COMPONENTES.....	41
III.2. DISEÑO INICIAL.....	44
III.2.1. ÁRBOLES DE TRANSMISIÓN. ....	44
III.2.2. TIPOS DE TRANSMISIÓN. ....	46
<i>III.2.2.1. Transmisión por correa. ....</i>	<i>46</i>

III.2.2.2. Transmisión por cadena.....	49
III.2.2.3. Transmisión por engranajes.....	50
III.2.3. PREDISEÑOS.....	52
<b>III.3. ESTUDIO Y CALCULOS.....</b>	<b>61</b>
III.3.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA, PAR Y VELOCIDAD DE GIRO.....	62
III.3.2. CÁLCULO DE ÁRBOLES, RODAMIENTOS Y COJINETES.....	64
III.3.3. CÁLCULOS DE VERIFICACIÓN DEL ÁRBOL.....	68
III.3.3.1. Análisis estático.....	69
III.3.3.2. Cálculo de la duración. Fatiga.....	71
III.3.4. CÁLCULOS VERIFICACIÓN DE LOS ENGRANAJES.....	73
<b>III.4. SELECCIÓN DE MATERIALES.....</b>	<b>75</b>
III.4.1. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LAS CUCHILLAS.....	75
III.4.2. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LOS ÁRBOLES.....	79
III.4.3. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LOS ENGRANAJES Y RASCADORES.....	81
III.4.4. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LOS ELEMENTOS GENERALES DE LA TRITURADORA, TALES COMO LA MESA, CARCASA, TOLVA, ETC.....	83
III.4.5. SELECCIÓN DEL MATERIAL PARA LA TAPA DEL TREN DE ENGRANAJES.....	83
<b>III.5. NORMATIVA APLICABLE.....</b>	<b>85</b>
<b>III.6. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>86</b>
III.6.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL DISEÑO.....	86
III.6.2. ELEMENTOS DE SEGURIDAD INCORPORADOS.....	88
<b>III.7. SIMULACIÓN DEL EQUIPO A CARGAS ESTÁTICAS.....</b>	<b>91</b>
III.7.1. SIMULACIÓN DE LOS ÁRBOLES A TORSIÓN.....	91
III.7.1.1. Aplicación del estado tensional (Von Misses).....	91

III.7.1.2. Desplazamientos. ....	92
III.7.1.3. Deformaciones unitarias. ....	92
III.7.1.4. Trazado de Factor de Seguridad.....	93
III.7.2. SIMULACIÓN DE LAS FUERZAS DE CORTE EN LAS CUCHILLAS PARA EL CASO MÁS DESFAVORABLE (CUCHILLAS DESAFILADAS). ....	94
III.7.2.1. Aplicación del estado tensional (Von Misses).....	94
III.7.2.2. Desplazamientos. ....	95
III.7.2.3. Deformaciones unitarias. ....	96
III.7.2.4. Trazado de Factor de Seguridad.....	97
III.7.3. SIMULACIÓN DE LAS FUERZAS TANGENCIALES EN LOS ENGRANAJES.....	98
III.7.3.1. Aplicación del estado tensional (Von Misses).....	98
III.7.3.2. Desplazamientos. ....	99
III.7.3.3. Deformaciones unitarias. ....	100
III.7.3.4. Trazado de Factor de Seguridad.....	101
<b>III.8. DISEÑO FINAL. ....</b>	<b>102</b>
III.8.1. PIEZAS O ELEMENTOS A FABRICAR EN TALLER DE MECANIZADO. ....	102
III.8.2. PIEZAS O ELEMENTOS DE COMPRA.....	113
III.8.3. TORNILLERÍA. ....	117
III.8.4. ENSAMBLAJE COMPLETO. ....	118
<b>III.9. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO. ....</b>	<b>120</b>
<b>III.10. ESTUDIO ECONÓMICO. ....</b>	<b>121</b>
III.10.1. PRESUPUESTO ELEMENTOS A FABRICAR EN TALLER DE MECANIZADO. ....	121
III.10.2. PRESUPUESTO DE LOS ELEMENTOS DE COMPRA.....	122
III.10.3. COSTES TOTALES DE FABRICACIÓN DE LA TRITURADORA DE POLÍMEROS.....	123

<b>IV. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>125</b>
IV.1. PÁGINAS WEB. ....	127
IV.2. LIBROS DE TEXTO. ....	128
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>129</b>
<b>VI. ANEXOS .....</b>	<b>133</b>
VI.1. DIRECTIVA 2006/42/CE RELATIVA A MÁQUINAS.....	135
VI.2. NTP 552 – PROTECCIÓN DE MÁQUINAS FRENTE A PELIGROS MECÁNICOS.....	201
VI.3. PLANOS DE LAS PIEZAS A FABRICAR.....	211
VI.4. CÁLCULO DE ENGRANAJES CON WOLFRAM MATEMÁTICA.....	245
VI.5. PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS PIEZAS A FABRICAR EN TALLER DE MECANIZADO .....	265
VI.6. DATOS TÉCNICOS MOTOR SIEMENS SERIE 1LE1003.....	269
VI.7. DATOS TÉCNICOS REDUCTOR WITTENSTEIN SERIE NP.....	301

# ABREVIATURAS

$V_t$	Velocidad tangencial (m/s)
$V_a$	Velocidad de alimentación (m/s)
$V_c$	Velocidad de corte (m/s)
$F$	Fuerza (N)
$P$	Potencia (w)
$N$	Par (N·m)
$\omega$	Velocidad angular (rad/s)
$n$	Velocidad de giro (rpm)
$S_{ut}$	Tensión de rotura a tracción (MPa)
$S_y$	Tensión de fluencia (MPa)
$N_y$	Factor de seguridad a fluencia
$\sigma_f$	Tensión de flexión (MPa)
$\tau_t$	Tensión de torsión (MPa)
$\sigma_{eq}$	Tensión equivalente (MPa)
$K_f$	Concentrador de tensiones
$S_e'$	Limite de resistencia a fatiga (MPa)
$C_{acabado}$	Factor de acabado
$C_{tamaño}$	Factor de tamaño

$C_{carga}$	Factor de carga
$C_{confiabilidad}$	Factor de confiabilidad
Se	Límite de resistencia a fatiga corregido (MPa)
SeKf	Límite de resistencia a fatiga corregido con concentrador de tensiones (MPa)
nf	Coeficiente de seguridad Goodman

# LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 – Zona de trituración en la que se puede ver el árbol con las cuchillas móviles enfrentadas a la cuchilla fija. ....	25
Figura 2 – Corte transversal de la trituradora estándar en el que podemos diferenciar la cuchilla fija, el árbol con las cuchillas móviles y la criba para filtrar el tamaño resultante de salida.....	26
Figura 3 - Molino mono árbol con cajón impulsor, con la criba de salida abierta en el que se puede observar el rodillo de cuchillas. ....	27
Figura 4 – Aquí vemos numeradas las distintas partes de la trituradora mono árbol con cajón impulsor.....	28
Figura 5 – Rotor en el que se pueden ver las cuchillas escalonadas.....	29
Figura 6 – Conjuntos de trituración de 2 árboles con un diferente número de cuchillas.....	30
Figura 7 – Tritradora de 2 árboles de grandes dimensiones. ....	31
Figura 8 – Se observa la tolva de entrada (1), las cuchillas (2) en los arboles exteriores (3), los arboles interiores (4) y la criba de salida (5).....	32
Figura 9 – Tritradora de 4 árboles con configuración de trituración de los 4 árboles.....	33
Figura 10 – Árbol de transmisión de sección circular con chaveteros.....	44
Figura 11 - Árbol de transmisión acanalado con chavetero.....	45
Figura 12 – Árbol de transmisión poligonal de 3 caras con chavetero. ....	45
Figura 13 – En esta imagen se puede observar todos los tipos de correas que existen.....	48
Figura 14 – Transmisión por cadena múltiple.....	50
Figura 15 – Se muestran los engranajes más comúnmente utilizados.....	51
Figura 16 – Prediseño a mano alzada de cómo podrían ser las cuchillas.....	53
Figura 17 – Diseño muy aproximado ya al final de lo que serán las cuchillas..	53

Figura 18 – Diseño inicial del que podría ser el árbol que contenga las cuchillas con sus chaveteros. ....	54
Figura 19 – Diseño avanzado de cómo será el árbol a falta de concretar longitud final y diámetro.....	54
Figura 20 – A) Prediseño de lo que podría ser una solución para el soporte del rodamiento sin lubricación. B) Prediseño de una solución para el soporte del rodamiento con tomas de lubricación.....	55
Figura 21 – Solución muy aproximada a la que será a falta de concretar los rodamientos a utilizar. ....	55
Figura 22 – Diseño inicial propuesto del que podrá ser la carcasa que albergará los arboles junto a las cuchillas. ....	56
Figura 23 – Diseño aproximado del que será la carcasa. ....	56
Figura 24 – Diseño muy aproximado del que será el conjunto de trituración a falta de confirmar diámetros de los arboles, rodamientos, etc. ....	57
Figura 25 – Vista isométrica de elementos como la carcasa el motor y la rampa de salida de material colocados en la mesa.....	58
Figura 26 – Vista de alzado de los elementos de la trituradora colocados en la mesa.....	58
Figura 27 – Vista de perfil de los elementos de la trituradora colocados en la mesa.....	59
Figura 28 - Vista de planta de los elementos de la trituradora colocados en la mesa.....	59
Figura 29 – Vista isométrica de un diseño inicial de la organización de elementos como el conjunto de trituración y el motor en la mesa. ....	60
Figura 30 – Diseño y dimensiones del árbol de cuchillas con sus rodamientos y cojinetes. ....	65
Figura 31 – Datos de seguridad obtenidos de las secciones más críticas del árbol. ....	66
Figura 32 – Resultados obtenidos del análisis de los rodamientos seleccionados.....	66

Figura 33 – Fuerzas de reacción en los cojinetes y rodamientos.....	67
Figura 34 – Diagrama de la flexión en cada punto del árbol. ....	67
Figura 35 – Diagrama de las tensiones en cada punto del árbol.....	68
Figura 36 – Datos de momentos y fuerzas obtenido del análisis en KISSsoft..	69
Figura 37 – Concentradores de tensión según el tipo de chavetero y tensión.	71
Figura 38 – Tipos de aceros y sus usos característicos que engloba la serie F-500 .....	75
Figura 39 – Grafico del ciclo térmico del acero f-521 para sus distintos tratamientos térmicos. ....	77
Figura 40 – Curvas TTT para el acero F-521 a una temperatura de austenización de 1030°C.....	77
Figura 41 – Curvas TTT para el acero F-521 a una temperatura de austenización de 1080°C.....	78
Figura 42 – Tipos de aceros y sus usos característicos que engloba la serie F-120. ....	79
Figura 43 – Composición química del acero AISI 4340.....	80
Figura 44 – Curva TTT para el acero AISI 4340.....	80
Figura 45 – Tipos de aceros y sus usos característicos que engloba la serie F-110. ....	81
Figura 46 – Banda de templabilidad del acero F-114.....	82
Figura 47 – Composición química del acero F-114.....	82
Figura 48 – Diagrama de revenido en el acero F-114 .....	82
Figura 49 – Distancia de seguridad mínima en zonas que tenga libre movimiento desde la muñeca a la mano. ....	87
Figura 50 – Distancia de seguridad mínima para rendijas en función de su forma y tamaño. ....	87
Figura 51 – MICRO SWITCH SCHMERSAL Z-T 232 SNAP ACTION .....	88

Figura 52 – Schneider Electric tower ROG base with buzzer.....	88
Figura 53 – Botón de parada de emergencia. ....	89
Figura 54 – Pantalla del PLC Schneider Electric Magelis SCU .....	89
Figura 55 – Tensiones máximas y mínimas y en qué puntos del árbol se encuentran según Von Misses. ....	91
Figura 56 – Desplazamientos máximo y mínimo y en qué punto del árbol se encuentran. ....	92
Figura 57 – Deformaciones unitarias máxima y mínima y en qué punto del árbol se encuentran.....	92
Figura 58 – Trazado del factor de seguridad máximo y mínimo y en qué puntos del árbol se encuentran, basado en el estado tensional según Von Misses. ...	93
Figura 59 – Tensiones máximas y mínimas y en qué puntos de la cuchilla se encuentran según Von Misses. ....	94
Figura 60 – Desplazamientos máximo y mínimo y en qué punto de la cuchilla se encuentran. ....	95
Figura 61 – Deformaciones unitarias máxima y mínima y en qué punto de la cuchilla se encuentran.....	96
Figura 62 – Trazado del factor de seguridad máximo y mínimo y en qué puntos de la cuchilla se encuentran, basado en el estado tensional según Von Misses. ....	97
Figura 63 – Tensiones máximas y mínimas y en qué puntos del engranaje se encuentran según Von Misses. ....	98
Figura 64 – Desplazamientos máximo y mínimo y en qué punto del engranaje se encuentran.....	99
Figura 65 – Deformaciones unitarias máxima y mínima y en qué punto del engranaje se encuentran.....	100
Figura 66 - Trazado del factor de seguridad máximo y mínimo y en qué puntos del engranaje se encuentran, basado en el estado tensional según Von Misses. ....	101

Figura 67 – Mesa base que será el soporte para todos los elementos de la trituradora.....	102
Figura 68 – Carcasa donde se conformará la zona de trituración.....	103
Figura 69 – Árboles de transmisión donde se alojarán las cuchillas.....	104
Figura 70 – Chaveta para el anclaje radial de las cuchillas a los árboles según norma DIN 6885.....	104
Figura 71 – Cuchilla de la trituradora, con 6 filos por cuchilla.....	105
Figura 72 – Disco de separación de cuchillas.....	105
Figura 73 – Soporte para el rodamiento en un lateral del árbol de cuchillas..	106
Figura 74 – Tapa rodamientos para su anclaje axial.....	106
Figura 75 – Rascador para la zona de cuchillas.....	107
Figura 76 – Placa de acero en la que se anclarán los elementos del tren de engranajes.....	107
Figura 77 – Engranaje que transmitirá la potencia y par del motor eléctrico a los árboles.....	108
Figura 78 – Eje que soportará los engranajes intermedios y sus rodamientos.....	108
Figura 79 – Casquillo que sirve de anclaje axial entre el engranaje y el rodamiento en los árboles.....	109
Figura 80 – Torreta para el anclaje de la plantilla que anclará los engranajes intermedios.....	109
Figura 81 – Placa para el anclaje de los ejes que soportan los engranajes intermedios.....	110
Figura 82 – Tapa para el tren de engranajes.....	110
Figura 83 – Tolva de entrada de material en la trituradora.....	111
Figura 84 – Bandeja de salida del material triturado.....	111
Figura 85 – Criba que permite el paso de material con un tamaño menor a Ø8mm.....	112

Figura 86 – Caja para los controles de la trituradora.....	112
Figura 87 – Dimensiones y características del rodamiento BS2-2208-2CS sellado.....	116
Figura 88 – Dimensiones y características del rodamiento sellado 6206-2RS. ....	117
Figura 89 – Vista isométrica del lateral derecho de la máquina trituradora completa.....	118
Figura 90 – Vista isométrica del lateral izquierdo de la máquina trituradora completa.....	119

# LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 – Características mecánicas de los polímeros más característicos..... 61

Tabla 2 – Aquí se presentan las características de los distintos tratamientos térmicos que se le pueden realizar al acero F-521..... 76

Tabla 3 – Tabla del presupuesto de los costes de los elementos a fabricar en taller de mecanizado. .... 121

Tabla 4 – Tabla del presupuesto de los costes de los elementos de compra. 122



I. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN



# I. Introducción

---

## I.1. ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE.

### I.1.1. TRITURADORAS MONO ARBOL.

#### I.1.1.1 Mono árbol estándar.

Estos trituradores son los más extendidos de cara al reciclado de polímeros, sobre todo en el reciclado de tereftalato de polietileno (PET). Están constituidos por una tolva de alimentación del material, cuya abertura inferior define la capacidad volumétrica del molino. También la define el diámetro del rotor, que a su vez es indicativo del volumen de piezas que se alimentan. Ésta da acceso a la cámara de molienda, en que se encuentra un rotor porta cuchillas y un estator con otra cuchilla, de esta manera conseguimos que con la mínima separación que existe entre la cuchilla fija y las que están rotando se produzca un efecto de cizallamiento cortando así el material (véase Figura 1).



Figura 1 – Zona de trituración en la que se puede ver el árbol con las cuchillas móviles enfrentadas a la cuchilla fija.

# I. Introducción

---

En la parte inferior de la cámara se encuentra una criba que define la granulometría del producto a obtener, preestablecido por la holgura entre las cuchillas del estator y las del rotor. Este último recircula el material cuyo tamaño exceda al de las aberturas de la criba.

En función de la capacidad de admisión del molino, que se mide por la boca de entrada de la cámara de trituración, la potencia instalada varía entre 1,5 y 500 CV y los tamaños, desde un mínimo de 200 mm hasta cerca de 2.000 mm de ancho. El accionamiento de la tolva, parrilla y otros cuerpos de peso importante puede efectuarse mediante un conjunto de motorreductor, tornillo sinfín o pistones hidráulicos. Existen otros procedimientos particulares de cada fabricante para dar solución a estas necesidades, por ejemplo, mediante accionamientos manuales compensados.

Estos molinos trituradores giran a más altas revoluciones por minuto dado que el sistema en el que se basa para la trituración de material es el corte por cizalladura. Al igual que las demás a la salida se les suele colocar una criba para que el material triturado obtenido sea del tamaño que se requiera (véase Figura 2).



Figura 2 – Corte transversal de la trituradora estándar en el que podemos diferenciar la cuchilla fija, el árbol con las cuchillas móviles y la criba para filtrar el tamaño resultante de salida.

# I. Introducción

---

## I.1.1.2 Mono árbol con cajón impulsor.

Este tipo de máquinas son utilizadas mayormente para la trituración de materiales de gran espesor y con una elevada resistencia al corte, tales como planchas, bloques, tubos y diversas formas en las que se puedan presentar los polímeros, diversos tipos de maderas con distintas consistencias, papel, etc.

Un cajón hidráulico empuja cualquier tipo de material antes descrito contra el rodillo de cuchillas el cual está en rotación y es el que efectúa la pre-trotura y la trituración del material. Los rodillos pueden variar en diámetro, longitud, en la cantidad de cuchillas que se le pueden colocar o el tipo y forma de ellas, todo ello dependiendo del tipo de material a triturar. En la salida de la máquina el producto es cribado por una rejilla perforada que determinara el tamaño final del triturado en función de nuestras necesidades (véase Figura 3).



**Figura 3 - Molino mono árbol con cajón impulsor, con la criba de salida abierta en el que se puede observar el rodillo de cuchillas.**

# I. Introducción

---

Como en la gran mayoría de trituradoras la carga es vertical, tiene una tolva en la parte superior a través de la cual le llega el material a triturar a la mesa, donde éste será empujado por un pistón hidráulico (4) hacia el rodillo de cuchillas (2-3) con el cual gracias a unas contracuchillas (6) situadas en el borde de la mesa irá triturando el material a medida que avanza el pistón hidráulico y saliendo el material a través de la criba (5) cuando éste haya alcanzado el nivel de trituración necesario (véase Figura 4).

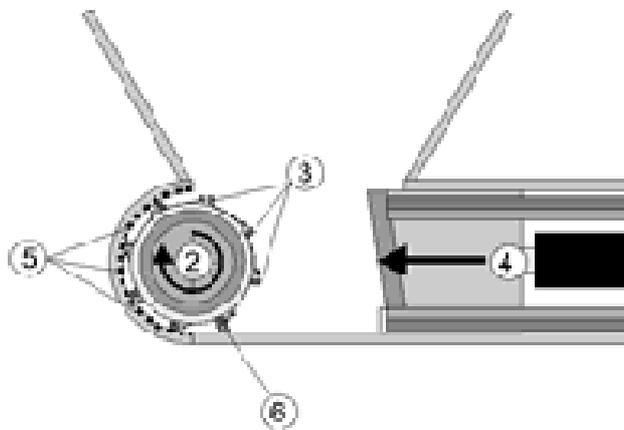


Figura 4 – Aquí vemos numeradas las distintas partes de la trituradora mono árbol con cajón impulsor.

Este tipo de trituradoras puede variar en gran medida su tamaño, esto dependerá de las necesidades que se tengan, pero perfectamente puede ir desde un motor de 7.5Kw con transmisión por correas, para conseguir una producción de 80-150 kg/hora hasta un sistema con doble motor de 55Kw cada uno y transmisión por engranajes (dada la entrega de par) para llegar a una producción de hasta 5000 kg/hora. En este tipo de trituradoras el rodillo de cuchillas no gira a una excesiva velocidad siendo ésta entre 80-120 rpm.

# I. Introducción

---

## I.1.1.3 Mono árbol con cuchillas escalonadas.

En este tipo de molinos la estructura y funcionamiento son igual al estándar sólo que a diferencia de éstos las cuchillas están escalonadas. Son molinos granuladores de pequeñas cuchillas especialmente indicados para recuperar materiales de desecho no ferrosos, como plásticos, cartón, madera, etc. Con respecto a los molinos tradicionales de cuchilla continua, estas máquinas son indicadas para la tritución de materiales caracterizados por espesores elevados y gran resistencia al corte.

Estos equipos tienen una elevada versatilidad y gracias al bajo costo económico, estos equipos pueden representar el punto de partida para pequeñas plantas de reciclaje dedicadas a la producción de materias primas secundarias.

La característica principal de este molino granulador es la conformación del rotor dotado de cuchillas de 60 mm aproximadamente, las cuales podrán variar su medida en función de las necesidades, éstas están colocadas de manera escalonada, desfasadas entre al anterior y la posterior (véase Figura 5). Durante la rotación cada cuchilla procede al raspado del material y a la tritución final.



Figura 5 – Rotor en el que se pueden ver las cuchillas escalonadas

# I. Introducción

---

## I.1.2. TRITURADORAS DE 2 ARBOLES.

Estos trituradores de 2 ejes con carga mediante tolva están dotados de alta capacidad de corte con baja velocidad de rotación para menor absorción de energía y menor ruido de funcionamiento. Grupo de trituración proyectado para la máxima productividad y una regularidad de funcionamiento.

La máquina es compuesta por un sistema triturador de dos árboles con cuchillas rotativas y peines distanciadores. Estas cuchillas pueden variar su espesor, diámetros, el número de filos y los tipos de filo diseñados y optimizados especialmente para diferentes materiales y dependiendo de las necesidades de corte. Las cuchillas van enfrentadas las de un árbol con las del otro, estando entrelazadas entre sí una de cada árbol. De la misma manera tendremos tantas cuchillas como capacidad de trituración requiramos (véase Figura 6).



Figura 6 – Conjuntos de trituración de 2 árboles con un diferente número de cuchillas

# I. Introducción

---

En este tipo de trituradores generalmente se busca una mayor fuerza en el corte en contra de la velocidad de corte, por lo que suelen girar a muy bajas revoluciones por minuto, una velocidad media de giro de las cuchillas aproximada de unas 20-30 rev/min. Los motores utilizados son de gran potencia y par por lo que las transmisiones son mediante engranajes.

Podemos encontrar una gran variedad de tamaños de estos trituradores llegando los más grandes a triturar un vehículo común entero (véase Figura 7).



Figura 7 – Trituradora de 2 árboles de grandes dimensiones.

# I. Introducción

---

## I.1.3. TRITURADORAS DE 4 ARBOLES.

La base de estos trituradores es la misma que los de 2 árboles, sólo que se le añaden 2 árboles más en la parte exterior de cada árbol con la finalidad de poder direccionar grandes piezas a triturar hacia los 2 árboles de cuchillas en el centro. Las cuchillas de estos árboles exteriores como no están pensados para triturar, no suelen tener un gran filo ya que su única finalidad es la de atrapar el material y empujarlo hacia los 2 árboles con cuchillas cortantes. Estos al igual que los demás trituradores se dispone una criba en la salida de material para obtener el tamaño deseado de trituración (véase Figura 8).

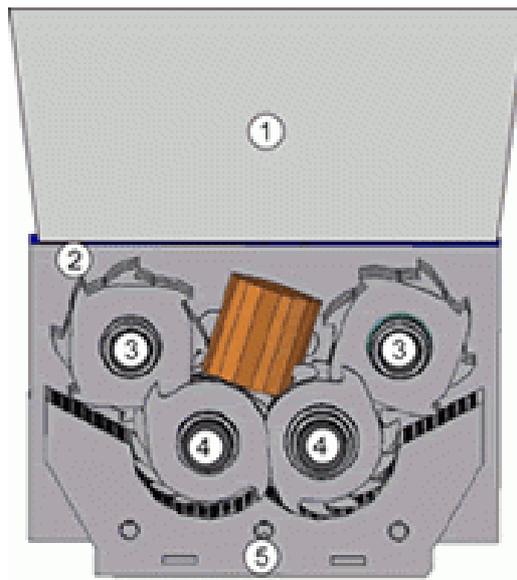


Figura 8 – Se observa la tolva de entrada (1), las cuchillas (2) en los árboles exteriores (3), los árboles interiores (4) y la criba de salida (5)

Estos árboles exteriores suelen girar solidarios a los que llevan las cuchillas cortantes, por lo que la velocidad de giro es la misma. Salvo por necesidad que podrían variar el número de dientes de los engranajes para hacer variar su velocidad de giro.

# I. Introducción

---

En algunos casos se podrían utilizar estos árboles exteriores para triturar, si la pieza fuera tan grande que no pudiese triturarse sólo con los arboles interiores, estos árboles servirían de ayuda para despedazar el material y así abastecer a las cuchillas interiores que serán las que finalmente trituren el material al tamaño necesario (véase Figura 9).



Figura 9 – Trituradora de 4 árboles con configuración de trituración de los 4 árboles.



## **II. OBJETIVOS**

# OBJETIVOS



## II. Objetivos

---

### II.1. OBJETIVO GENERAL.

El objetivo de este TFG es el poder desarrollar una máquina trituradora para el reciclado de cualquier tipo de material plástico, desde el más blando hasta el que mayor tensión de rotura tenga. Buscaremos el mejor diseño y desarrollo para el que el producto final obtenido tenga una facilidad de uso, sea seguro y la calidad del material reciclado sea el deseado, y por lo tanto sea la máquina trituradora más óptima.

### II.2. OBJETIVOS PARTICULARES.

- Diseñar una máquina de fácil regulación en la velocidad y par de corte, pues va ser usada en un amplio rango de polímeros.
- La máquina tendrá que tener un tamaño relativamente reducido y que pueda ser fácilmente movida sin mucho esfuerzo.
- Tendrá que ser fácilmente desmontable y accesible, tanto por su respectivo mantenimiento como para su limpieza tras uso.
- La trituradora tendrá que cumplir con las normas adecuadas de seguridad, para evitar accidentes innecesarios y cumplir con el mercado CE.
- Deberá incluir un sistema por el que pueda ser implementada en una cadena de procesos, para poder funcionar de forma automática.
- Estará construida con materiales lo suficientemente resistentes al desgaste que puedan sufrir.



## **III. DESARROLLO PROYECTO**

DESARROLLO  
PROYECTO



## III. Desarrollo proyecto

---

### III.1. DETERMINACION DE LOS COMPONENTES.

A continuación procederé a enumerar las diferentes partes de las que constará la máquina trituradora:

#### 1- TOLVA ENTRADA MATERIAL:

- Será la parte de la maquinaria en la cual se depositará el material a triturar para su acumulación y direccionamiento a través de la misma.

#### 2- CARCASA:

- Será la encargada de contener todos los elementos que componen la zona de molienda de la máquina.

- Deberá proteger al usuario de accidentes con las cuchillas y el material.

- En ella se colocaran los rodamientos y cojinetes que soportaran los árboles de transmisión.

- Estará sometido al golpeteo que pueda ocasionarse en la acción de triturar el material.

#### 3- ÁRBOLES DE TRANSMISIÓN:

- En ellos irán montadas las cuchillas.

- Estarán sometidos a presión y torsión.

- En los soportes contará con rodamientos y cojinetes para su movimiento.

- En uno de sus extremos se montaran los engranes que les proporcionaran la potencia al mismo.

- Contará con chaveteros para anclar de forma radial los engranajes y las cuchillas

### III. Desarrollo proyecto

---

#### 4- CUCHILLAS:

- Serán circulares con cierto número de filos cada una (los cuales más adelante determinaremos).
- Irán desfasadas unas de otras para facilitar el atrapamiento del material a triturar.
- Se anclarán de forma radial al árbol mediante una chaveta.
- Estarán sometidas a impactos y esfuerzos en sus filos.

#### 5- DISCOS SEPARADORES:

- Servirán para separar las cuchillas en el mismo árbol, para poder así entrelazarse las cuchillas de un árbol con el otro.

#### 6- RODAMIENTOS Y COJINETES:

- Serán los encargados de soportar los diferentes árboles así como permitir el movimiento de los mismos.
- Van montados en soportes en la carcasa.
- Tendrán que soportar las cargas.

#### 7- CRIBA:

- Servirá para delimitar el paso del material triturado de un tamaño que determinaremos.
- Además cumplirá como elemento de protección para el operario.

#### 8- RAMPA DE SALIDA DEL MATERIAL:

- Será la que dirija el material una vez triturado hacia el recipiente donde se quiera almacenar.

### III. Desarrollo proyecto

---

#### 9- MOTOR:

- Será el encargado de generar la potencia que requiera la máquina trituradora.

#### 10- REDUCTOR:

- Se encargará de reducir la velocidad de giro para adecuarla a las necesidades de la trituradora.

#### 11- ENGRANAJES:

- Éstos son los que transmitirán la potencia generada por el motor a los árboles.

#### 12- BASE SOPORTE:

- Aquí es donde se aunaran todos los elementos para conformar la trituradora.

- Deberá de ser capaz de soportar todas las vibraciones y esfuerzos en el proceso de triturado.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.2. DISEÑO INICIAL.

El diseño se considera un proceso iterativo por el cual para un mismo problema podría haber diversas soluciones validas, y difícilmente existe una única solución a un problema dado.

#### III.2.1. ÁRBOLES DE TRANSMISIÓN.

Los árboles de transmisión son elementos con movimiento de rotación que son los encargados de transmitir un momento de giro. Están sometidos a torsión, o bien a flexión y torsión simultáneas. También se les suele llamar ejes de transmisión o, por simplificar, ejes, aunque llamarlos ejes no es la manera más correcta, ya que los ejes son elementos que no transmiten momento de giro.

Hay diversos tipos y formas de árboles, de los cuales los 3 más característicos son los siguientes:

- CIRCULAR:

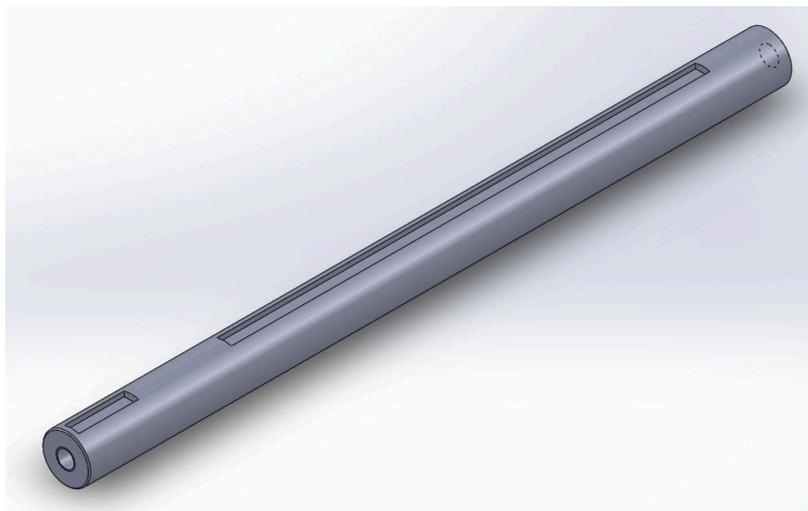


Figura 10 – Árbol de transmisión de sección circular con chaveteros.

### III. Desarrollo proyecto

---

- ACANALADO:

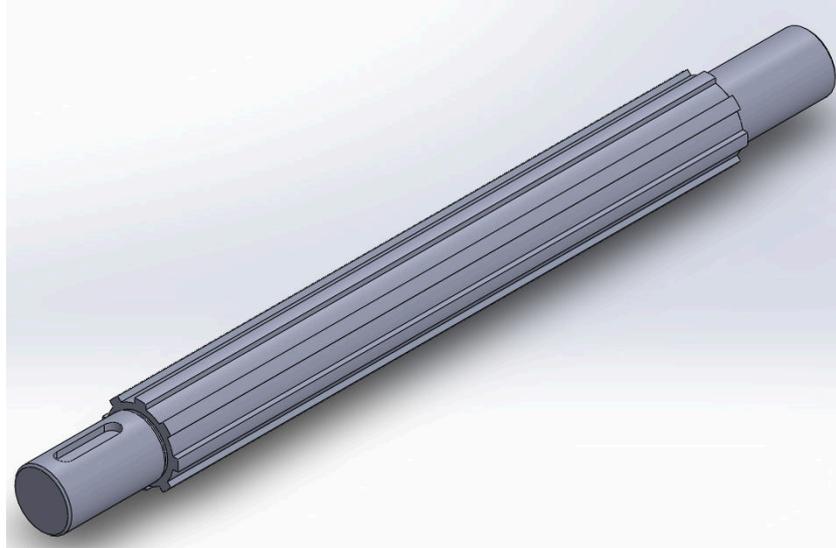


Figura 11 - Árbol de transmisión acanalado con chavetero.

- POLIGONAL:

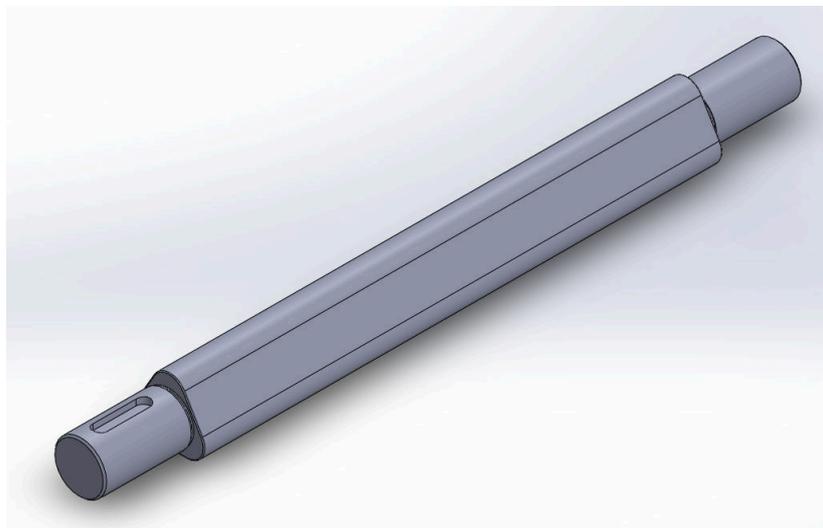


Figura 12 – Árbol de transmisión poligonal de 3 caras con chavetero.

## III. Desarrollo proyecto

---

Normalmente se suele utilizar un árbol de transmisión de sección circular, ya sea macizo o hueco, aunque en ocasiones tiene otras formas como acanalada o poligonal (véase Figura 10, Figura 11 y Figura 12). La forma circular exige el uso de elementos de retención radial, tales como chavetas, pasadores, prisioneros, etc., sino en lugar de tener un árbol de transmisión tendríamos un eje. Sin embargo las geometrías acanaladas o poligonales, dada la naturaleza de su forma, permiten obviar el uso de estos elementos.

### III.2.2. TIPOS DE TRANSMISIÓN.

Existen diversos tipos y maneras de transmitir el movimiento rotacional, pero nos centraremos en los 3 más característicos.

#### III.2.2.1. Transmisión por correa.

Es un tipo de transmisión mecánica que se basa en la unión de dos o más ruedas, sujetas por medio de una cinta o correa continua, a las que les es suministrada energía desde una rueda motriz sometiéndolas así a un movimiento de rotación.

Destacar que las correas de transmisión basan su funcionamiento en las fuerzas de fricción, esto es lo que las diferencia de otros medios flexibles de transmisión mecánica, como son las cadenas de transmisión que se basan en la interferencia mecánica entre los elementos de la transmisión.

Las correas de transmisión son generalmente fabricadas en goma. Éstas se pueden clasificar en planas, trapezoidales y dentadas (véase Figura 13).

Este tipo de transmisión presenta ciertas **ventajas** frente a otros tipos como:

- Su funcionamiento es mucho más silencioso que el de una transmisión por cadenas o engranajes, siempre y cuando se encuentren en buen estado.
- Son capaces de absorber choques en la transmisión, debido a la elasticidad de la correa.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Pueden transmitir potencia a distancias relativamente grandes de una forma económica.
- Precisan poco mantenimiento, gracias a no ir engrasadas a diferencia de las cadenas o los engranajes.
- Permite transmitir potencia entre ejes no paralelos (correas planas).
- Los costes de adquisición (salvo excepciones) son menores que en el caso de las cadenas y engranajes.
- Facilidad de acoplar y desacoplar.
- Dan la posibilidad de cambiar la relación de transmisión de manera fácil (en el caso de emplear correas planas y poleas con forma cónica).
- Tienen la capacidad de alcanzar velocidades más elevadas a comparación de las cadenas.
- En caso de que alguno de los árboles quede bloqueado, se produce el deslizamiento de la misma en la polea, con lo que ayuda a que no se produzcan daños en la máquina.

En cambio algunos de los **inconvenientes**, son:

- Necesitan de un pretensado inicial, lo que produce una sobrecarga inicial del árbol que puede inducir a problemas de fatiga.
- Existe la posibilidad de deslizamiento en la transmisión debido a un exceso repentino de par o no estar bien tensada, con lo que la relación de transmisión puede sufrir pequeñas variaciones.
- Las pérdidas de potencia suelen ser elevadas, afectando directamente su rendimiento (94% - 98%).
- Aunque sean de bajo mantenimiento, se requiere controlar el tensado de la correa. Una correa que no esté bien tensada puede disminuir su rendimiento hasta el 5%, o incluso deslizar y no ser capaz de transmitir nada de potencia.
- No soportan condiciones de temperaturas altas, debido a los materiales elastómeros o sintéticos en las que están fabricadas.

### III. Desarrollo proyecto

- Poseen un mayor deterioro que cadenas o engranajes, dependiendo de los factores ambientales tales como la humedad, el polvo, los lubricantes, si está expuesta a luz solar,...etc.

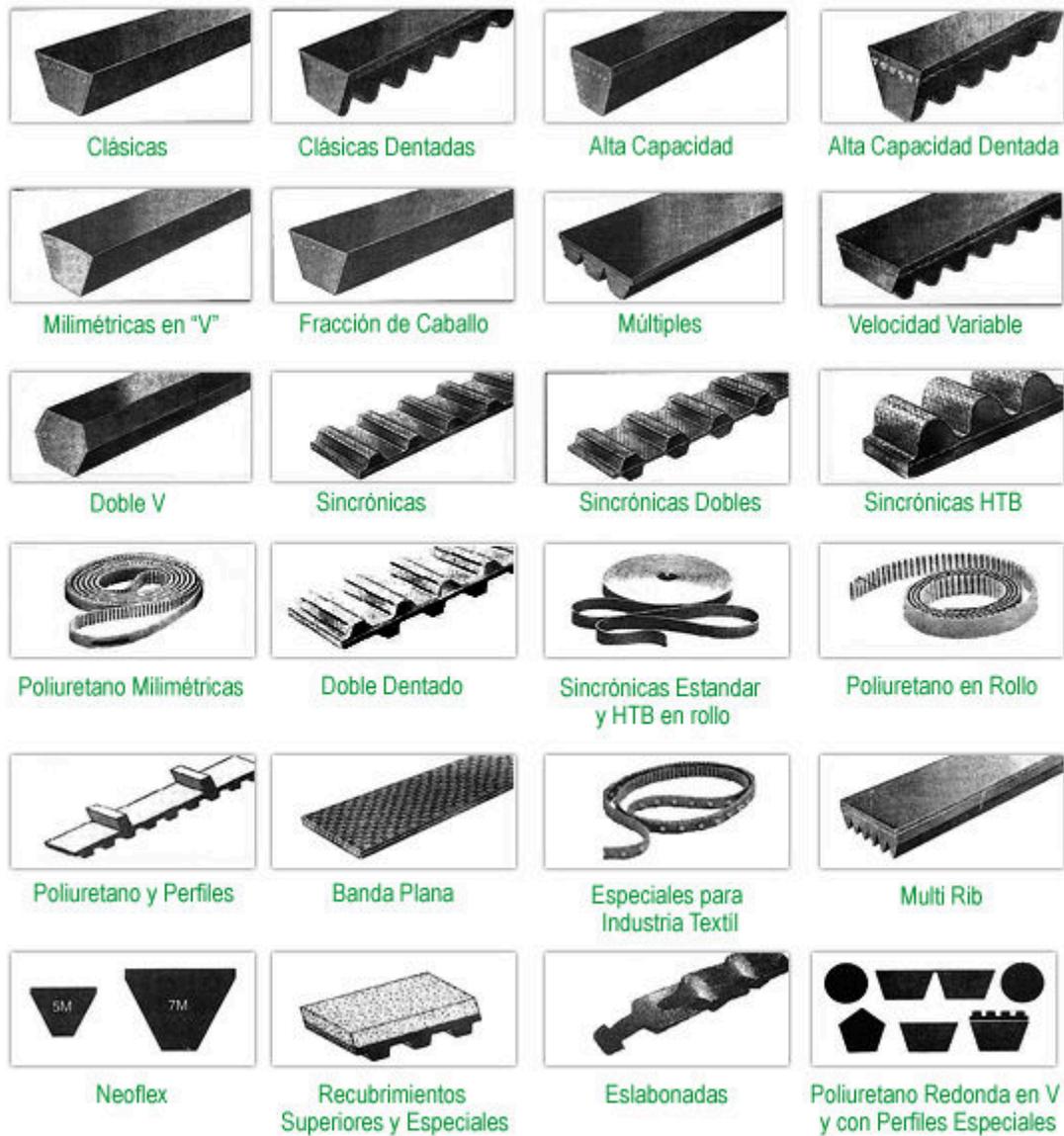


Figura 13 – En esta imagen se puede observar todos los tipos de correas que existen.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.2.2.2. Transmisión por cadena

Sistema de transmisión árboles caracterizado por el uso de una cadena y dos o más piñones, que están unidos a los árboles entre los que se desea transmitir el movimiento. El sistema de transmisión del par es por empuje de los rodillos que tiene la cadena sobre los dientes del piñón. Hay casos en los que se usan transmisiones con cadenas múltiples (véase Figura 14) y piñones en paralelo, con la finalidad de aumentar la capacidad de potencia a transmitir.

En comparación a otros sistemas de transmisión presentan ciertas **ventajas**, tales como:

- No existe deslizamiento a diferencia de las transmisiones por correa.
- Su peso es menor comparado a las transmisiones por engranaje, especialmente si la distancia entre arboles es media-alta.
- La capacidad de transmisión de potencia es elevada por la gran resistencia de las cadenas.
- Estando bien engrasadas son capaces de soportar bien las condiciones ambientales adversas tales como el polvo o la humedad sin deteriorarse en exceso.
- No se requiere de pretensiones o un tensado excesivo, con lo que se evita con ello las sobrecargas de los árboles.

En cambio tiene sus **inconvenientes**:

- En comparación a las transmisiones por correa, es un sistema más pesado, ruidoso y caro.
- La velocidad máxima de transmisión de movimiento de la cadena es inferior a las que se puede alcanzar con algunas transmisiones por correa.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Conllevan un montaje y mantenimiento son más complejos que en una transmisión por correa.
- La relación de transmisión es menos constante, comparada a la transmisión por engranaje, debido al efecto de variación cordal de la velocidad.



Figura 14 – Transmisión por cadena múltiple.

#### III.2.2.3. Transmisión por engranajes.

Es denominado engranaje al mecanismo encargado de transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes son formados por dos ruedas dentadas, de las que la mayor se le denomina corona y a la menor, piñón. Un engranaje se usa para transmitir movimiento circular a través del contacto mecánico de ruedas dentadas.

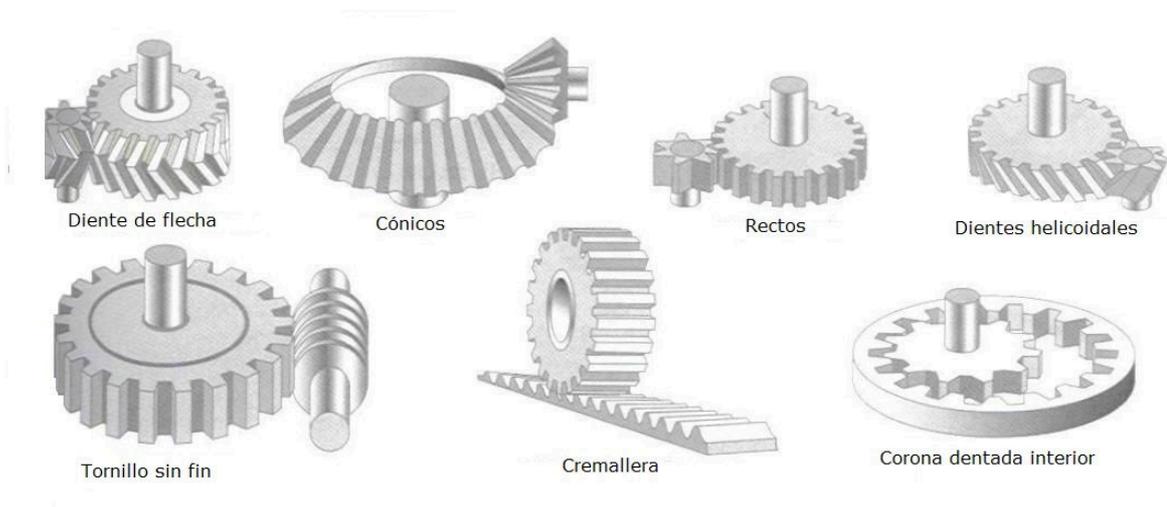
Una de las aplicaciones más importantes es la de transmitir el movimiento desde el árbol de una fuente de energía, como pueda ser un motor, hasta otro árbol situado a cierta distancia y el cual ha de realizar un trabajo. La rueda dentada conectada a la fuente de energía es conocida como engranaje motor y la que está conectada al árbol que debe recibir la potencia del motor se denomina engranaje conducido. Si el sistema estuviera compuesto por más de dos ruedas dentadas, se le denominará tren.

### III. Desarrollo proyecto

---

Existen diversos tipos de engranajes, cada uno delimitado para un uso específico, de los que más comunes se clasifican en (véase Figura 15):

- Engranaje cilíndrico recto
- Engranaje de piñón-cremallera
- Engranaje cilíndrico helicoidal
- Engranaje de tornillo sinfín
- Engranaje cónico



**Figura 15 – Se muestran los engranajes más comúnmente utilizados.**

Como todo sistema de transmisión tiene sus **ventajas** en comparación con otros:

- Por lo general son de tamaño reducido, por lo que se necesita de menor espacio para su alojamiento.
- No existe la posibilidad de deslizamiento, por lo que tienen una gran capacidad de transmisión de potencia.
- Como consecuencia de no deslizarse tiene una mayor eficiencia mecánica, con lo que su rendimiento es alto.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Permiten conectar ejes que se cruzan (mediante tornillo sinfín), o que se cortan (mediante engranajes cónicos).
- Bajo mantenimiento, sólo necesitan estar engrasados.

Y sus **inconvenientes** serian los siguientes:

- Tienen un coste mayor de fabricación.
- No tienen flexibilidad, por lo que en caso de que el árbol conducido deje de girar por cualquier causa, el conductor también lo hará, pudiendo causar averías en el mecanismo motor o incluso la ruptura de los dientes de los engranajes.
- Son más ruidosos, aunque con un correcto engrase se reduce bastante su sonoridad.
- Una mayor durabilidad, siempre y cuando tengan un correcto mantenimiento.

#### III.2.3. PREDISEÑOS.

Primeramente establecí un tamaño máximo que debería tener la máquina una vez terminada para así delimitar sus dimensiones. Me propuse que no deberá tener más de 1 metro de ancho por 1 metro de largo, y su altura no debe superar el 1'70m, esta altura viene de la de una persona de estatura media para que pueda echar el material en la tolva sin mucha dificultad.

A partir de aquí empecé a delimitar las formas y tamaños aproximados que consideraba que deberían tener las cuchillas para luego plasmarlas en SolidWorks (véanse Figura 16 y Figura 17).

### III. Desarrollo proyecto

---

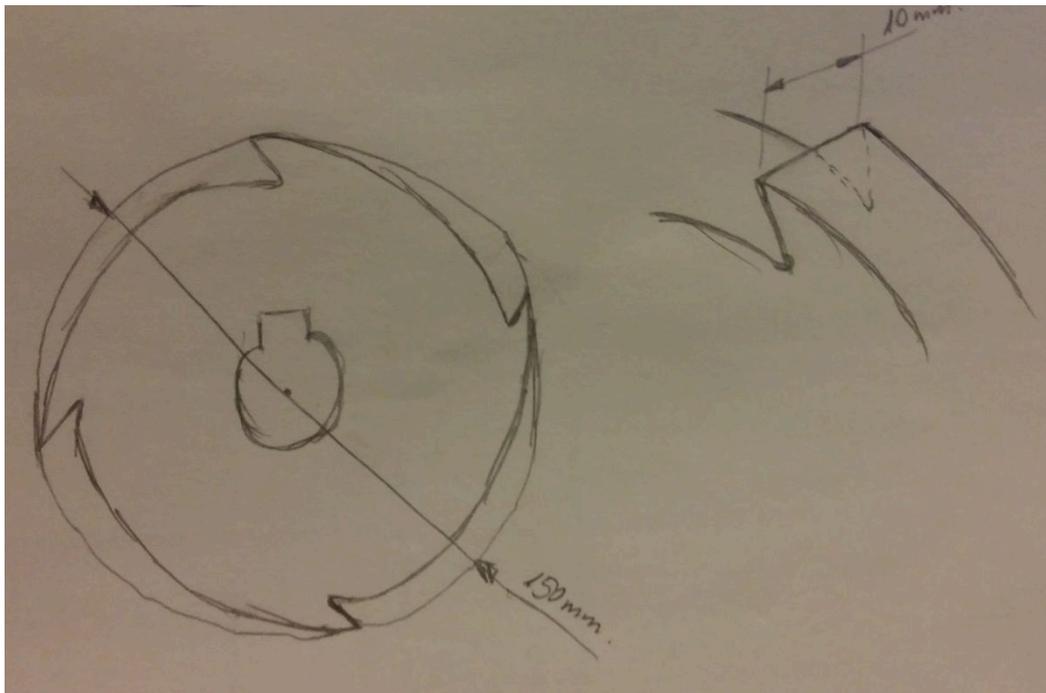


Figura 16 – Prediseño a mano alzada de cómo podrían ser las cuchillas.

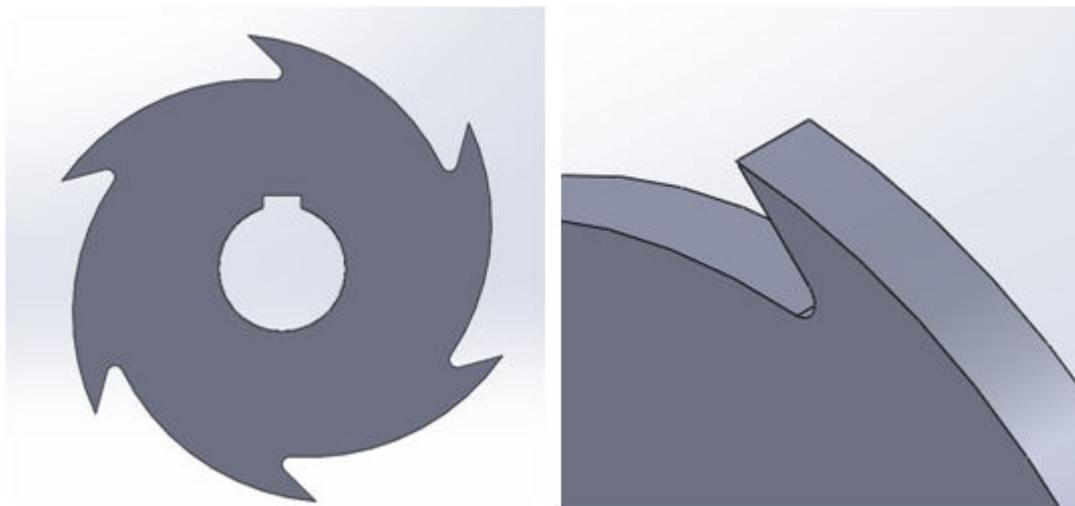


Figura 17 – Diseño muy aproximado ya al final de lo que serán las cuchillas.

### III. Desarrollo proyecto

---

De la misma manera procedo con otros elementos como los árboles en los que irán las cuchillas (véanse Figura 18 y Figura 19).

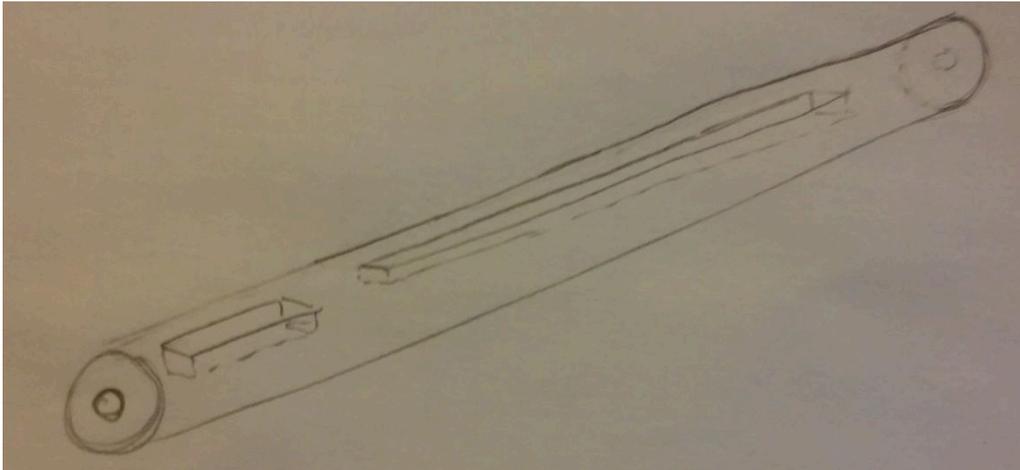


Figura 18 – Diseño inicial del que podría ser el árbol que contenga las cuchillas con sus chaveteros.

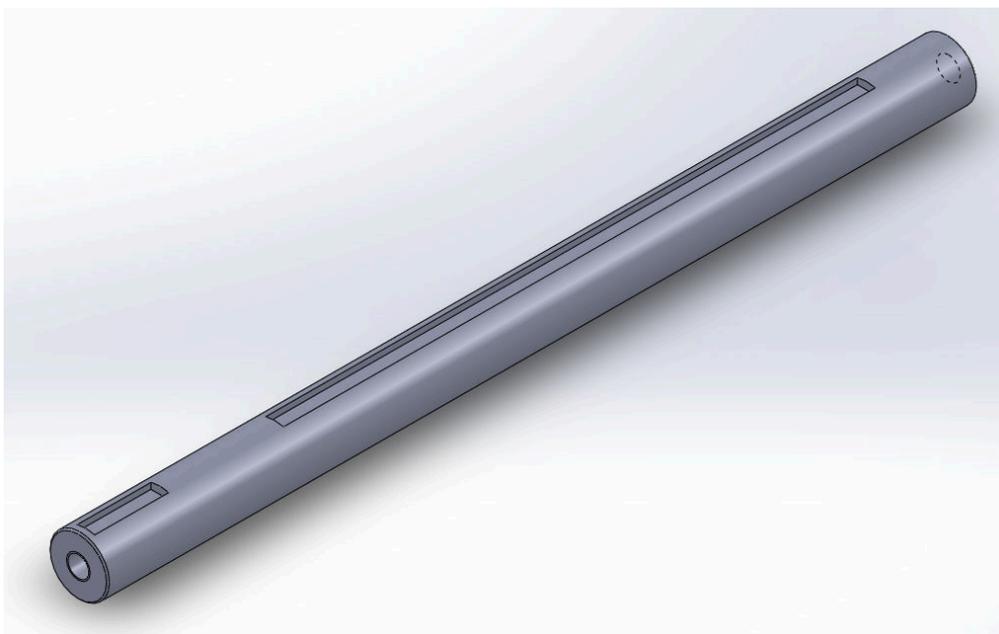


Figura 19 – Diseño avanzado de cómo será el árbol a falta de concretar longitud final y diámetro.

### III. Desarrollo proyecto

---

Siguiendo con el diseño prosigo con lo que podrían ser los soportes y anclaje de los rodamientos a la carcasa, junto con la posibilidad de que vayan lubricados (véanse Figura 20 y Figura 21).

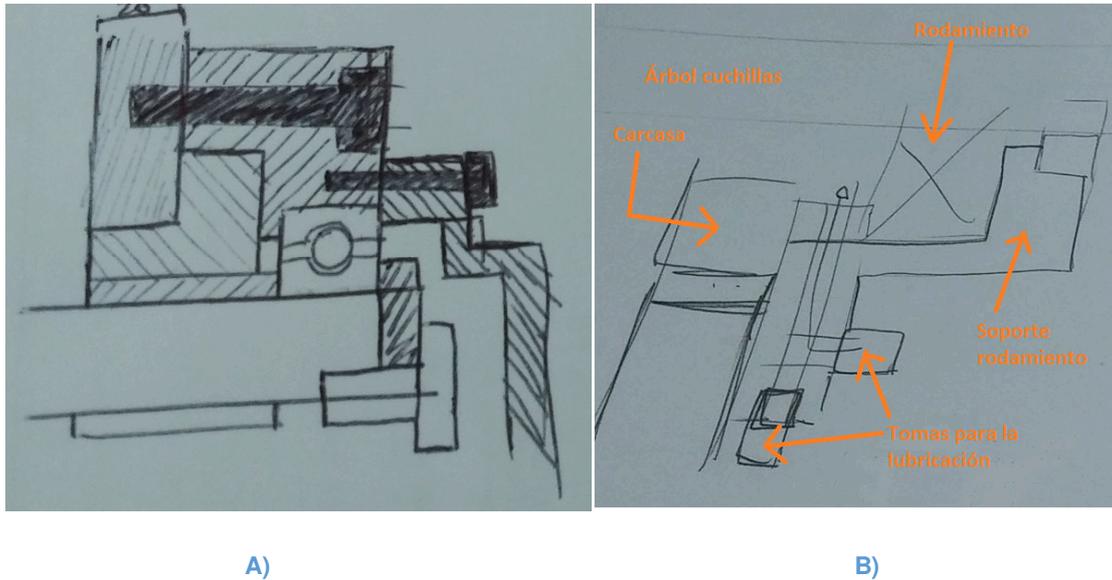


Figura 20 – A) Prediseño de lo que podría ser una solución para el soporte del rodamiento sin lubricación. B) Prediseño de una solución para el soporte del rodamiento con tomas de lubricación

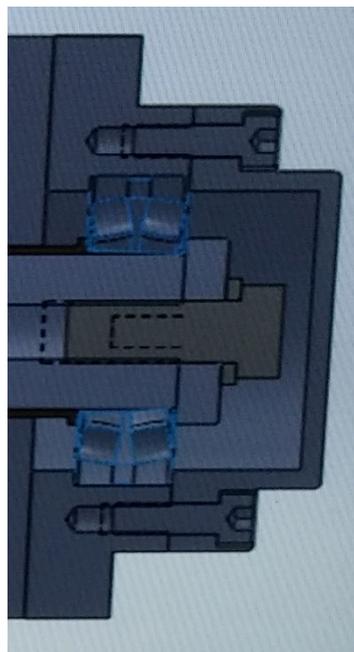


Figura 21 – Solución muy aproximada a la que será a falta de concretar los rodamientos a utilizar.

### III. Desarrollo proyecto

---

Una vez dimensionadas aproximadamente las cuchillas, dimensiono la carcasa (véanse Figura 22 y Figura 23) que albergará los arboles junto a las cuchillas formando así lo que será el conjunto de trituración (véase Figura 24).

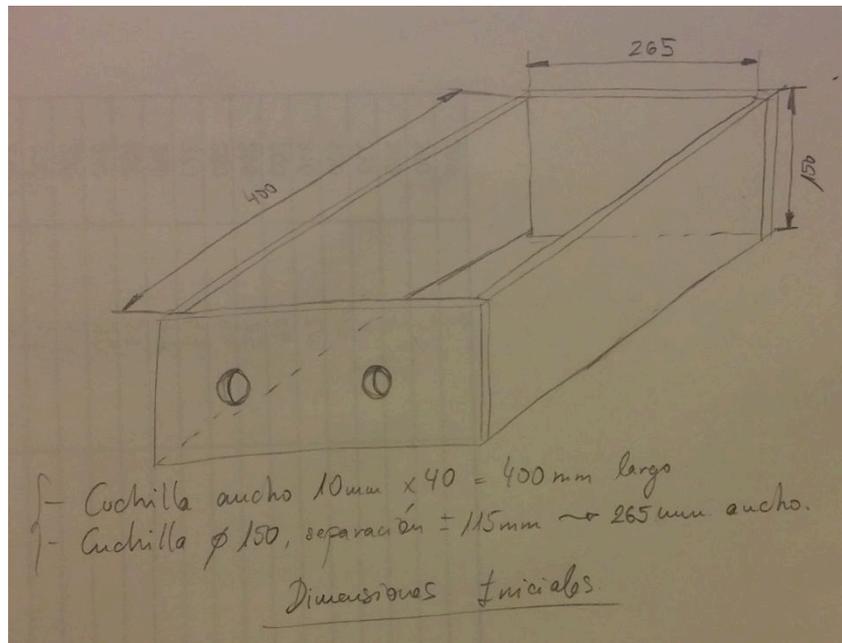


Figura 22 – Diseño inicial propuesto del que podrá ser la carcasa que albergará los arboles junto a las cuchillas.

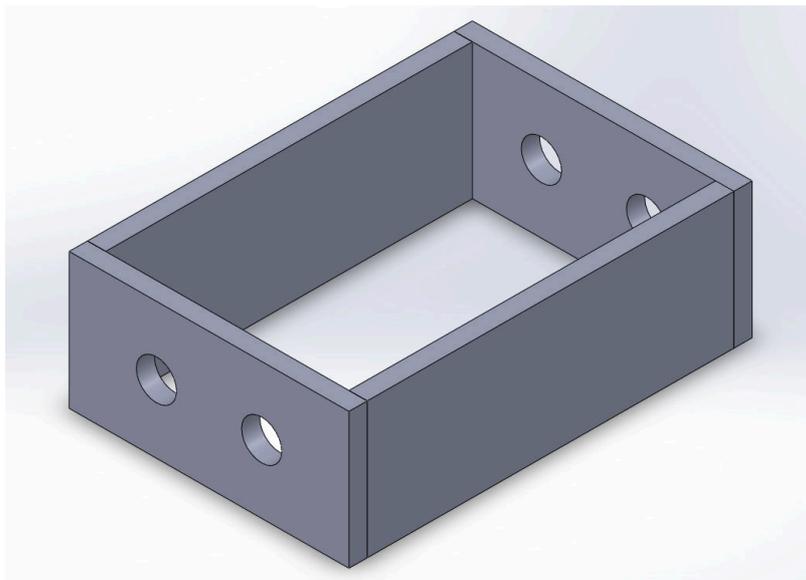


Figura 23 – Diseño aproximado del que será la carcasa.

### III. Desarrollo proyecto

---

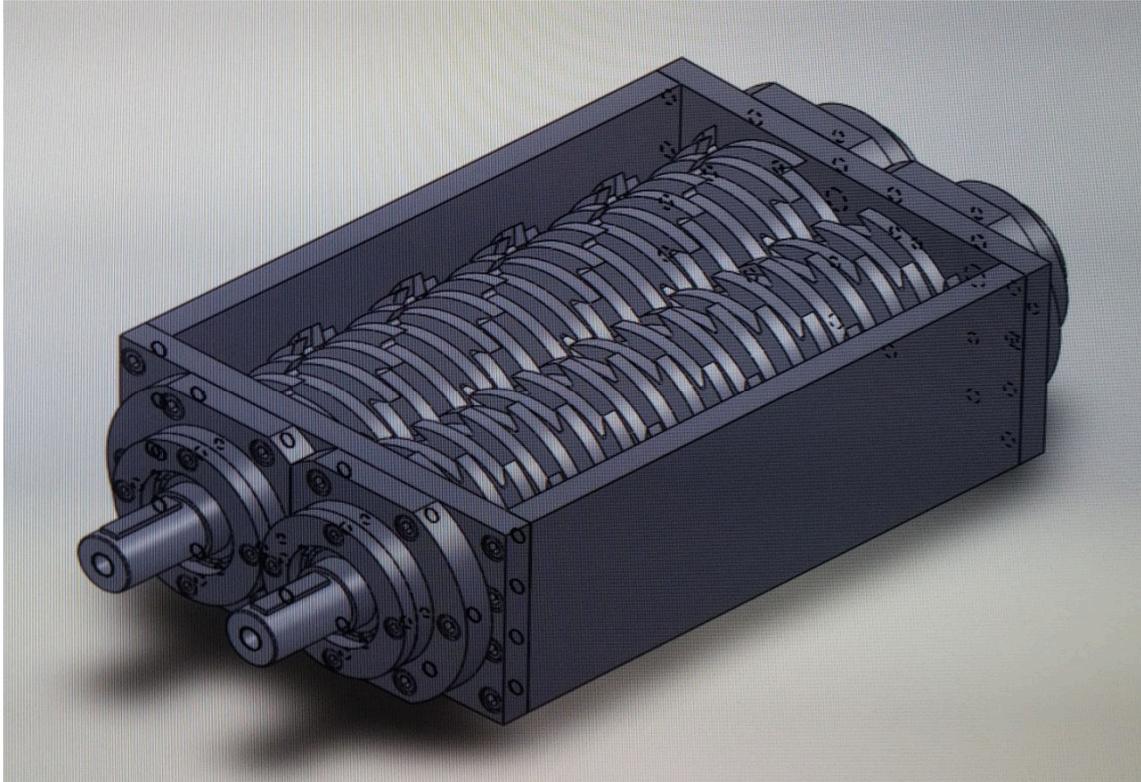


Figura 24 – Diseño muy aproximado del que será el conjunto de trituración a falta de confirmar diámetros de los arboles, rodamientos, etc.

Una vez prediseñado el conjunto de trituración, procedo con la mesa que soportará dicho conjunto, junto con todos los elementos que conformarán la trituradora. Hago un prediseño del que podría ser la organización de los elementos colocados en la mesa (véanse Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28 y Figura 29).

### III. Desarrollo proyecto

---

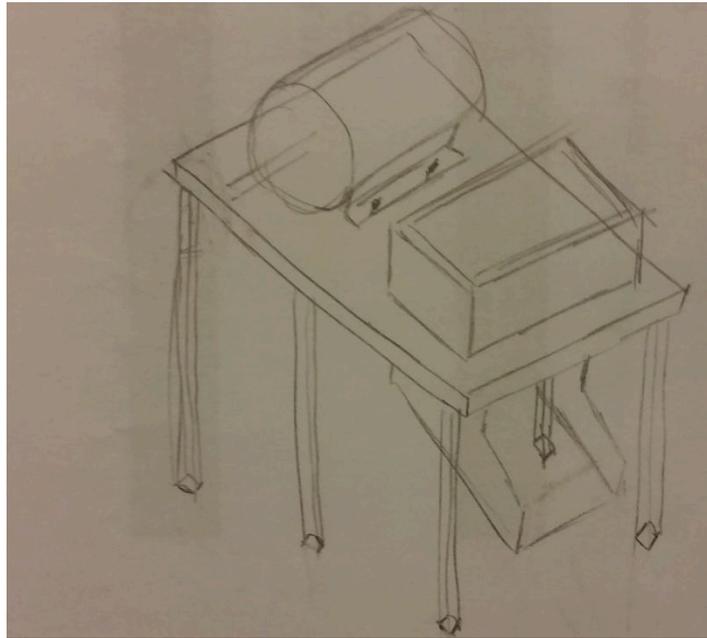


Figura 25 – Vista isométrica de elementos como la carcasa el motor y la rampa de salida de material colocados en la mesa.

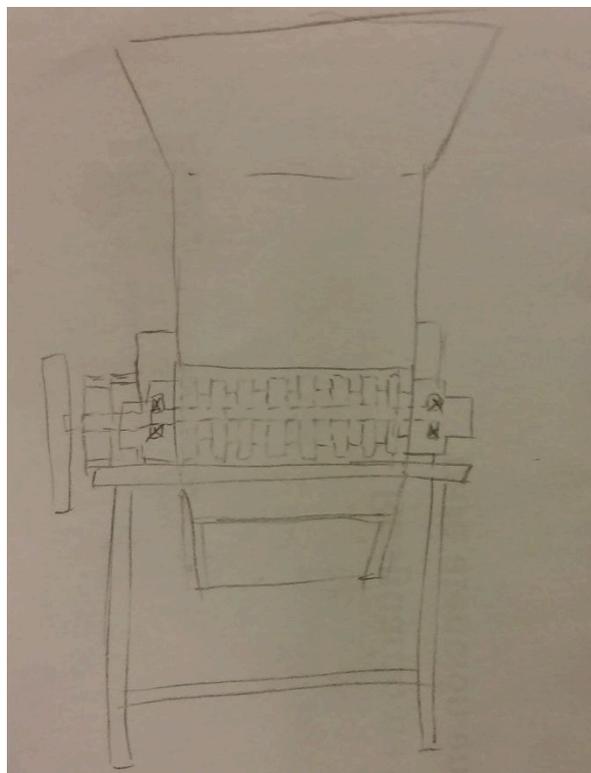


Figura 26 – Vista de alzado de los elementos de la trituradora colocados en la mesa.

### III. Desarrollo proyecto

---

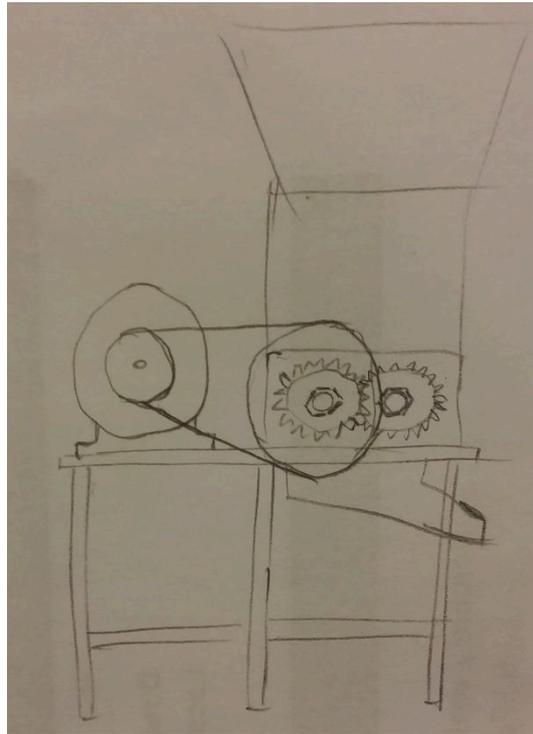


Figura 27 – Vista de perfil de los elementos de la trituradora colocados en la mesa.

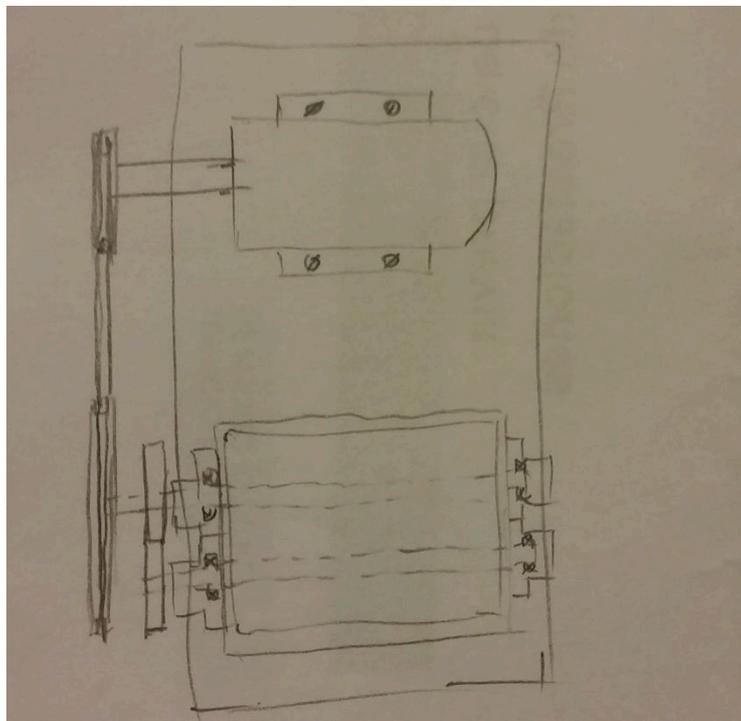


Figura 28 - Vista de planta de los elementos de la trituradora colocados en la mesa.

### III. Desarrollo proyecto

---

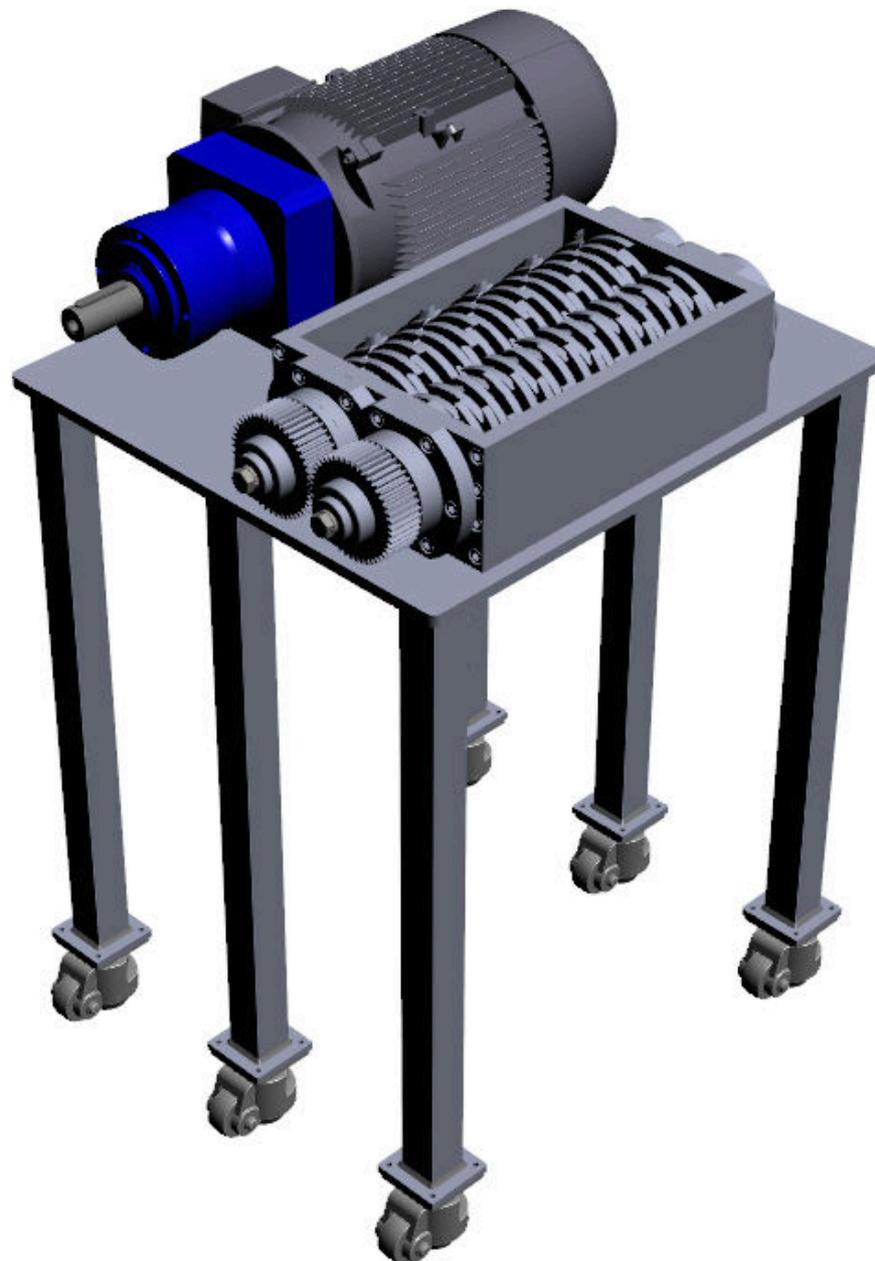


Figura 29 – Vista isométrica de un diseño inicial de la organización de elementos como el conjunto de trituración y el motor en la mesa.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.3. ESTUDIO Y CALCULOS.

En este apartado procederé a realizar todos los cálculos pertinentes para asegurarme de que la trituradora funcione correctamente y cumpla con su cometido.

Para la realización de los cálculos utilizaré los datos básicos del polímero que presenta las condiciones más desfavorables para su trituración, la Poliamida-Imida, que presenta la mayor tensión de rotura (véase Tabla 1).

Tabla 1 – Características mecánicas de los polímeros más característicos.

Material	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Tensión de rotura (MPa)	Módulo a flexión (GPa)
ABS (Alto impacto)	1.04	38	2.2
Acetal (Copolímero)	1.41	70	2.6
Acetato de celulosa	1.28	30	1.7
PPO Modificado	1.06	45	2.3
Nylon 66	1.14	70	2.8
PEEK	1.30	62	3.8
PET	1.36	75	3
<b>Poliamida-Imida</b>	<b>1.40</b>	<b>185</b>	<b>4.5</b>
Policarbonato	1.15	65	2.8
Poliéterimida	1.27	105	3.3
Poliétersulfona	1.37	84	2.6
Poliimida	1.42	72	2.5
Polipropileno	0.91	33	1.5
Polisulfona	1.24	70	2.6
Poliestireno	1.05	40	3.0
Polietileno baja dens.	0.92	10	0.2
Polietileno alta dens.	0.95	32	1.2
PTFE	2.10	25	0.5
PVC rígido	1.40	50	3.0
PVC flexible	1.30	14	0.01
SAN	1.08	72	3.6

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.3.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA, PAR Y VELOCIDAD DE GIRO.

Primero calcularé la potencia que necesitaremos para el funcionamiento de la máquina. Para ello empiezo calculando la velocidad tangencial en las cuchillas, para una cuchilla de  $\varnothing 150$  mm y una velocidad de giro estándar de un motor de 1500 rpm:

$$V_t = \frac{r \cdot n \cdot \pi}{30} = \frac{0.075 \cdot 1500 \cdot \pi}{30} = 11.78 \text{ m/s}$$

Seguidamente calculo la velocidad de alimentación de material a la máquina, para la que usaré las medidas propuestas en el prediseño 401mm de largo por 266mm de ancho y quiero que al menos sea capaz de triturar 1000kg/h:

$$V_a = \frac{q}{\rho \cdot A \cdot 3600} = \frac{1000}{1.4 \cdot 0.401 \cdot 0.266 \cdot 3600} = 1.86 \text{ m/s}$$

Ahora con ambas velocidades calcularé la velocidad de corte:

$$V_c = \sqrt{V_t^2 + V_a^2} = \sqrt{11.78^2 + 1.86^2} = 11.93 \text{ m/s}$$

### III. Desarrollo proyecto

---

Como la poliamida-Imida tiene una tensión de rotura de 185 MPa y en el diseño propongo que va a tener 40 cuchillas, las cuales estando bien afiladas deben tener menos de 1mm<sup>2</sup> de área, calculo la fuerza necesaria y con ella la potencia:

$$P = F \cdot V_c = 185 \cdot 40 \cdot 11.93 = 88282 \text{ w}$$

Con la potencia procedo a calcular el par:

$$N = \frac{P}{\omega} = \frac{88282}{1500 \cdot \frac{\pi}{30}} = 562.02 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Como no vamos a triturar a la velocidad de un motor estándar de 1500rpm, básicamente porque necesitaríamos un motor de una potencia desmedida, propongo un motor de 5.5 Kw, y con esta nueva potencia y el par obtenido procedo ahora a calcular la velocidad a la que girarían finalmente nuestros árboles de cuchillas:

$$\omega = \frac{P}{N} = \frac{5500}{562.02} = 9.79 \text{ rad/s} = 93.49 \text{ rpm}$$

Ahora si tenemos una potencia y velocidad de giro aceptable para triturar un polímero como la poliamida-Imida, la cual para conseguirla utilizaremos un reductor a la salida del motor de 5.5Kw.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.3.2. CÁLCULO DE ÁRBOLES, RODAMIENTOS Y COJINETES.

Seguidamente utilizaré el software KISSsoft para dimensionar los arboles y calcular la vida de los rodamientos en las condiciones más desfavorables posibles, y es tener que triturar la poliamida-Imida con las cuchillas considerablemente desgastadas. Para ello propongo que las cuchillas están desgastadas hasta el punto de que el área de su filo es de  $10\text{mm}^2$  y que tienen que cortar todas a la vez el material, por lo que la fuerza necesaria para el corte quedaría en:

$$F = 185 \cdot 10 \cdot 40 = 74000 \text{ N} \rightarrow 37000 \text{ N por cada árbol}$$

También cabe la posibilidad de que un trozo de material se posicione justo entre 2 cuchillas por lo que generaría una fuerza axial deduzco de 1850N.

Para estas condiciones desfavorables, quiero que como mínimo la máquina pueda soportar 4500h de trabajo, que sería algo más de 2 años funcionando a jornada de 40h semanales por 52 semanas que tiene un año.

$$\text{Duración} = \frac{4500}{40 * 52} = 2.16 \text{ años}$$

Los arboles tendrán que tener un gran acabado por lo que la rugosidad superficial será N5. De la misma forma busco que los árboles tengan una confiabilidad del 99%, con una seguridad contra fatiga mínimo de 1.6 y de seguridad estática de mínimo de 2. Asimismo redondearé la velocidad

### III. Desarrollo proyecto

obtenida en el anterior apartado a 90rpm ya que las variaciones son mínimas obteniendo apenas algo más de par.

Con todos estos datos los introduzco en el software y a base de prueba-error voy probando hasta dar con una solución adecuada, la cual considero la optima ya que cumple con todo lo que había establecido.

El resultado es un árbol de  $\text{Ø}40$  de 588mm de longitud el cual está fabricado en acero F-127, apoyado en 2 cojinetes, ayudados de 2 rodamientos de tipo oscilantes con dos hileras de rodillos (véase Figura 30).

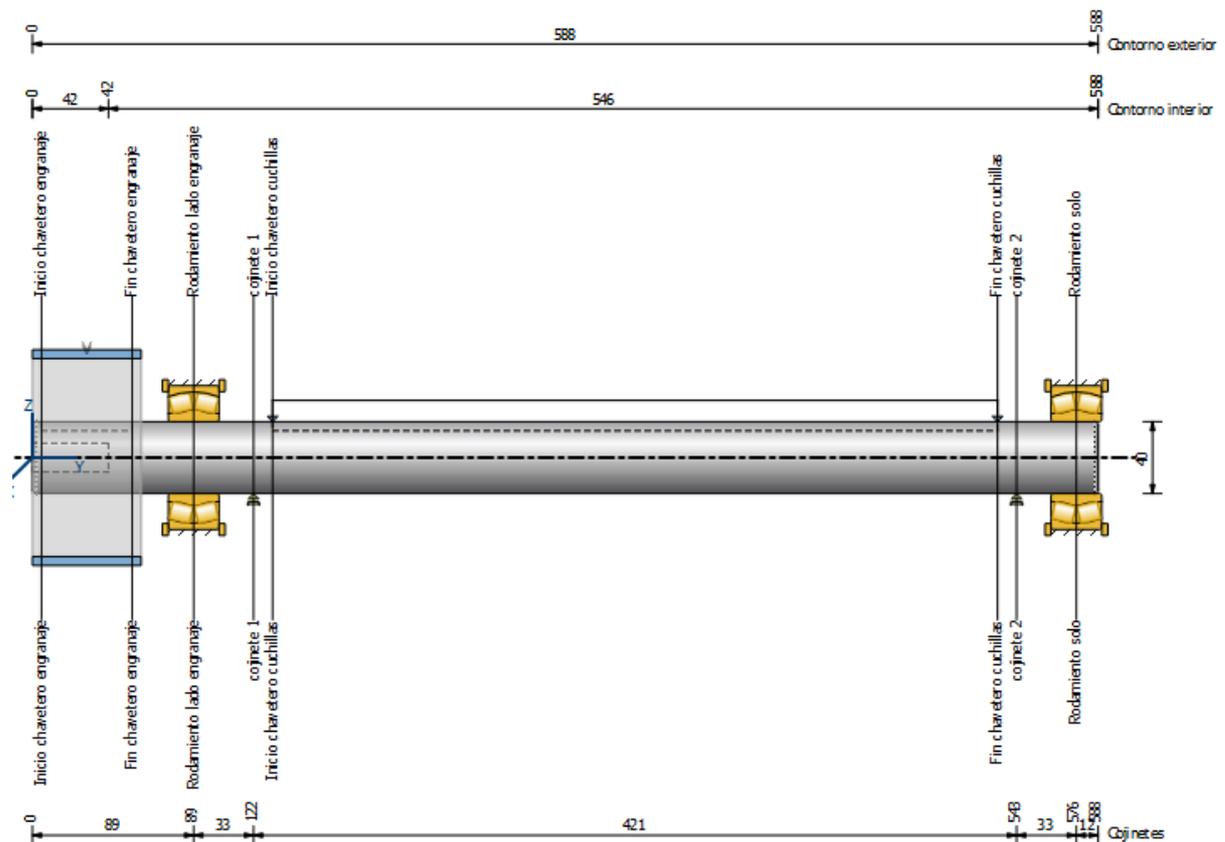


Figura 30 – Diseño y dimensiones del árbol de cuchillas con sus rodamientos y cojinetes.

### III. Desarrollo proyecto

---

He marcado las secciones que he considerado puedan ser más críticas en el diseño, se puede observar como la zona más crítica es la del cojinete 1 (véase Figura 31), pero aún así obtenemos una seguridad contra fatiga de 1.71 (por encima del 1.6 que propuse) y una seguridad estática de 4.84 (muy por encima del 2 propuesto), con lo que el diseño de momento cumple.

	<b>Seguridad contra fatiga</b>	<b>Seguridad estática</b>
Inicio chavetero cuchillas	1.80	5.57
Fin chavetero cuchillas	2.31	6.60
cojinete 1	1.71	4.84
cojinete 2	1.93	5.50
Rodamiento lado engranaje	2.99	7.85
Rodamiento solo	9999.99	9999.99
Inicio chavetero engranaje	87.38	123.03
Fin chavetero engranaje	5.42	11.89

Figura 31 – Datos de seguridad obtenidos de las secciones más críticas del árbol.

Siguiendo con los resultados, propuse que como mínimo los rodamientos durasen 4500h bajo estas duras condiciones de trabajo, y el rodamiento del lado del engranaje duraría mínimo 4578h y el rodamiento del otro lado que va solo 5270h, con lo que ambos cumplirían con lo propuesto (véase Figura 32). Además podemos observar un coeficiente  $S_0$  que ronda en ambos el 2.5, esto es signo de que nos hemos ajustado muy bien a la elección de nuestro rodamiento y no hay un gran sobredimensionamiento.

<b>Vida útil del cojinete</b>	<b><math>S_0</math></b>	<b><math>L_{nh}</math></b>
Rodamiento lado engranaje	2.44	4578 h
Rodamiento solo	2.55	5270 h

Figura 32 – Resultados obtenidos del análisis de los rodamientos seleccionados.

### III. Desarrollo proyecto

También obtenemos las fuerzas que soportarán los rodamientos y cojinetes en el árbol y que nos servirá para la elección de los cojinetes y rodamientos de los que hablaré más adelante.

Fuerza de reacción del cojinete	Componente	X	Y	Z	Rxz
Rodamiento lado engranaje	F	-26.566 kN	0.000 kN	25.560 kN	36.865 kN
	M	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm
Rodamiento solo	F	-35.324 kN	0.000 kN	1.055 kN	35.340 kN
	M	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm
Cojinetes 1	F	48.881 kN	-0.925 kN	-15.081 kN	51.154 kN
	M	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm
Cojinetes 2	F	53.703 kN	-0.925 kN	-1.328 kN	53.720 kN
	M	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm

Figura 33 – Fuerzas de reacción en los cojinetes y rodamientos.

Gracias al software KISSsoft, se obtiene, para el árbol diseñado, también el diagrama en el que el punto de flexión es máximo (véase Figura 34), que es de 0.460mm en el punto 332.5mm, al igual que la deformación debida al momento torsor es de  $-0.509^\circ$  y el diagrama de tensiones en cada punto del árbol (véase Figura 35).

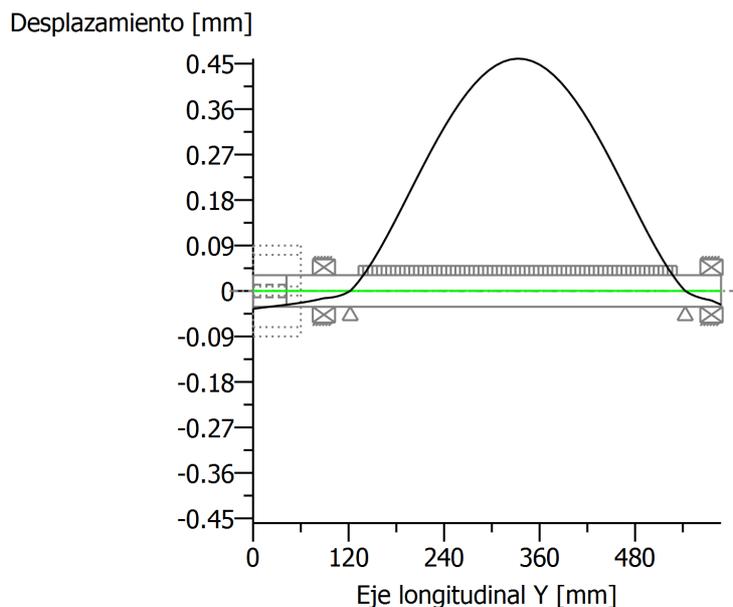


Figura 34 – Diagrama de la flexión en cada punto del árbol.

### III. Desarrollo proyecto

---

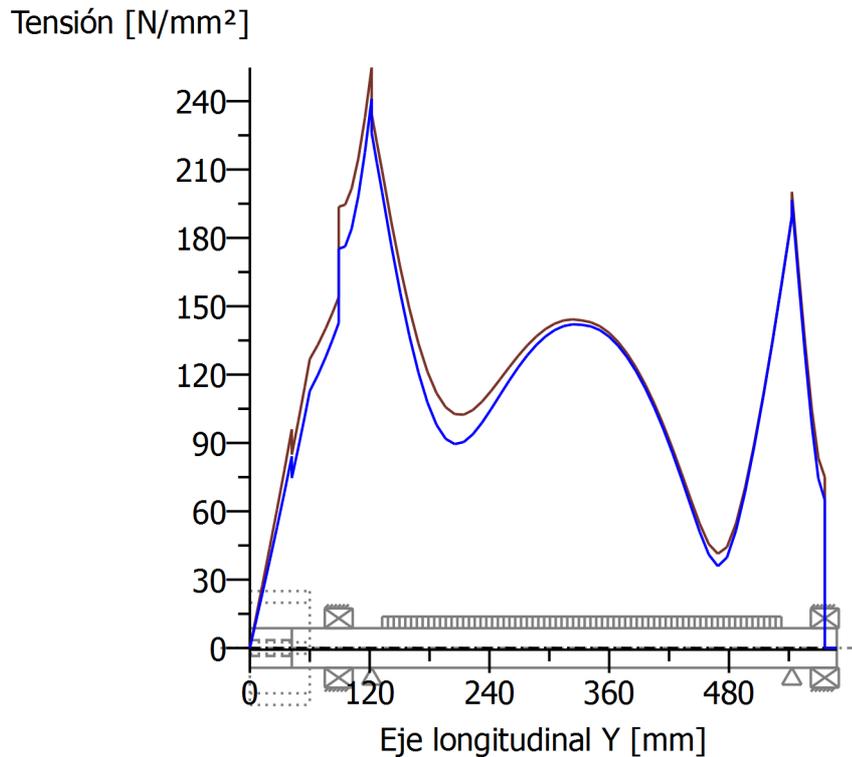


Figura 35 – Diagrama de las tensiones en cada punto del árbol.

De la misma manera deberían ser los mismos resultados para un árbol que para el otro, porque aunque gire en sentido contrario, al ser simétricos uno del otro, el sistema de cargas aplicadas en sí también lo son. Aún así para comprobarlo revertí la dirección de cargas y el sentido de giro del árbol, y como esperaba el resultado fue exactamente el mismo.

#### III.3.3. CÁLCULOS DE VERIFICACIÓN DEL ÁRBOL.

En este apartado procederé a verificar que efectivamente el diámetro del árbol es válido para las necesidades exigidas. Para ello me aprovecharé de datos obtenidos del cálculo en KISSsoft, tales como el momento flector y momento torsor máximos (véase Figura 36).

### III. Desarrollo proyecto

---

	Valor medio	Amplitud	Máximo	
Momento flector	M <sub>b</sub> 0.0000	1498.6598	1219.9103	Nm <input type="checkbox"/>
Momento torsor	T 358.4567	358.4567	583.5681	Nm <input type="checkbox"/>
Fuerza de tracción/presión	F 0.0000	0.0000	0.0000	N <input type="checkbox"/>
Fuerza transversal	F <sub>q</sub> 0.0000	41711.2469	33952.9889	N <input type="checkbox"/>

Figura 36 – Datos de momentos y fuerzas obtenido del análisis en KISSsoft.

El material del que el árbol estará hecho es de acero F-127, con una tensión de rotura a tracción  $S_{ut}=1200\text{MPa}$  y una tensión de fluencia  $S_y=550\text{MPa}$ . Usaré el factor de seguridad de la zona más crítica que se  $N_y=1.71$  y como el árbol irá muy bien acabado he decidido que tenga un factor de rugosidad N5.

#### III.3.3.1. Análisis estático.

Con estos datos propuestos voy a calcular el diámetro mínimo que sería necesario y así verificar si el diámetro del diseño realizado cumple para su cometido.

Primero realizaré calcularé las tensiones de flexión dejándolas en función del diámetro:

$$\sigma_{f_{\max}} = \frac{32 \cdot M}{d^3 \cdot \pi} = \frac{32 \cdot 1219910}{d^3 \cdot \pi} = \frac{12425901.22}{d^3} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{f_{\min}} = \frac{32 \cdot M}{d^3 \cdot \pi} = \frac{32 \cdot (-1219910)}{d^3 \cdot \pi} = -\frac{12425901.22}{d^3} \text{ MPa}$$

### III. Desarrollo proyecto

---

Seguidamente calculo las tensiones de torsión dejándolas en función del diámetro, y como el momento torsor es constante será igual tanto el máximo como el mínimo:

$$\tau t_{m\acute{a}x} = \tau t_{m\acute{i}n} = \frac{16 \cdot T}{d^3 \cdot \pi} = \frac{16 \cdot 583568}{d^3 \cdot \pi} = \frac{2972087.42}{d^3} \text{ MPa}$$

Ahora con las tensiones de flexión y torsión calculo la tensión equivalente máxima en función del diámetro, según Von Misses:

$$\begin{aligned} \sigma eq_{m\acute{a}x} &= \sqrt{\tau t_{m\acute{a}x}^2 + \sigma f_{m\acute{a}x}^2} = \sqrt{\left(\frac{12425901.22}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{2972087.42}{d^3}\right)^2} \\ &= 12776397.17 \sqrt{\frac{1}{d^6}} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Ahora con el factor de seguridad, la tensión de fluencia y la tensión equivalente que acabo de calcular despejo el diámetro mínimo que necesitaría:

$$N_y = \frac{S_y}{\sigma eq_{m\acute{a}x}} \rightarrow 1.71 = \frac{550}{12776397.17 \sqrt{\frac{1}{d^6}}} \rightarrow d = 34.12 \text{ mm}$$

### III. Desarrollo proyecto

---

Según los resultados obtenidos el diámetro del árbol debería tener como mínimo 34.12mm, así que el que he elegido de 40mm cumplirá correctamente.

#### III.3.3.2. Cálculo de la duración. Fatiga.

Ahora que ya sé que mi elección de un diámetro de 40mm es factible, voy a proceder al cálculo de la de la duración por fatiga según Goodman, para ello empiezo por los componentes de tensión:

Las tensiones equivalentes media y alternante para el valor del diámetro de 40mm serán las siguientes:

$$\sigma_{eq_m} = 80.44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eq_a} = \sqrt{0^2 + 194.155^2} = 194.16 \text{ MPa}$$

Los concentradores de tensiones  $K_f$  por tener chaveteros los árboles serán los siguientes (véase Figura 37):



Tipo Chavetero	Kf Flexión	Kf Torsión
Perfil	1.6	1.3
Patin	1.3	1.3

Figura 37 – Concentradores de tensión según el tipo de chavetero y tensión.

### III. Desarrollo proyecto

---

Como es más desfavorable el factor de concentración de tensiones  $K_f$  a flexión, analizaremos el límite de resistencia a la fatiga por flexión:

$$Se' = 0.504 \cdot Sut = 604.8 \text{ MPa}$$

A continuación calcularé los diferentes factores: acabado, tamaño, carga y confiabilidad.

$$C_{acabado} = 1.58 \cdot Sut^{-0.085} = 1.58 \cdot 1200^{-0.085} = 0.864822$$

$$C_{tamaño} = 1.189 \cdot d^{-0.097} = 1.189 \cdot 40^{-0.097} = 0.831346$$

$$C_{carga} = 1$$

$$C_{confiabilidad} = 0.814$$

Por lo que el límite de resistencia a la fatiga corregido quedará de la siguiente forma:

$$Se = Se' \cdot C_{acabado} \cdot C_{tamaño} \cdot C_{carga} \cdot C_{confiabilidad}$$

$$Se = 604.8 \cdot 0.864822 \cdot 0.831346 \cdot 1 \cdot 0.814 = 353.95 \text{ MPa}$$

### III. Desarrollo proyecto

---

Y de la siguiente manera el límite de resistencia a la fatiga corregido y aplicándole el concentrador de tensiones a flexión:

$$SeKf = \frac{Se}{K_{flexión}} = \frac{353.95}{1.6} = 221.22 \text{ MPa}$$

Finalmente, con todos los datos obtenidos, calcularé el coeficiente de seguridad de Goodman a flexión:

$$\frac{\sigma_{eqm}}{S_{ut}} + \frac{\sigma_{eqa}}{SeKf} = \frac{1}{nf} \rightarrow \frac{80.44}{1200} + \frac{194.16}{221.22} = \frac{1}{nf}$$

$$nf = 1.058524$$

Como el resultado del coeficiente de seguridad Goodman es superior a la unidad esto significa que los arboles tendrán una vida ilimitada.

#### III.3.4. CÁLCULOS VERIFICACIÓN DE LOS ENGRANAJES.

Para realizar los cálculos de verificación de los engranajes me ayudaré del software de cálculo Wolfram Mathematica (véase Anexo 4).

Para ello me basaré en el prediseño, ya bastante avanzado, en el que establecí que la distancia entre los árboles es de 115mm. La velocidad de giro será los 90rpm que calculamos en el primer apartado y que será el caso más

### III. Desarrollo proyecto

---

desfavorable, pues a menor velocidad, con la misma potencia, mayor es el par, trabajando al menos 8h/día hasta un máximo de 12 h/día con choques moderados.

Todos los engranajes serán de igual diámetro primitivo 115 mm (distancia de separación de los árboles) con un ancho de 50 mm, por lo que piñón y corona tendrán las mismas características, serán de dientes rectos con un módulo de 2.5mm y un ángulo de presión de 20°. El material a utilizar será un acero templado con un  $S_{ut}=1034\text{MPa}$  y una dureza de 313HB. La calidad del dentado será ISO 7 sin corrección en los flancos.

Lo que buscaré es la potencia y par máximos transmisibles para una durabilidad de al menos 8320h (4 años de uso a jornada de 40h semanales por 52 semanas al año).

Con todos estos datos el software Wolfram Mathematica nos arroja unos resultados tales como:

- Fuerza tangencial máxima para evitar el fallo en el pie del diente:

$F_{tf1}$	$F_{tf2}$
N	N
14830.9	14830.9

- Fuerza tangencial máxima para evitar el fallo en el flanco del diente:

$F_{th1}$	$F_{th2}$
N	N
10413.	10413.

- Fuerza, par y potencia máximos transmisibles:

$F_{tmax}$	$T_{2max}$	$P_{max}$
N	Nm	kW
10413.	598.748	5.64307

La potencia que he elegido del motor eléctrico es de 5.5 Kw con un par de 583.57 N·m, por lo que cumplen para la duración propuesta.

### III. Desarrollo proyecto

## III.4. SELECCIÓN DE MATERIALES.

En este apartado ha primado mucho la ayuda y experiencia obtenida en los últimos meses en los que he realizado prácticas en una empresa dedicada al estudio técnico y la fabricación de maquinaria.

La trituradora en gran parte estará construida en acero, que dependiendo de qué partes estén sometidas en mayor o menor medida a esfuerzos, desgaste, etc., serán de aceros de características diferentes.

### III.4.1. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LAS CUCHILLAS.

Para las cuchillas me centraré en buscar un acero de la gama F-500, que son aquellos tipos de aceros específicos para herramientas (véase Figura 38).

Serie F-500 Aceros para herramientas	
Grupo F-510 Aceros al carbono para herramientas	
F-511 Acero al carbono para herramientas	Herramientas agrícolas
F-512 Acero al carbono para herramientas	Cinceles, tijeras, hachas, martillos
F-513 Acero al carbono para herramientas	Cuchillos, herramientas madera, navajas
F-514 Acero al carbono para herramientas	Matrices, punzones, herramientas de choque
F-515 Acero al carbono para herramientas	Machos de roscar, brocas finas, troqueles, sierras
F-516 Acero al carbono para herramientas	Brocas, fresas y terrajas
F-517 Acero al carbono para herramientas	Limas, herramientas torno, piezas
Grupo F-520 - F-530 - F-540 Aceros aleados para herramientas	
F-521 Acero indeformable 12 % de Cr	Matrices, cuchillos de cizalla, peines de roscar calibres
F-522 Acero indeformable al Cr-Mn	Machos para terrajas, fresas, escariadores
F-523 Acero indeformable bajo al Cr	Matrices para monedas, brocas, escariadores
F-524 Acero para buriles	Herramientas de choque
F-525 Acero para buterolas	Herramientas de martillado y estampación
F-526 Acero para trabajos en caliente alto al W	Buterolas, punzones, escoplos
F-527 Acero para trabajos en caliente bajo al W	Estampación en caliente
F-528 Acero para matrices en caliente al Cr-Ni-Mo	Estampación en caliente
F-529 Acero al Cr para estampas en caliente	Estampación en caliente, cortafíos, etc.
F-531 Acero de gran dureza para herramientas	Herramientas de corte para torno, matrices, hileras
F-532 Acero al W para brocas	Brocas, fresas, escariadores, terrajas
F-533 Acero al Cr para limas	Limas
F-534 Acero semirrápido para herramientas	Herramientas de corte para torno
F-535 Acero inoxidable	Cuchillería, herramientas
Grupo F-550 Aceros rápidos	
F-551 Acero rápido 14%W	Herramientas de torno, aceros hasta 100 kg/mm <sup>2</sup>
F-552 Acero rápido 18 % W	Herramientas de torno, trabajos pesados
F-553 Acero extrarrápido 5 % Co	Herramientas de torno
F-554 Acero extrarrápido 10 % Co	Herramientas no finas

Figura 38 – Tipos de aceros y sus usos característicos que engloba la serie F-500

### III. Desarrollo proyecto

Dentro de la serie F-500 de aceros para herramientas, pienso que el más indicado para las cuchillas es el F-521.

El acero para herramientas F-521 (según denominación: AISI d2, X153CrMoV12, T30402) es apto para las siguientes aplicaciones: **Herramientas de corte** y para corte de precisión, matrices, punzones, mordazas para laminar roscas, rodillos para laminar roscas, brochas, fresas, calotas de troquelado, herramientas de prensado, herramientas para trabajar madera, **cuchillas de cizallas**, herramientas para embutición profunda, cilindros para laminar en frío, herramientas de medición, mandriles para laminar en frío en tren de paso de peregrino, moldes para plástico.

El acero F-521 es un acero ledeburítico para trabajar en frío, acepta temple secundario, con diversas aplicaciones. De poca distorsión, muy resistente al desgaste y buena tenacidad. De alta resistencia al revenido, incluso templado a altas temperaturas, por lo tanto, también se puede nitrurar adicionalmente como acero para trabajo en frío sin disminuir su temple. Presenta una dureza de trabajo: 58-62 HRC.

Este acero presenta las siguientes características para los diferentes tratamientos térmicos que se le pueden realizar (véase Tabla 2):

**Tabla 2 – Aquí se presentan las características de los distintos tratamientos térmicos que se le pueden realizar al acero F-521.**

Tratamiento térmico								
Recocido blando	Temperatura		Enfriamiento		Dureza después del recocido			
	830 - 860°C		Horno		máx. 255 HB			
Recocido para liberar tensiones	Temperatura		Enfriamiento					
	650 - 700°C		Horno					
Temple	Temperatura		Enfriamiento brusco		Dureza después del enfriamiento brusco			
	1000 - 1050°C		Aire, aceite, baño caliente (500 - 550°C)		63 HRC			
Revenido	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	525°C	550°C	600°C
	63 HRC	61 HRC	58 HRC	58 HRC	58 HRC	60 HRC	56 HRC	50 HRC

Como éste tipo de acero admite ser templado, lo templaremos para aumentar su dureza hasta 62 HRC, buscando de esta maneta aumentar también la resistencia al desgaste.

### III. Desarrollo proyecto

El ciclo térmico (temperatura en °C frente al tiempo en s) de los diferentes tratamientos (recocido, temple y revenido) que se le pueden realizar al acero F-521 es el siguiente (véase Figura 39):

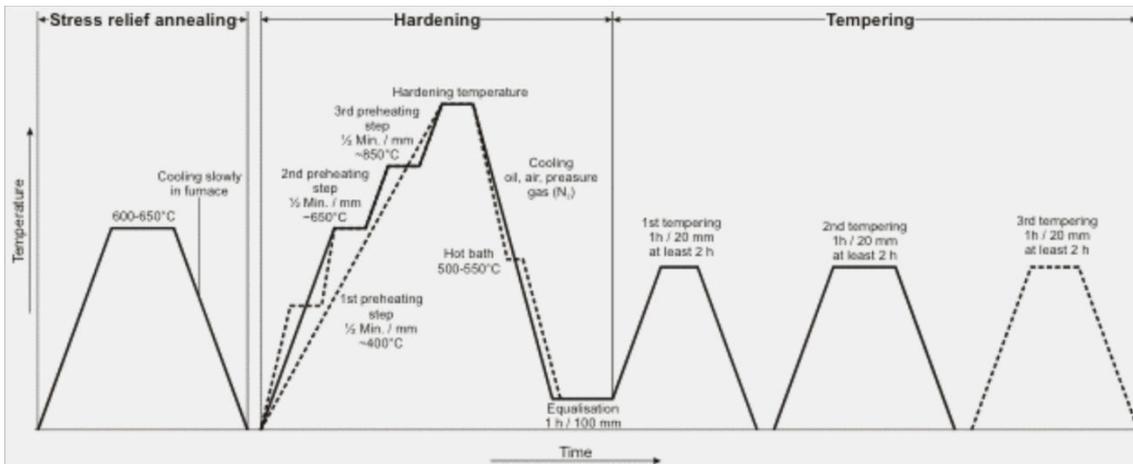


Figura 39 – Grafico del ciclo térmico del acero f-521 para sus distintos tratamientos térmicos.

Las curvas TTT que presenta este material a una temperaturas de austenización de 1030°C (véase Figura 40) y 1080°C (véase Figura 41) son las siguientes:

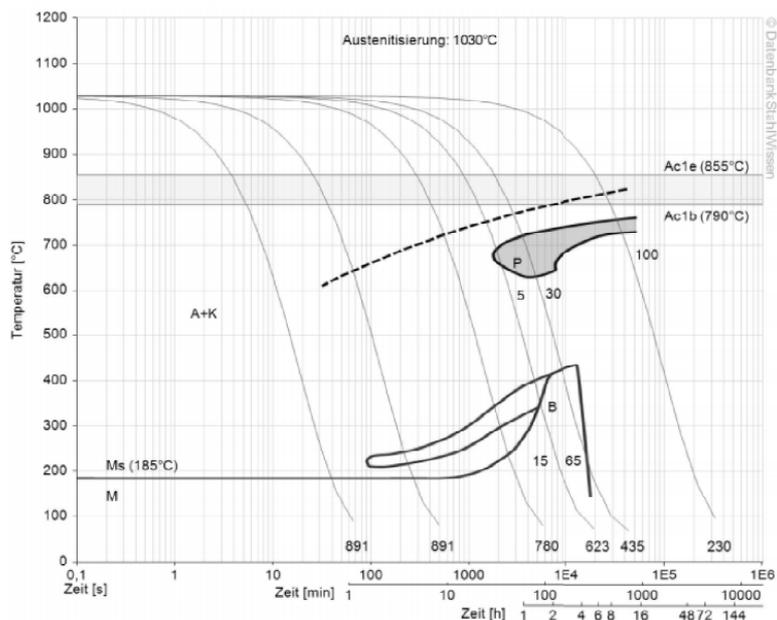


Figura 40 – Curvas TTT para el acero F-521 a una temperatura de austenización de 1030°C.

### III. Desarrollo proyecto

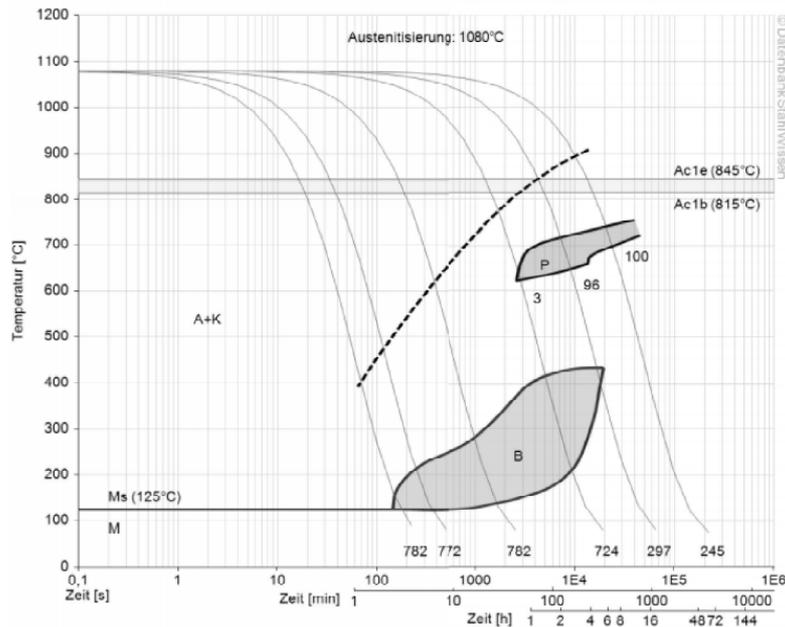


Figura 41 – Curvas TTT para el acero F-521 a una temperatura de austenización de 1080°C.

Una vez mecanizada la forma de las cuchillas y se tengan que enviar a realizar el tratamiento de temple y revenido, se hablará con la empresa destinada a ello de la posibilidad de que se puedan cementar, con el objetivo de aumentar aún más la dureza de la superficie sin modificar las propiedades en su núcleo.

Por lo que en conclusión la cuchillas se fabricarán en acero F-521 con tratamientos térmicos de cementado (en el caso de poder ser), temple y revenido a baja temperatura para mantener una alta dureza de mínimo 60HRC.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.4.2. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LOS ÁRBOLES.

De la misma manera que para las cuchillas, busco un acero que se adecue a las necesidades para los arboles, y me fijo en la serie F-120 (véase Figura 42).

NORMAS NACIONALES				CAMPO DE APLICACIÓN
UNE	AFNOR	DIN	AISI/SAE	
F 1202 / F 1211	42 C 4	41Cr4	5140 / 5140 H	Acero aleado al Cr apto para el sector de la construcción y el sector marítimo, apto para el temple superficial.
F 222	25 CD 4	25CrMo4	4130	Acero aleado al CrMo con una elevada tenacidad y una buena soldabilidad para máquinas y el sector de la automoción.
F 1250	34 CD 4	34CrMo4	4135 / 4137	Acero aleado al CrMo con una elevada tenacidad para máquinas y el sector de la automoción.
F 1252 / F 125	42 CD 4	42CrMo4	4140 / 4142	Acero con una buena tenacidad en piezas de secciones medias, apto para el temple superficial.
F 1252 / F 125	-	42CrMoS4	-	Acero con una buena tenacidad en piezas de secciones medias, apto para el temple superficial. Buen mecanizado.
F 128	35 NCD 6	34CrNiMo6	4337 / 4340	Acero aleado, para piezas sometidas a cargas elevadas, donde se requiere una tenacidad alta. Sectores: éolico, maquinaria y máquina y herramienta.
F 1272	30 NCD 8	30CrNiMo8	-	Acero aleado, para piezas sometidas a cargas muy elevadas, donde se requiere una tenacidad alta. Sectores: energético, maquinaria y máquina y herramienta.
F 1260 / F 126	35 NCD 16	36NiCrMo16	-	Acero aleado para piezas muy solicitadas de cualquier dimensión y de máxima responsabilidad, para máquinas y motores. Apto para bajas temperaturas y esfuerzos combinados de flexión y torsión.

Figura 42 – Tipos de aceros y sus usos característicos que engloba la serie F-120.

Aclarar que tras mucha búsqueda de información las diferentes páginas web de suministros de aceros cruzan las características del acero F-127 con el F-128 por lo que me es muy difícil referenciar cual exactamente es cual, así que lo elegiré según norma AISI/SAE, y el que más correcto me parece para el uso de mis árboles es el AISI 4340.

El acero AISI 4340 es utilizado generalmente en la fabricación de piezas que requieren una buena combinación entre dureza y tenacidad. Con él se suelen fabricar elementos como levas de mando, engranajes para máquinas, ejes para carros y camiones, discos de freno, cardanes, bielas para motores, árboles para automóviles, ejes de transmisión. Debido a su composición química (Cr, Ni, Mo) (véase Figura 43) tiene un gran rendimiento en piezas sometidas a ciclos de trabajo.

Acero de buena templabilidad, tenacidad y resistencia a la fatiga. Posee una maquinabilidad relativamente moderada. Se suministra en estado bonificado, con una dureza de entre 260HB a 320HB. Ideal para fabricar piezas y herramientas expuestas a tracción, torsión, flexión y que además estén expuestas a altos esfuerzos dinámicos y mecánicos.

### III. Desarrollo proyecto

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
0,38 - 0,43	0,15 - 0,3	0,6 - 0,8	0,7 - 0,9	1,65 - 2	0,2 - 0,3	≤ 0,04	≤ 0,035

Figura 43 – Composición química del acero AISI 4340.

La curva TTT que presenta el acero AISI 4340 es la siguiente (véase Figura 44):

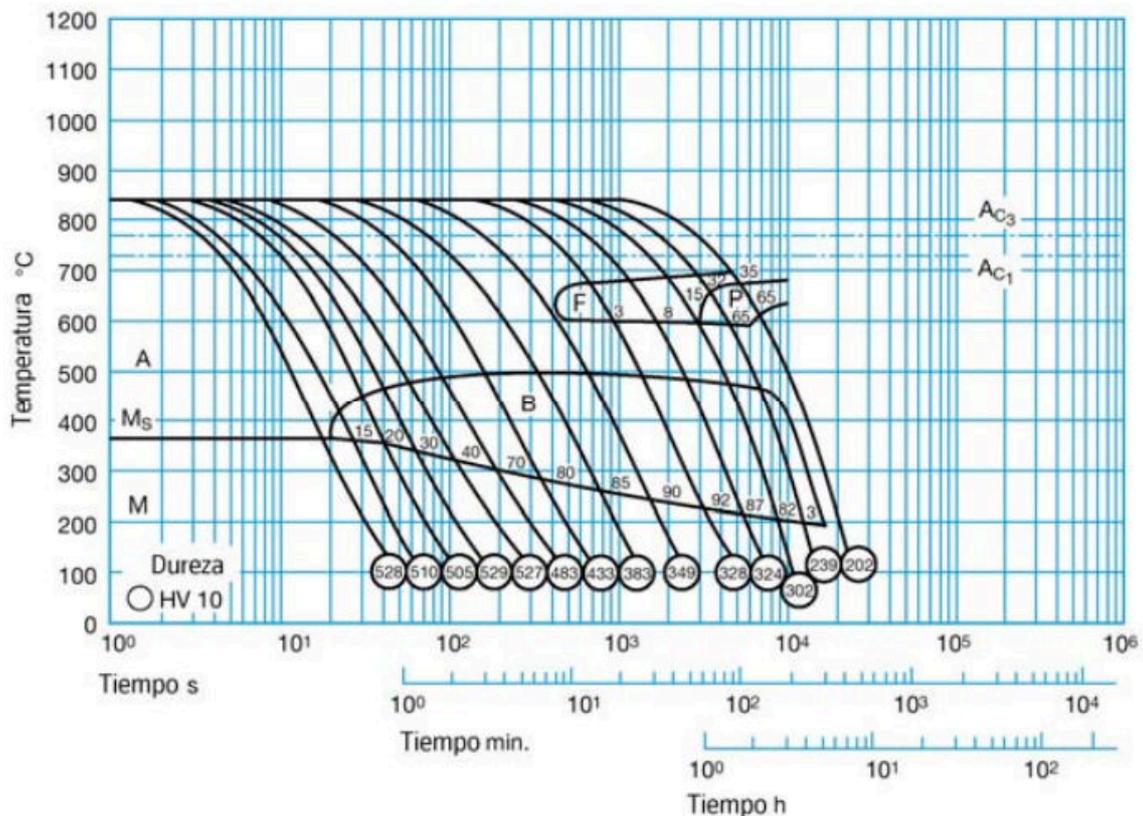


Figura 44 – Curva TTT para el acero AISI 4340.

Como conclusión los árboles se fabricarán en acero AISI 4340 con los tratamientos térmicos de temple superficial, 2mm de profundidad, y revenido a baja temperatura, alcanzando 50-52HRC de dureza.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.4.3. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LOS ENGRANAJES Y RASCADORES.

Actuando de la misma forma prosigo con la selección del acero para fabricar los engranajes y rascadores, y en esta ocasión centro mi atención en los aceros de la serie F-110 (véase Figura 45).

F112 / F 1120	XC 25	Ck 25	1025	Acero al carbono con una buena soldabilidad para piezas de bajo límite elástico (250 - 400 N/mm <sup>2</sup> ) para el sector marítimo y la construcción de máquinas. Buena capacidad de embutición y plegado.
F113 / F 1130	XC 32/XC38	Ck 35	1035 / 1038	Acero al carbono para piezas que requieren un límite elástico de 400 a 500 N/mm <sup>2</sup> para el sector marítimo y la construcción de máquinas. Admite la soldadura.
F 114 / F 1140	XC 45/XC 48	Ck 45	1045	Acero al carbono de uso general, para piezas con una resistencia media (650 - 800 N/mm <sup>2</sup> ) en estado bonificado, apto para el temple superficial.
F115 / F 1150	XC 55H1	Ck 55	1055	Para piezas de deben poseer una resistencia de 700 a 900 N/mm <sup>2</sup> , para el sector marítimo, la construcción de maquinaria agrícola, permite el temple en aceite en perfiles menores de 15 mm.
-	XC 60	Ck 60	1060 / 1064	Acero al carbono para piezas para el sector marítimo y la construcción de máquinas con una resistencia de 750 a 950 N/mm <sup>2</sup> . Apto para el temple superficial.
F111 / F 1	E 24	RSt 37-2	A 570 Gr 36	Acero de base no aleado de uso general. Admite la soldadura.
F 112	E 36	St 52-3	A 572 Gr 50	Acero de calidad no aleado de uso general, apto para el uso a bajas temperaturas (-20°C). Admite la soldadura.

Figura 45 – Tipos de aceros y sus usos característicos que engloba la serie F-110.

De todos ellos el que me parece adecuado para los engranajes y rascadores en el acero F-114 (SAE 1045). Es ampliamente utilizado en la industria automotriz. Se usa en partes de máquinas que requieran dureza y tenacidad tales como manivelas, chavetas, pernos, bulones, engranajes de baja velocidad, acoplamientos, árboles, bielas, cigüeñales, ejes de maquinaria de resistencia media, piezas de armas, cañones de fusiles, espárragos, barras de conexión, tornillería grado 5, pernos de anclaje, fabricación de herramientas agrícolas, mecánicas y de mano forjadas de todo tipo.

El acero F-114 es un acero de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Este acero puede ser usado en condiciones de suministro o con tratamiento térmico (templado y revenido).

Es de baja templabilidad (véase Figura 46) por lo que puede ser endurecido totalmente si se trata de espesores delgados por temple en agua. En secciones más gruesas se puede obtener un endurecimiento parcial de la sección de la pieza y el incremento de la resistencia será proporcional a la capa

### III. Desarrollo proyecto

o espesor endurecido, al ser deformado en frío se presenta un incremento en la dureza y la resistencia mecánica.

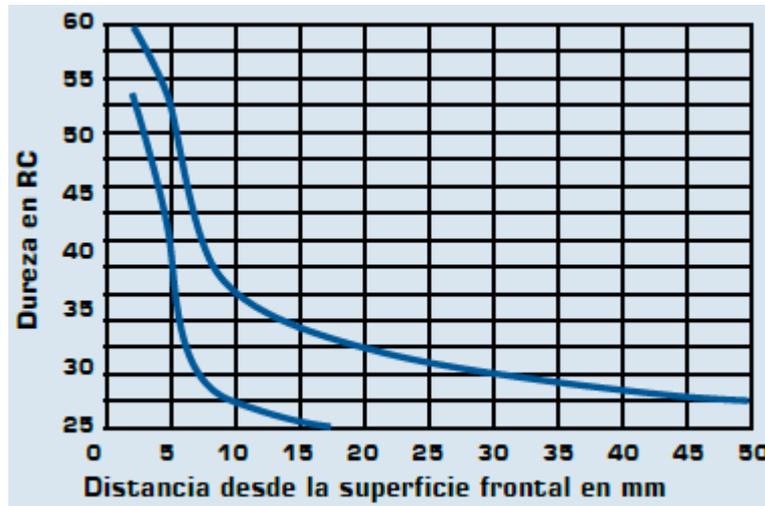


Figura 46 – Banda de templabilidad del acero F-114.

La composición química del acero F-114 es la siguiente (véase Figura 47):

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.43 0.50	0.6 0.9	0.04	0.05	0.2 0.4

Figura 47 – Composición química del acero F-114.

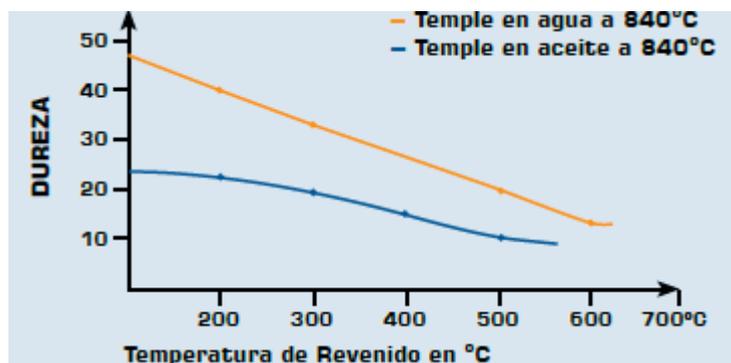


Figura 48 – Diagrama de revenido en el acero F-114

Como conclusión los engranajes y los rascadores serán fabricados en acero F-114, con un temple superficial en agua y revenidos a baja temperatura.

### III. Desarrollo proyecto

---

#### **III.4.4. SELECCIÓN DEL ACERO PARA LOS ELEMENTOS GENERALES DE LA TRITURADORA, TALES COMO LA MESA, CARCASA, TOLVA, ETC.**

Como estos elementos no requieren de grandes esfuerzos, y habiendo estudiado que el acero F-114 se puede usar también para elementos de ámbito general, este acero será también el que utilicemos para los elementos más generales de la máquina, salvo que en esta ocasión no necesitaremos de ningún tratamiento térmico.

La decisión de usar este acero también en estos elementos es por su coste económico no es elevado y cumple con los requisitos. Además tiene facilidad para ser mecanizado, en estado calibrado es del 55% y en estado recocido de hasta el 70%. Su soldabilidad está cerca de límite superior de aceros con porcentaje de carbono que pueden ser soldados satisfactoriamente por todos los métodos comunes, y ya que tenemos elementos de la mesa que van soldados al igual que la tolva de entrada de material y la rampa de salida de material, esto será muy beneficioso para su construcción.

#### **III.4.5. SELECCIÓN DEL MATERIAL PARA LA TAPA DEL TREN DE ENGRANAJES.**

Esta pieza no va a estar sometida a ningún esfuerzo, su función es simplemente la de proteger a los engranajes y al usuario de la máquina para que no se pueda lastimar.

Debido a esto, voy a proponer un material transparente como el policarbonato para, además de cumplir su principal función, le dé un toque estético pudiendo así ver los engranajes en funcionamiento.

### III. Desarrollo proyecto

---

El policarbonato por su composición presenta unas características muy ventajosas, tales como:

- **TRASMISION DE LUZ UNIFORME** y sin brillos. Las Placas de Policarbonato contribuyen al ahorro de energía reduciendo sus requerimientos de luz artificial
- **RESISTENCIA CONTRA IMPACTOS** con la gran ventaja de ser virtualmente irrompible ante impactos con superior resistencia de hasta 300 veces mayor que el vidrio y hasta 30 veces más que el acrílico
- **FLEXIBILIDAD Y LIGEREZA** para ahorrar costos en mano de ofreciendo protección adicional y prolongada vida útil resistiendo a los elementos como el calor y el frío sin rajaduras ni quebraduras
- **CAPACIDAD AISLANTE** de los policarbonatos, por sus propiedades térmicas de baja conducción para un mejor control de temperaturas
- **DURABILIDAD Y ESTABILIDAD** sin cambios drásticos en apariencia como el amarillamiento, convirtiéndose en la cubierta de policarbonato alveolar ideal que durará durante muchos años.
- **PROTECCION ANTI-INFLAMABLE** con elemento “autoextinguible” según las normas internacionales.
- **VERSATILIDAD DE DISEÑO** por la propiedad de termomoldeado.

Sin embargo presenta una principal desventaja:

- Resistencia media a sustancias químicas.

Aunque hay que tener en cuenta que la única sustancia química que tiene posibilidad de estar en contacto con él, este caso, es la grasa utilizada en el engrase de los rodamientos. Si estas grasas son derivadas puras del petróleo no habría ningún problema pues son generalmente compatibles hasta los 85°.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.5. NORMATIVA APLICABLE.

- **Directiva 2006/42/CE** relativa a las máquinas.
- **UNE EN ISO 12100:2004** - 1 y 2 Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño.
- **UNE EN ISO 13857:2008** Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.
- **UNE EN ISO 13857:2008** Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.
- **UNE EN 953:1998+A1:2009** Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
- **NTP 552:** Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos.
- **UNE EN 13861:2003** Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.
- **UNE EN 614-1:2006+A1:2009** Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
- **UNE EN 614-2:2001+A1:2008** Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.
- **UNE EN 894-2:1997+A1:2009** Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.

### III.6. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Una de las cosas más importantes en cualquier maquina son sus sistemas de seguridad. Cualquier máquina debe cumplir con ciertos criterios para que el operario nunca pueda salir lastimado y para ello esta máquina cumplirá dicha seguridad de la siguiente manera.

Hacer especial mención a que cualquier sistema de seguridad podría ser corrompido malintencionadamente, pues de esta forma sólo se está poniendo en peligro al usuario de la máquina. Así que hacer hincapié en que el elemento de seguridad más importante es la consciencia y razón lógica del operario de la máquina, que ante cualquier irregularidad en el funcionamiento para el que la máquina ha sido diseñada no debe nunca posicionarse bajo ningún concepto en zona de peligro.

#### III.6.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL DISEÑO

Primeramente la tolva está diseñada de forma y manera que el brazo de cualquier persona, que por lo que sea lo vaya a introducir en el interior de la tolva con la máquina en funcionamiento, no podrá nunca llegar a la zona de cuchillas.

Tiene una rampa de entrada lo suficientemente larga para que sólo llegue a sobresalir la mano, y ésta nunca llegara a las cuchillas cumpliendo con la distancia mínima requerida por encima de 230mm (véase Figura 49), que en este caso es de 266mm.

### III. Desarrollo proyecto

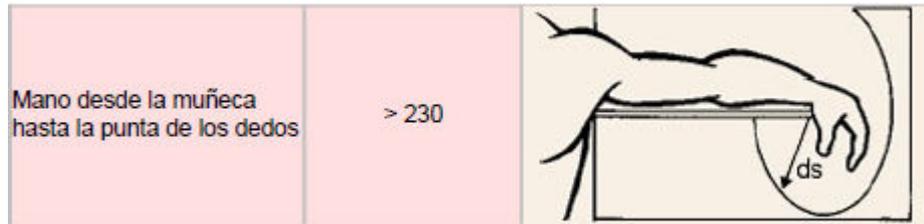


Figura 49 – Distancia de seguridad mínima en zonas que tenga libre movimiento desde la muñeca a la mano.

En la parte inferior, a la salida de las cuchillas de trituración va colocada, tapando toda la zona, una criba con aberturas circulares de 8 mm de diámetro, que según la normativa como no llega a pasar la 1ª falange del dedo, la distancia de seguridad debe ser mayor o igual a 5mm (véase Figura 50), que en este caso la zona de menor distancia es de 5.1mm.

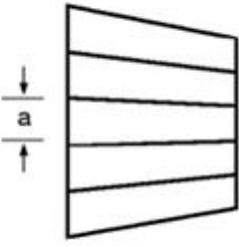
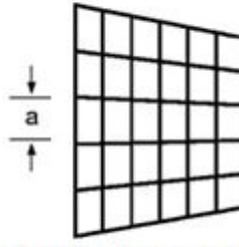
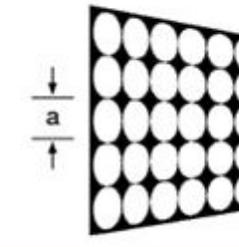
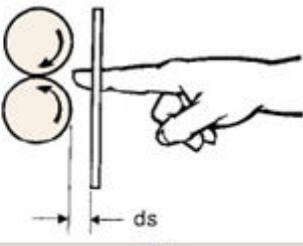
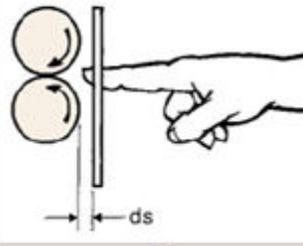
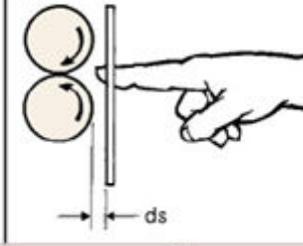
	RENDIJAS		
	Paralelas	Cuadradas	Circulares
Tamaño de la abertura (mm)			
DISTANCIA DE SEGURIDAD $d_s$ (mm)			
PUNTA DEL DEDO (1ª falange) $4 < a \leq 8$			
	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$

Figura 50 – Distancia de seguridad mínima para rendijas en función de su forma y tamaño.

Otra de las zonas con peligro es la de los engranajes, que en este caso va a ir debidamente tapada y protegida para que no pueda haber ningún accidente.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.6.2. ELEMENTOS DE SEGURIDAD INCORPORADOS.

La máquina incorpora 2 micros de seguridad (véase Figura 51), uno en la tolva y otro en la tapa de los engranajes, por lo que si al menos uno de los elementos mencionados no está colocado en su correcta posición la máquina no se pondrá en funcionamiento.



Figura 51 – MICRO SWITCH SCHMERSAL Z-T 232 SNAP ACTION

También incorpora una torre de luces (verde, ámbar y roja) (véase Figura 52) para la señalización lumínica del funcionamiento de la máquina. En verde funcionamiento correcto, en ámbar ha entrado en función de giro en sentido reverso y roja parada de emergencia tanto manual como automática. Además incorpora una sirena la cual sonará cuando entre en parada de emergencia.



Figura 52 – Schneider Electric tower ROG base with buzzer

### III. Desarrollo proyecto

---

Además de la llave de puesta en marcha, incorpora una 2ª llave la cual servirá para poner la máquina en modo mantenimiento pudiendo de esta forma controlar la máquina totalmente de forma manual.

No puede faltar tampoco el interruptor de paro de emergencia manual (véase Figura 53), para que el operario lo active en caso de emergencia y parará totalmente la máquina.



Figura 53 – Botón de parada de emergencia.

La máquina está diseñada para funcionar con un sistema controlado por un PLC (véase Figura 54). La regulación de velocidad a su vez es controlada por un variador de frecuencia, del cual dicho PLC puede leer muchos parámetros.



Figura 54 – Pantalla del PLC Schneider Electric Magelis SCU

### III. Desarrollo proyecto

---

Uno de esos parámetros es el del consumo eléctrico y el PLC está programado para que si en un momento determinado hay un pico de consumo muy elevado y este se mantiene por al menos 3 segundos, automáticamente parará la máquina, hará girar en sentido contrario los árboles durante otros 3 segundos, parará de nuevo y volverá a funcionar en el modo normal. Esto es porque en un momento dado los arboles pueden quedar bloqueados mientras intentan triturar algo, por lo que para evitar daños en los mecanismos o el motor se le programa al PLC para que actue de esta manera.

Del mismo modo si tras el pico de consumo de 3 segundos la máquina inicia el giro reverso de los árboles y continúa el pico de consumo porque siguen amarrados, automáticamente se parará y entrara en modo de emergencia activando la iluminación en rojo y haciendo sonar una sirena.

## III.7. SIMULACIÓN DEL EQUIPO A CARGAS ESTÁTICAS.

### III.7.1. SIMULACIÓN DE LOS ÁRBOLES A TORSIÓN.

#### III.7.1.1. Aplicación del estado tensional (Von Mises).

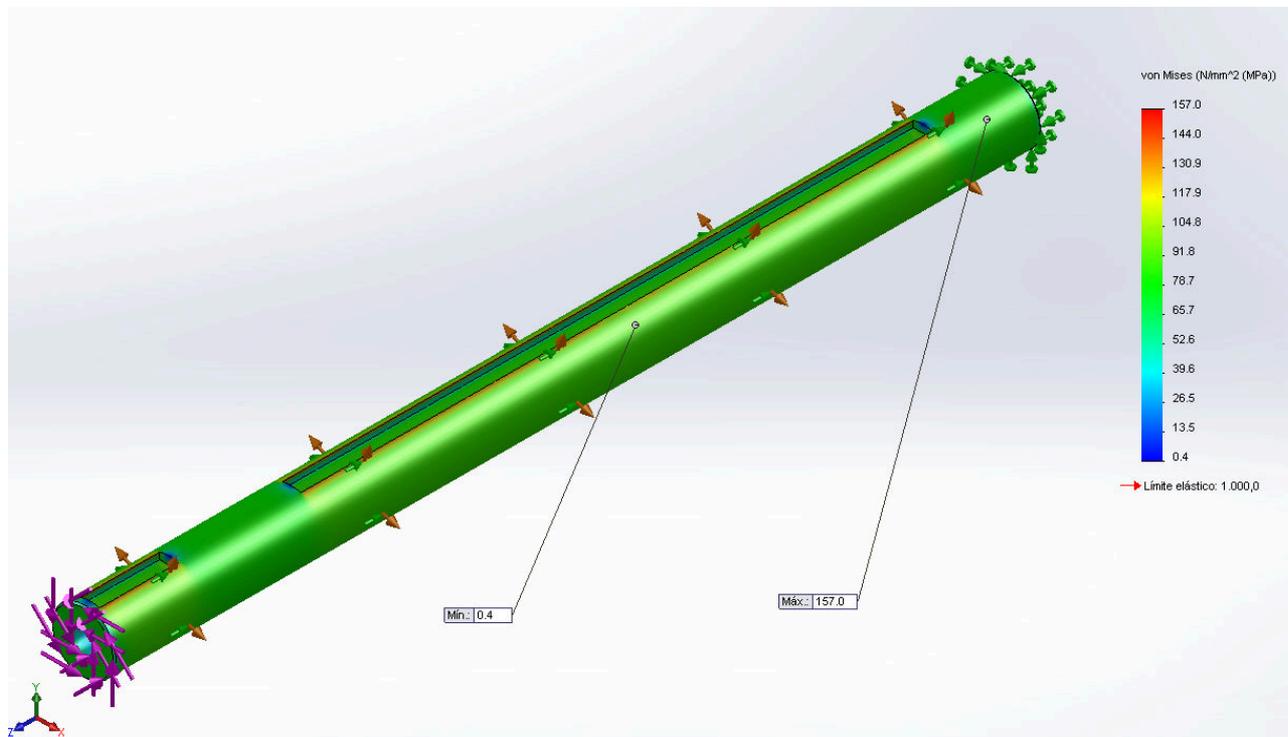


Figura 55 – Tensiones máximas y mínimas y en qué puntos del árbol se encuentran según Von Mises.

## III. Desarrollo proyecto

### III.7.1.2. Desplazamientos.

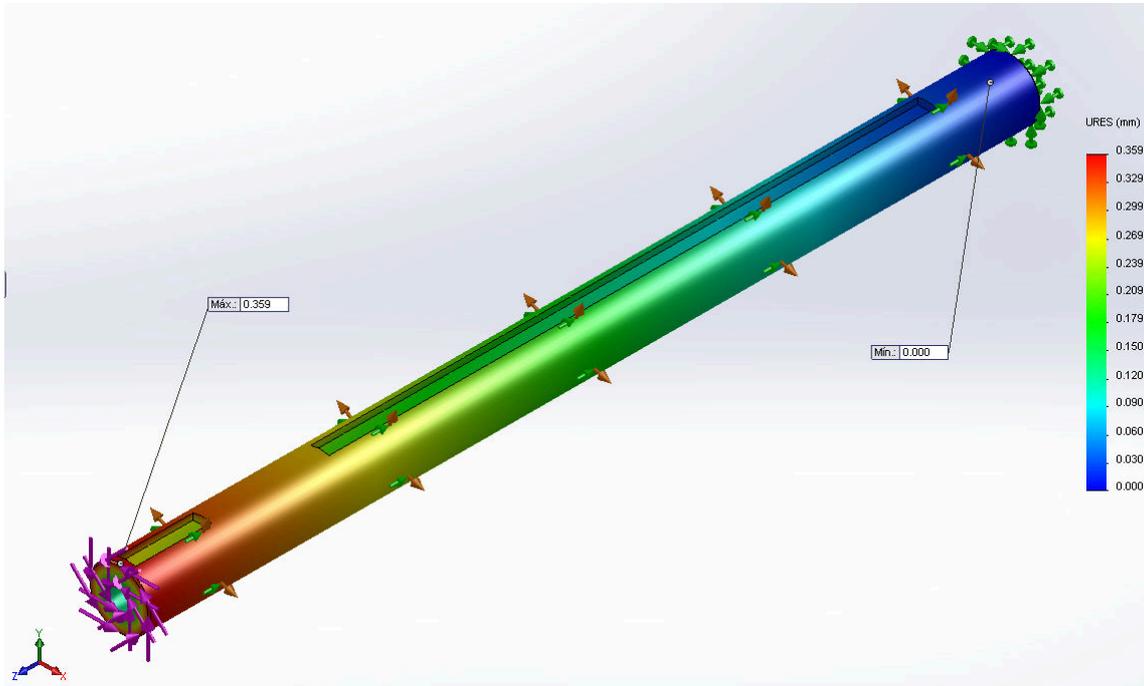


Figura 56 – Desplazamientos máximo y mínimo y en qué punto del árbol se encuentran.

### III.7.1.3. Deformaciones unitarias.

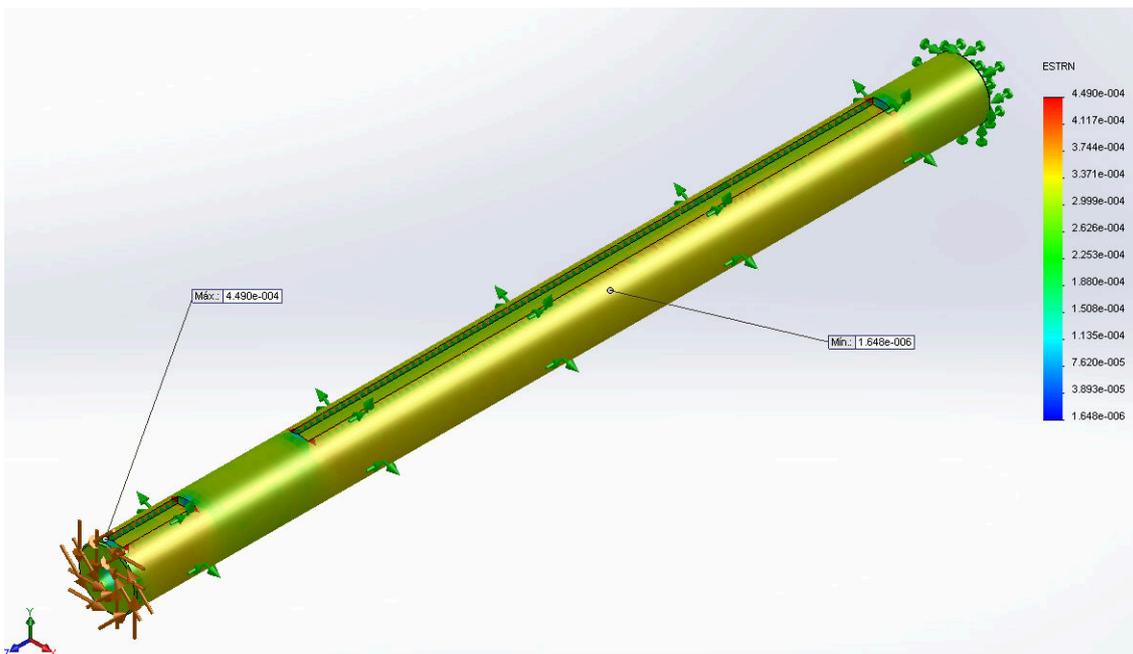


Figura 57 – Deformaciones unitarias máxima y mínima y en qué punto del árbol se encuentran.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.1.4. Trazado de Factor de Seguridad.

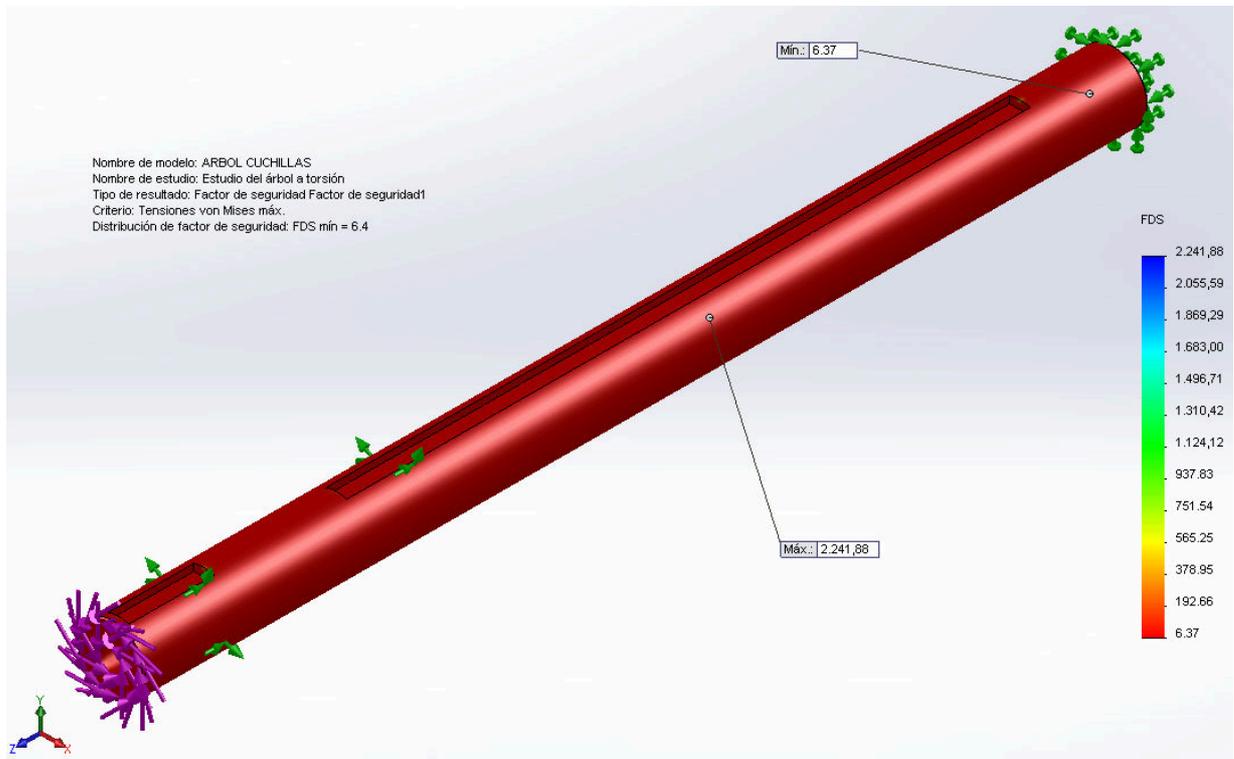


Figura 58 – Trazado del factor de seguridad máximo y mínimo y en qué puntos del árbol se encuentran, basado en el estado tensional según Von Misses.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.2. SIMULACIÓN DE LAS FUERZAS DE CORTE EN LAS CUCHILLAS PARA EL CASO MÁS DESFAVORABLE (CUCHILLAS DESAFILADAS).

##### III.7.2.1. Aplicación del estado tensional (Von Mises).

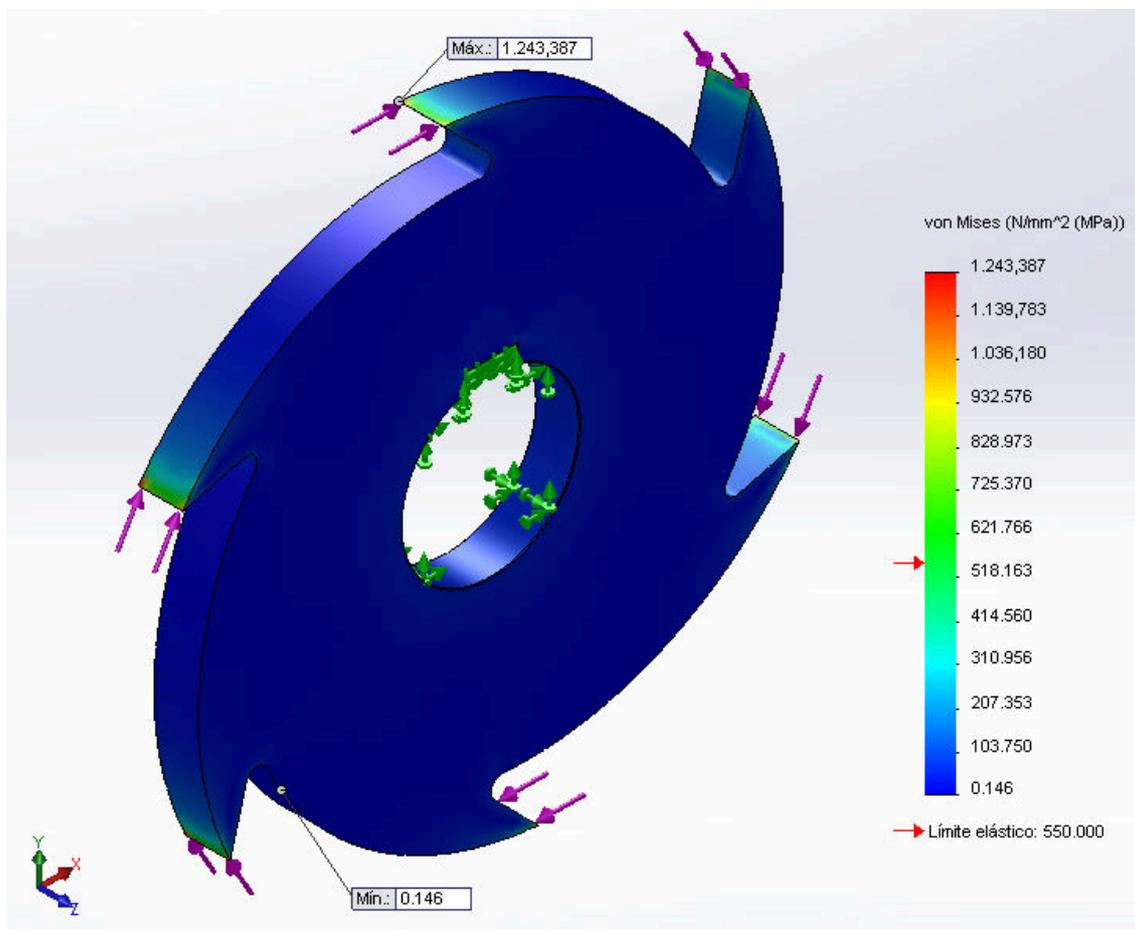


Figura 59 – Tensiones máximas y mínimas y en qué puntos de la cuchilla se encuentran según Von Mises.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.2.2. Desplazamientos.

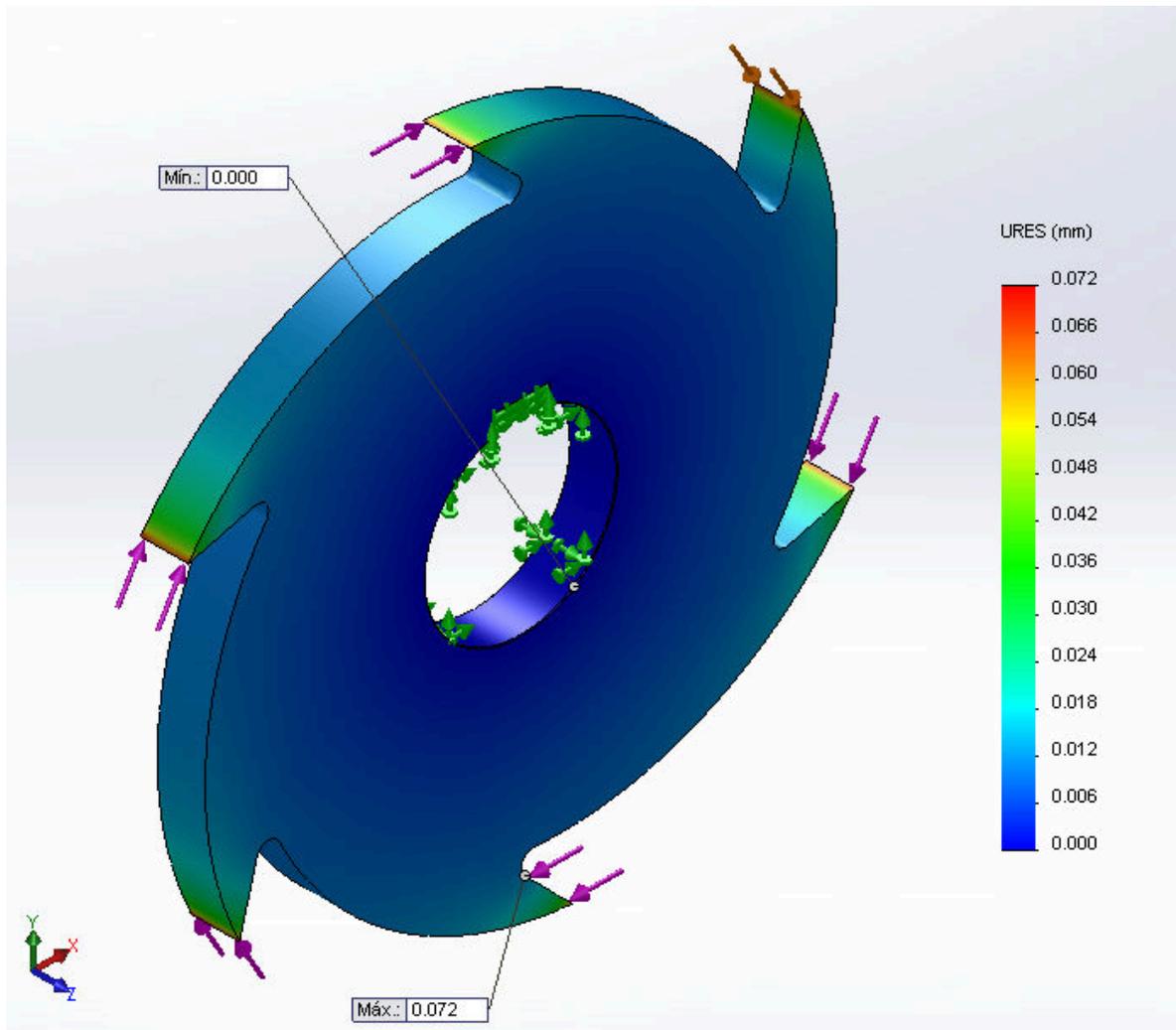


Figura 60 – Desplazamientos máximo y mínimo y en qué punto de la cuchilla se encuentran.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.2.3. Deformaciones unitarias.

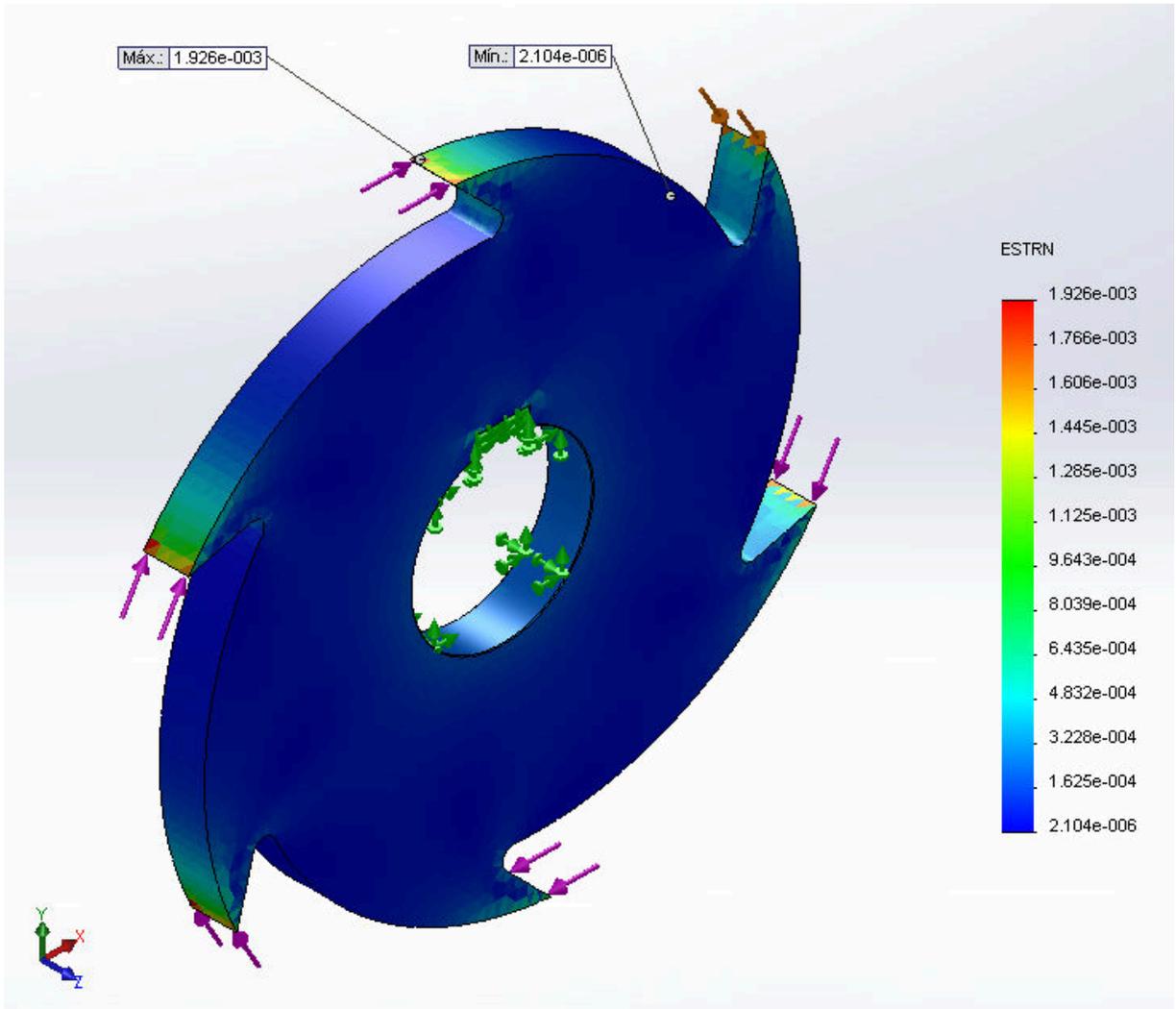


Figura 61 – Deformaciones unitarias máxima y mínima y en qué punto de la cuchilla se encuentran.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.2.4. Trazado de Factor de Seguridad.

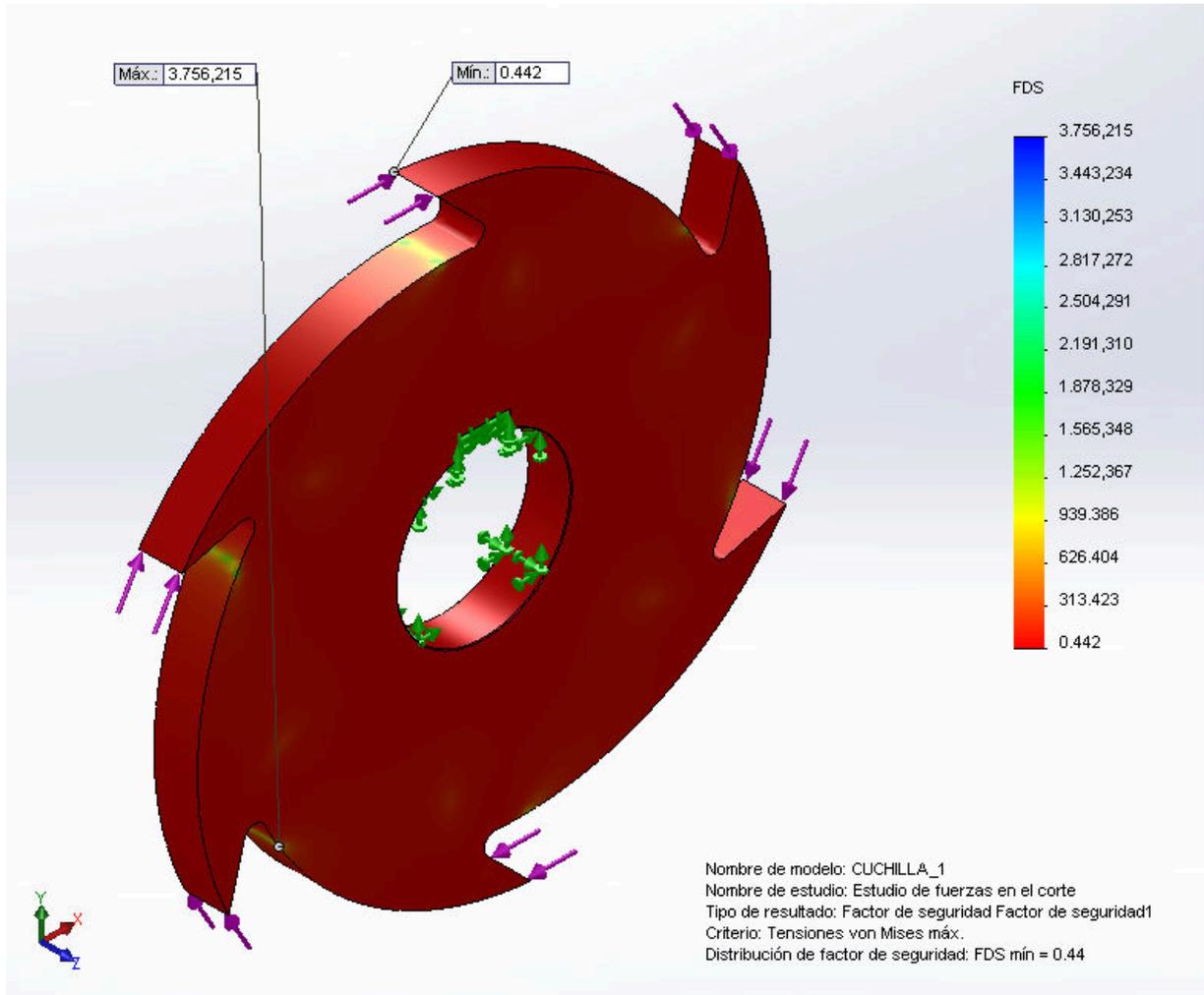


Figura 62 – Trazado del factor de seguridad máximo y mínimo y en qué puntos de la cuchilla se encuentran, basado en el estado tensional según Von Misses.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.3. SIMULACIÓN DE LAS FUERZAS TANGENCIALES EN LOS ENGRANAJES.

##### III.7.3.1. Aplicación del estado tensional (Von Mises).

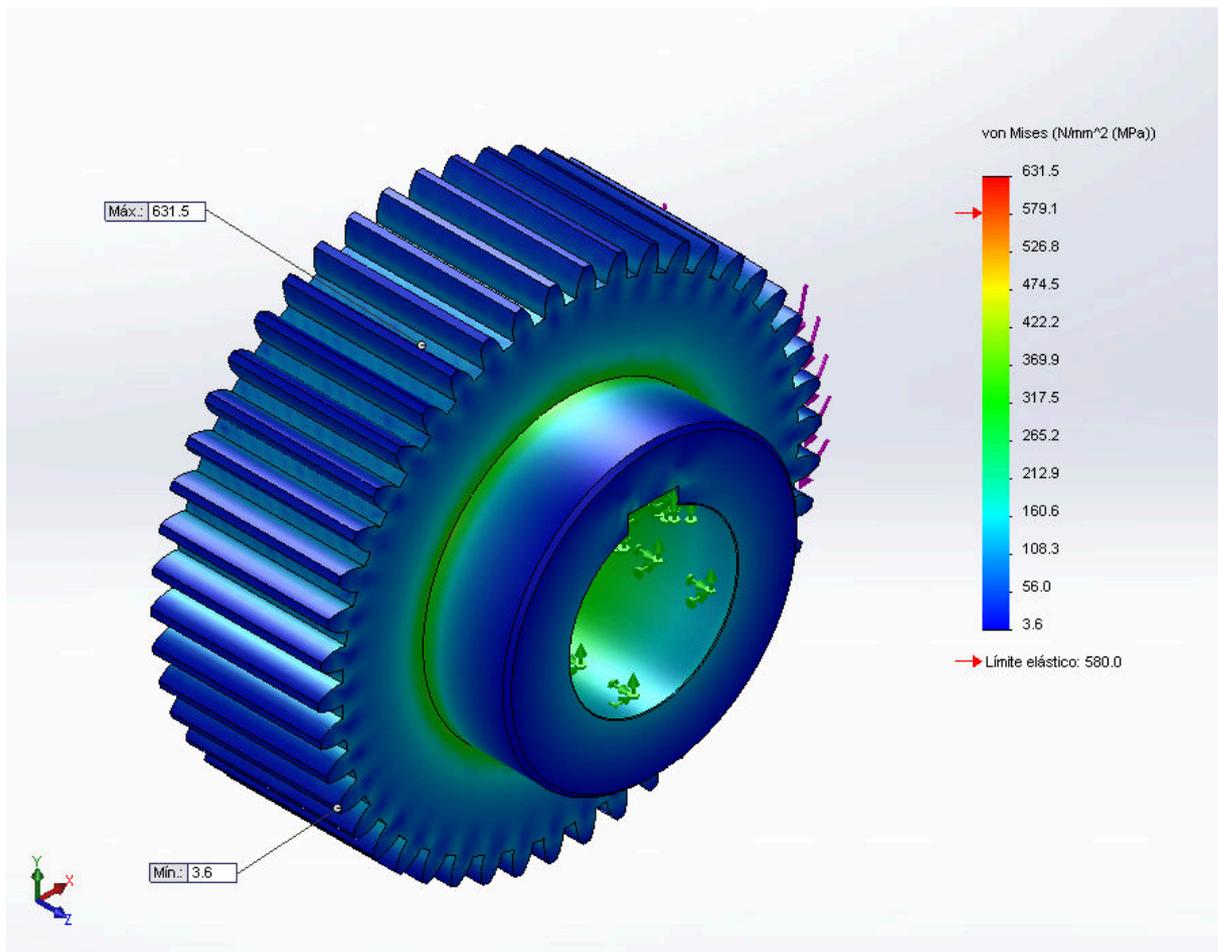


Figura 63 – Tensiones máximas y mínimas y en qué puntos del engranaje se encuentran según Von Mises.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.3.2. Desplazamientos.

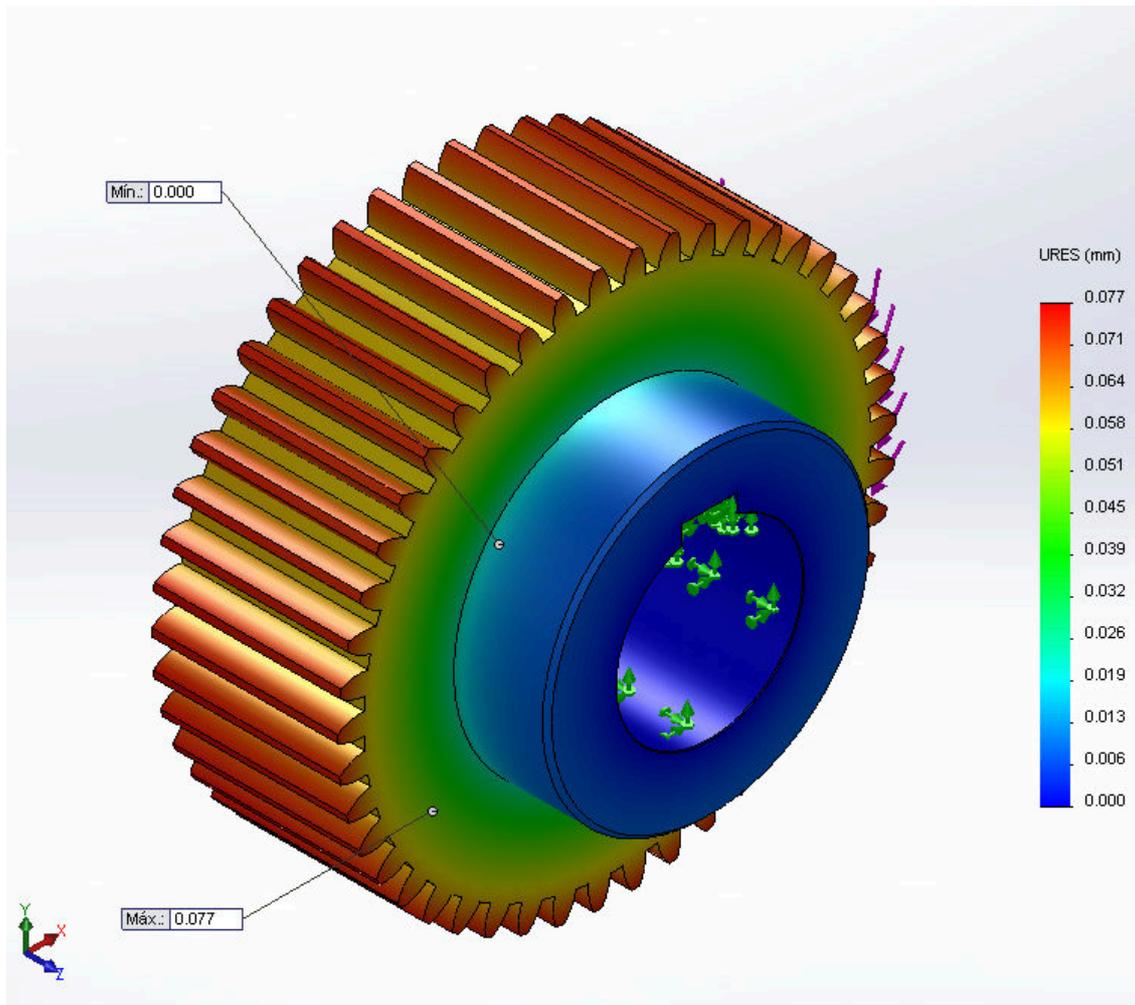


Figura 64 – Desplazamientos máximo y mínimo y en qué punto del engranaje se encuentran.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.3.3. Deformaciones unitarias.

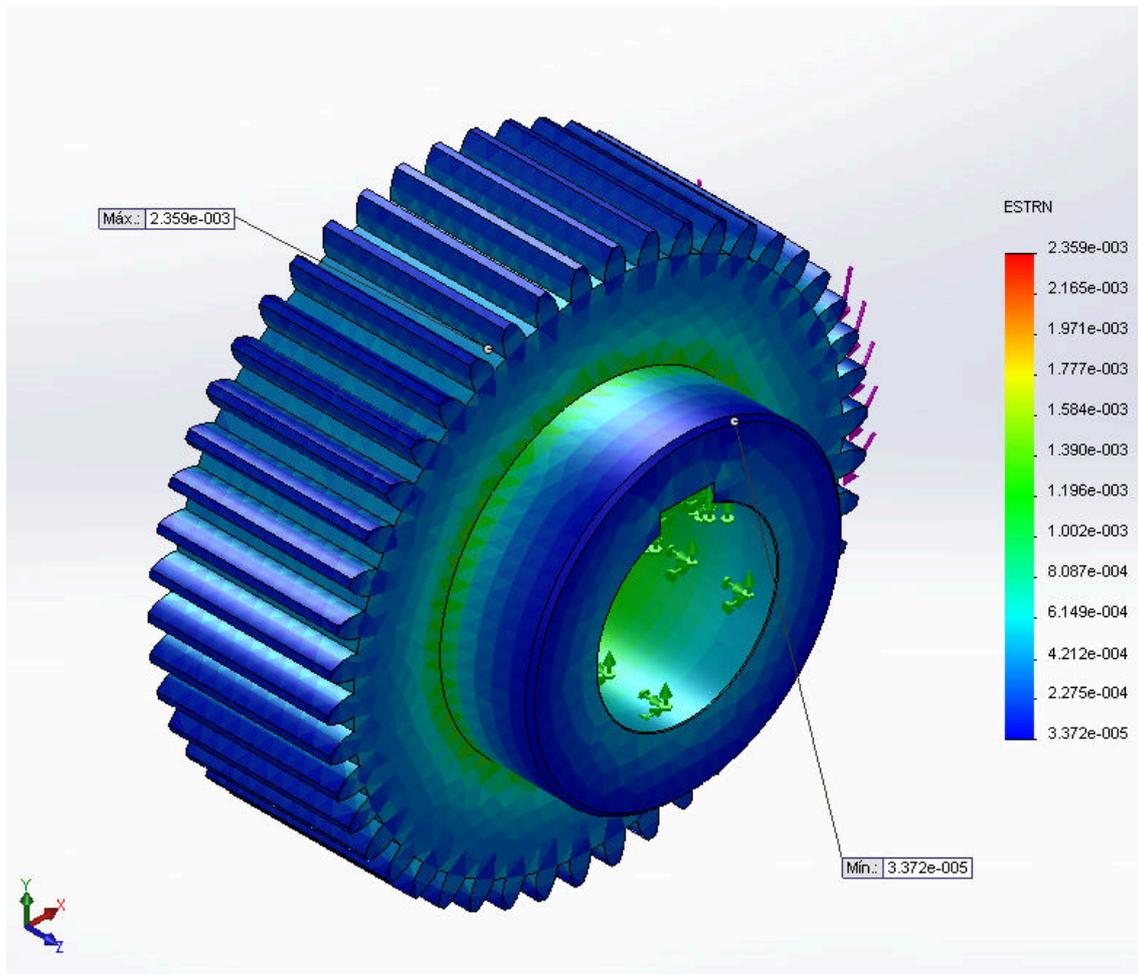


Figura 65 – Deformaciones unitarias máxima y mínima y en qué punto del engranaje se encuentran.

### III. Desarrollo proyecto

#### III.7.3.4. Trazado de Factor de Seguridad.

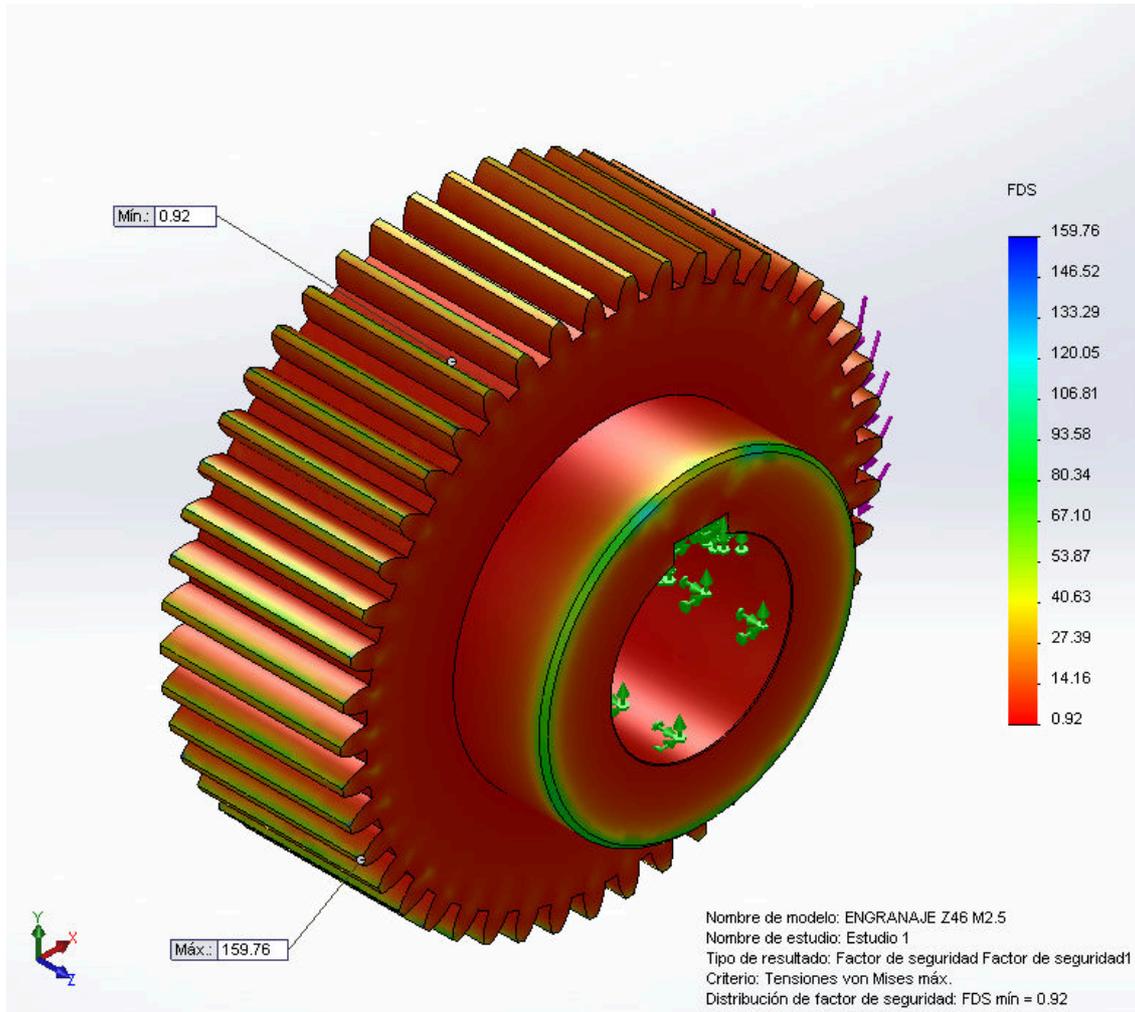


Figura 66 - Trazado del factor de seguridad máximo y mínimo y en qué puntos del engranaje se encuentran, basado en el estado tensional según Von Misses.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.8. DISEÑO FINAL.

En este apartado pasaré a enumerar los elementos que conforman el diseño final de mi triturador de polímeros.

#### III.8.1. PIEZAS O ELEMENTOS A FABRICAR EN TALLER DE MECANIZADO.

- Mesa soporte base: (véase Figura 67)

Este será el elemento base sobre el que se montarán todos los elementos que conformarán el triturador de polímeros.

Estará fabricada en acero F-114 con elementos soldados como las patas y los traveseros de refuerzo de éstas.

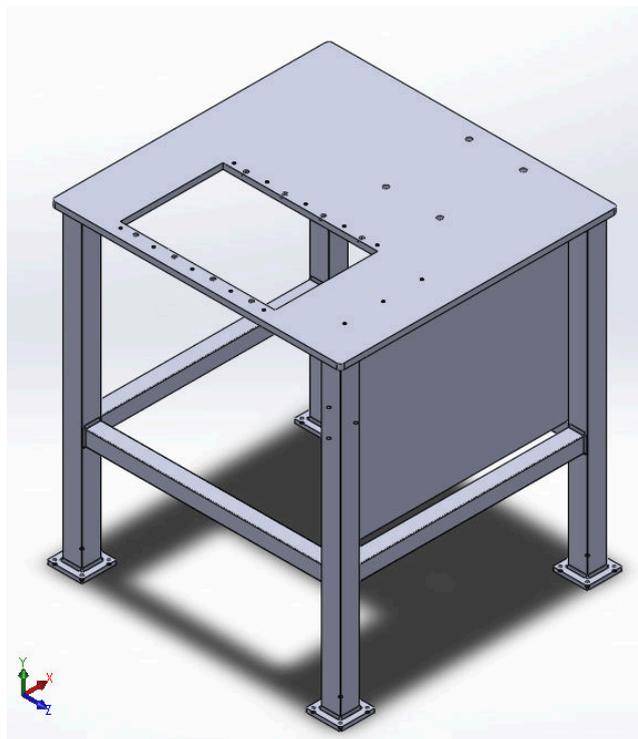


Figura 67 – Mesa base que será el soporte para todos los elementos de la trituradora.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Carcasa cuchillas: (véase Figura 68)

Este elemento es sirve como alojamiento para los árboles, rodamientos y cuchillas. Esta fabricado en acero F-114, y las uniones serán atornilladas.

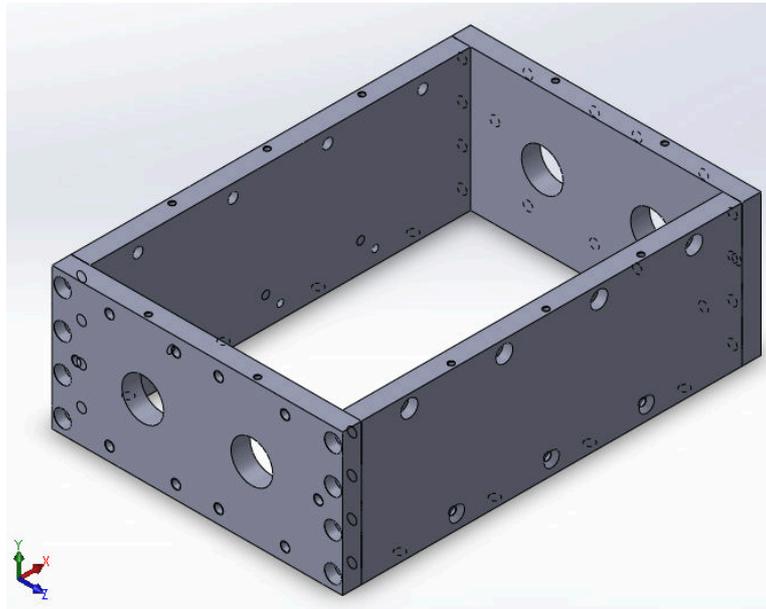


Figura 68 – Carcasa donde se conformará la zona de trituración.

- Arboles: (véase Figura 69)

Estos son donde se colocarán las cuchillas, por cada árbol se montarán 20 cuchillas desfasadas angularmente  $45^\circ$  una de la siguiente y entre cada una un disco intermedio distanciador. Los árboles irán apoyados en 2 cojinetes y 2 rodamientos cada uno.

Estarán fabricados en acero AISI 4340, con su correspondiente tratamiento térmico de templado superficial (5mm de espesor) y posterior revenido.

### III. Desarrollo proyecto

---

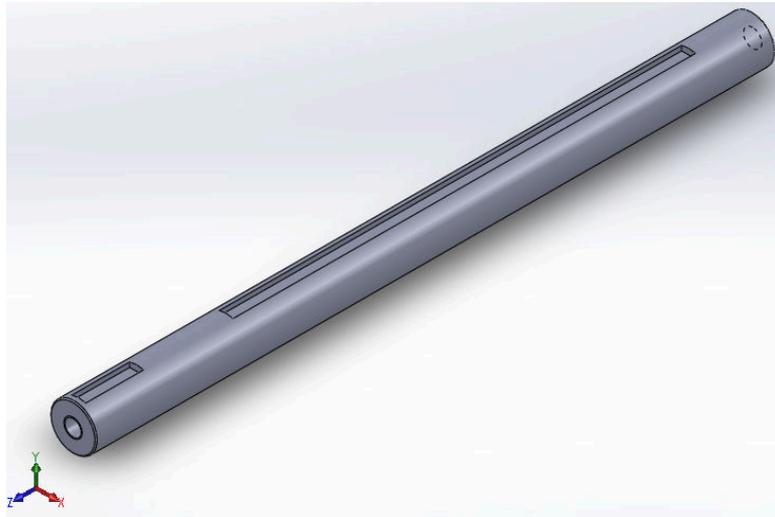


Figura 69 – Árboles de transmisión donde se alojarán las cuchillas.

- Chaveta cuchillas: (véase Figura 70)

Chaveta según norma DIN 6885, para el anclaje radial de las cuchillas a los árboles.

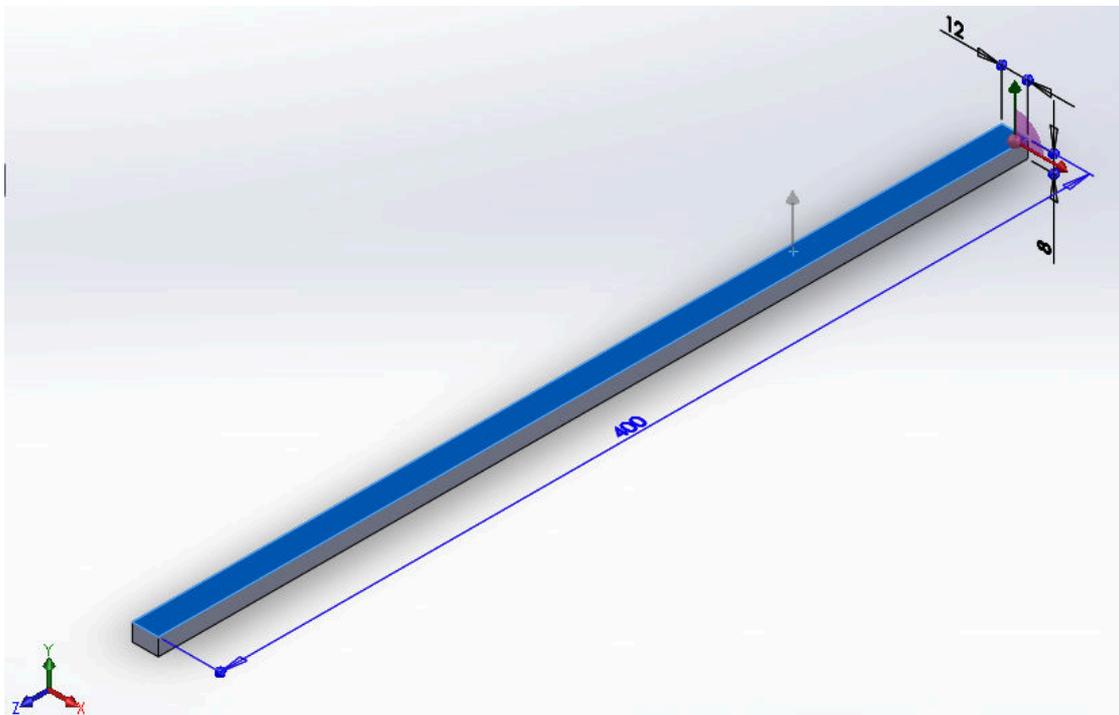


Figura 70 – Chaveta para el anclaje radial de las cuchillas a los árboles según norma DIN 6885.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Cuchillas: (véase Figura 71)

Será la encargada de cortar y triturar el material, tiene 10mm de espesor y están fabricadas en acero F521. Se les realizará los tratamientos térmicos de cementado, templado y revenido.

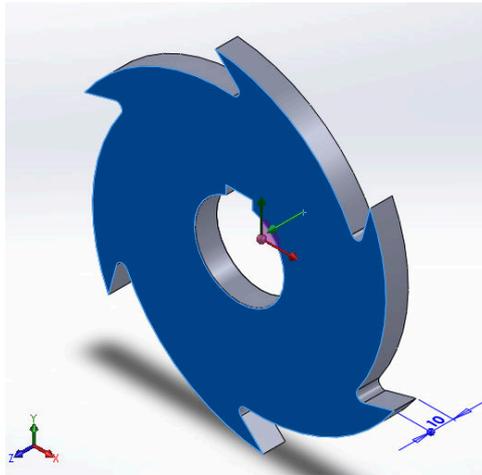


Figura 71 – Cuchilla de la trituradora, con 6 filos por cuchilla.

- Discos intermedios separadores de cuchillas: (véase Figura 72)

Son los que servirán para separar las cuchillas en el mismo árbol, para así poder entrelazarse las cuchillas de ambos árboles. Están fabricados en acero F-521, y recibirán los mismos tratamientos térmicos que las cuchillas.

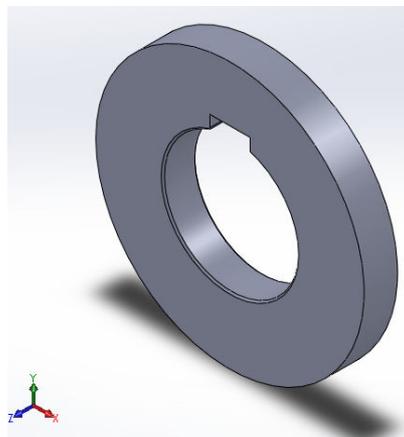


Figura 72 – Disco de separación de cuchillas.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Soportes para los rodamientos de los árboles: (véase Figura 73)

Son los soportes en los que irán alojados los rodamientos que servirán de apoyo para los árboles. Se fabricarán en acero F-114.

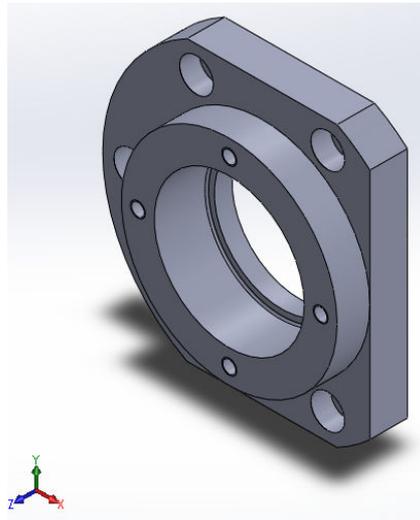


Figura 73 – Soporte para el rodamiento en un lateral del árbol de cuchillas.

- Tapa para los rodamientos: (véase Figura 74)

Son tapas para los engranajes, las cuales servirán para anclar axialmente a éstos. Están fabricadas en acero F-114.

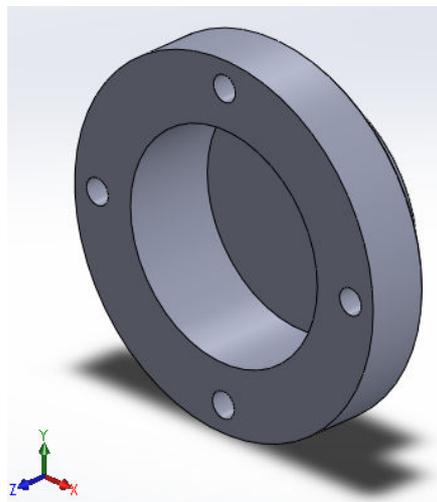


Figura 74 – Tapa rodamientos para su anclaje axial.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Rascadores: (véase Figura 75)

Son elementos que nos servirán para evitar que el material quede atrancado entre las cuchillas y los discos separadores. Están fabricados en acero F-114 con tratamientos térmicos de temple y revenido.

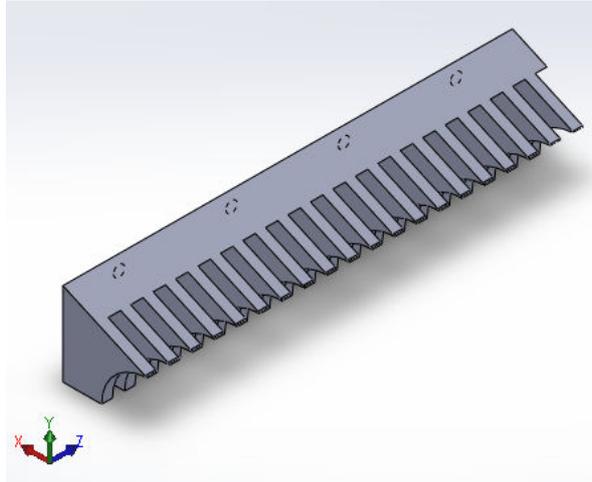


Figura 75 – Rascador para la zona de cuchillas.

- Placa de anclaje del tren de engranajes: (véase Figura 76)

Es una placa de acero F-114 el cual nos servirá para anclar todos los elementos necesarios para el tren de engranajes.

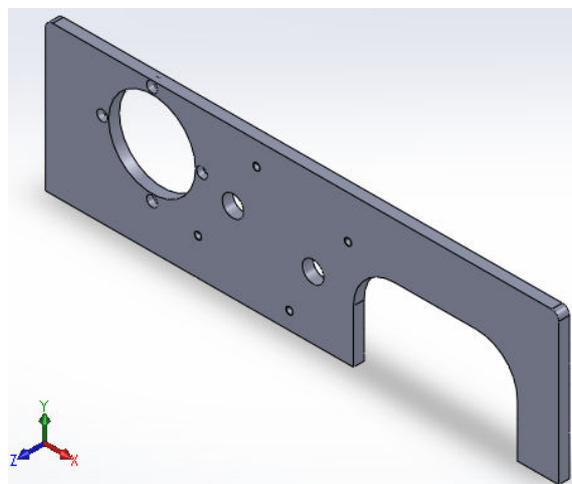


Figura 76 – Placa de acero en la que se anclarán los elementos del tren de engranajes.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Engranajes: (véase Figura 77)

Los engranajes están fabricados en acero F-114, con tratamientos térmicos de temple y revenido. Tienen  $m=2$ ,  $z=46$  y un  $\varnothing_p=115\text{mm}$ .

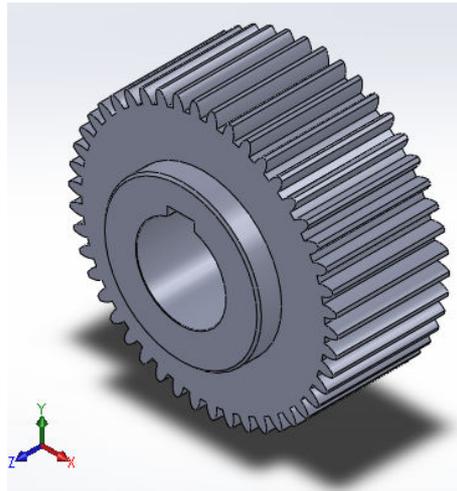


Figura 77 – Engranaje que transmitirá la potencia y par del motor eléctrico a los árboles.

- Eje engranajes intermedios: (véase Figura 78)

Este eje servirá para alojar los engranajes intermedios que transmitirán la potencia y par del motor eléctrico. Están fabricados en acero AISI 4340 en estado bonificado.

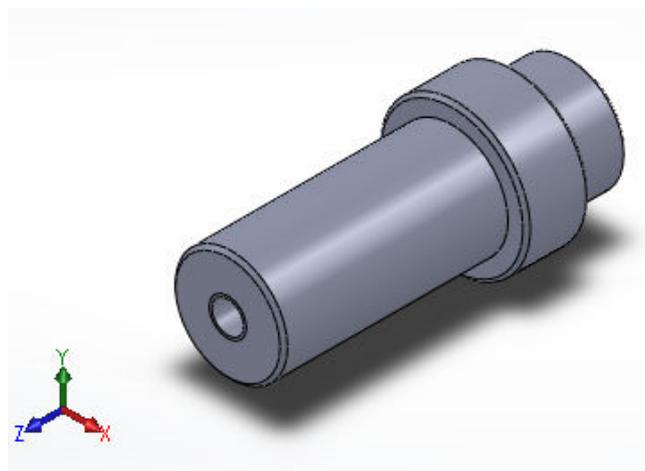


Figura 78 – Eje que soportará los engranajes intermedios y sus rodamientos.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Casquillo de separación entre engranaje y rodamiento del árbol: (véase Figura 79)

Casquillo fabricado en acero F-114 que servirá de para anclar axialmente el rodamiento y el engranaje de cada árbol.

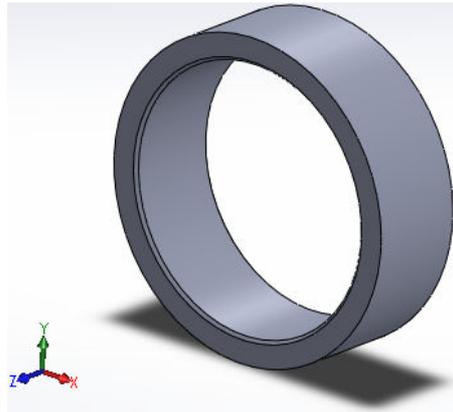


Figura 79 – Casquillo que sirve de anclaje axial entre el engranaje y el rodamiento en los árboles.

- Torretas para la plantilla de anclaje de engranajes intermedios: (véase Figura 80)

Torretas hexagonales para el anclaje de la plantilla que servirá a su vez de anclaje también para los engranajes intermedios. Están fabricadas en acero F-114.

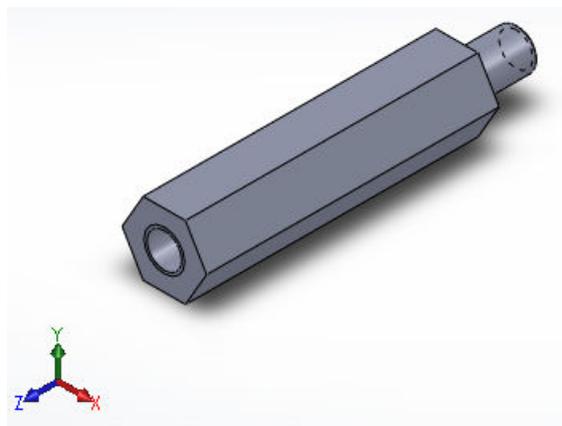


Figura 80 – Torreta para el anclaje de la plantilla que anclará los engranajes intermedios.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Plantilla para el anclaje de los engranajes intermedios: (véase Figura 81)

Plantilla fabricada en acero F-114 que servirá para el apoyo y anclaje de los ejes en los que van los engranajes intermedios.

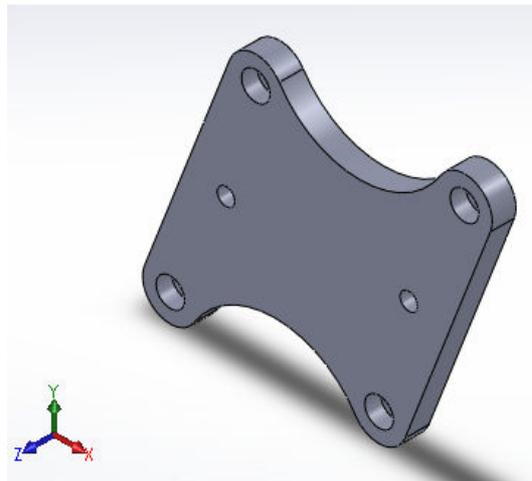


Figura 81 – Placa para el anclaje de los ejes que soportan los engranajes intermedios.

- Tapa para el tren de engranajes: (véase Figura 82)

Tapa que se fabricará en policarbonato, la cual servirá para tapar y proteger la zona del tren de engranajes.

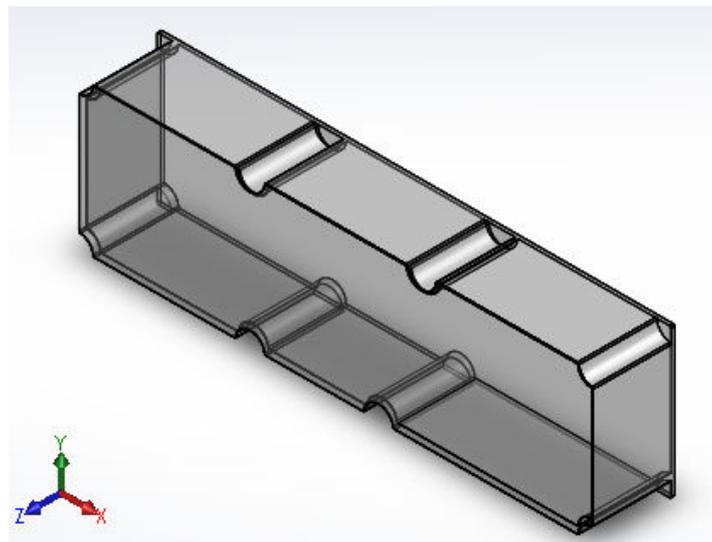


Figura 82 – Tapa para el tren de engranajes.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Tolva de entrada de material: (véase Figura 83)

La tova de entrada será a través de la que introduzcamos el material a triturar dentro de la trituradora. Está fabricada en acero F-114.

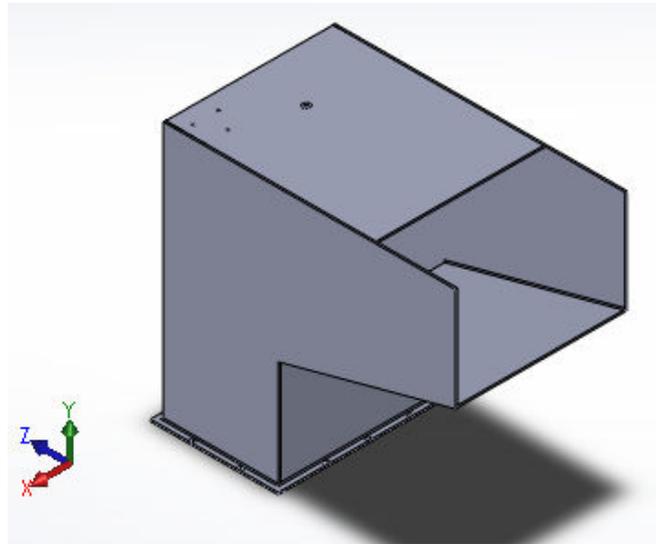


Figura 83 – Tolva de entrada de material en la trituradora.

- Bandeja de salida del material triturado: (véase Figura 84)

Bandeja en ángulo para facilitar y direccionar la salida del material triturado. Fabricada en acero F-114.

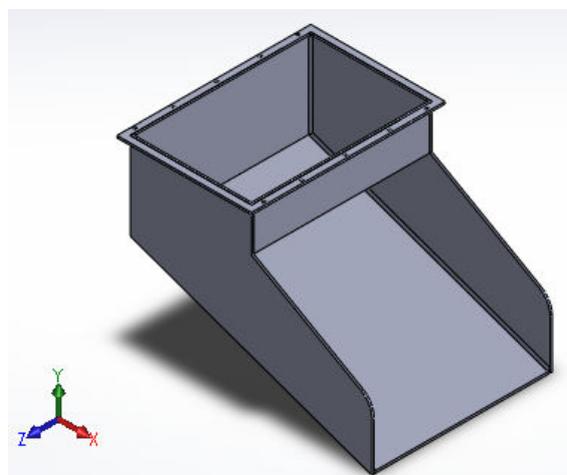


Figura 84 – Bandeja de salida del material triturado.

### III. Desarrollo proyecto

---

- Criba: (véase Figura 85)

Va situada justo debajo de las cuchillas y esta graduada para permitir el paso de material triturado con tamaño menor a  $\varnothing 8\text{mm}$ . Está fabricada en acero F-114.

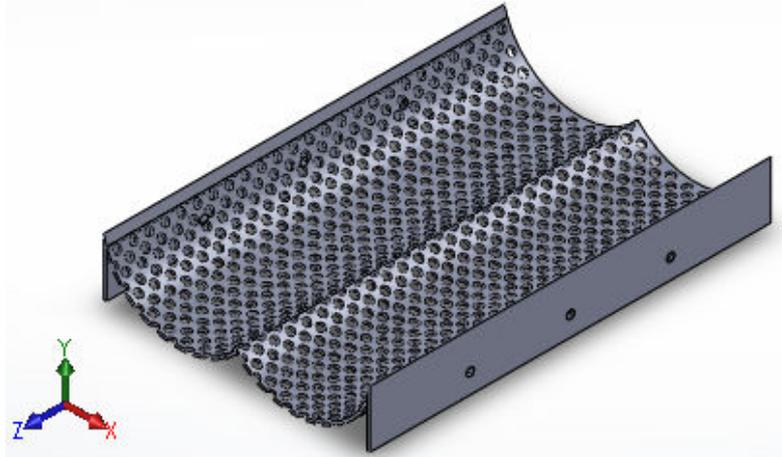


Figura 85 – Criba que permite el paso de material con un tamaño menor a  $\varnothing 8\text{mm}$ .

- Caja para los controles de la trituradora: (véase Figura 86)

Caja fabricada en acero F-114 en la que irán alojados todos los mandos de control como el PLC, botón de emergencia, botón de puesta en marcha, llaves de accionamiento, etc.

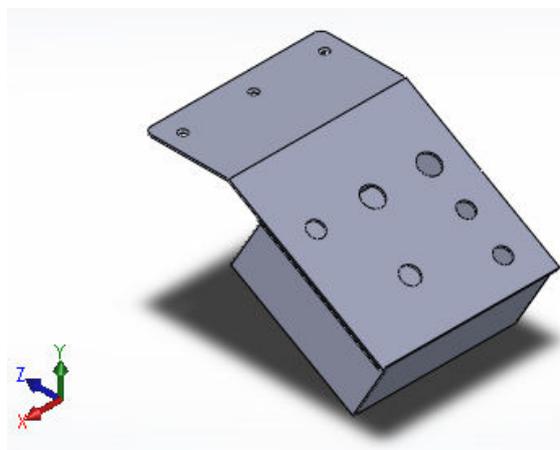


Figura 86 – Caja para los controles de la trituradora.

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.8.2. PIEZAS O ELEMENTOS DE COMPRA.

#### - Motor:

El motor elegido para hacer funcionar la trituradora es trifásico de potencia 5.5Kw y gira a 1500rpm. El fabricante es Siemens y pertenece a la serie 1LE1003.

#### - Reductor:

El reductor que he elegido es de la marca Wittenstein y el modelo es NP-045S-MF1-5-1K1, tiene un ratio de reducción  $i=5$ , por lo que unido al motor elegido la velocidad de giro de salida será de 300rpm. Hay que prestar máxima atención a que el par máximo al que puede llegar a trabajar es de 800N·m, por lo que no deberemos que hacer que gire por debajo de 65rpm, con la configuración propuesta, pues podría romper.

#### - PLC: (véase Figura 54)

La trituradora va controlada por un PLC de la marca Schneider Electric y el modelo es el Magelis SCU, es el más sencillo y aún así no se necesita nada más potente para poder controlar todos los elementos necesarios en la máquina.

Presenta las siguientes salidas y entradas:

- Entradas normales, entradas rápidas (HSC), entradas analógicas, entradas de termoelemento, entradas de detector de temperatura de resistencia (RTD).
- Salidas normales, salidas rápidas (PTO/PWM), salidas analógicas.

### III. Desarrollo proyecto

---

En el panel posterior hay disponibles 4 tipos de puertos de comunicación:

- Puerto Ethernet.
- CANopen.
- Puertos de programación por USB.
- Puerto de enlace Serie.

- Variador de velocidad:

Como anteriormente mencioné, la velocidad de salida del reductor es de 300rpm, pero nosotros necesitamos un rango de velocidades para poder triturar cualquier tipo de polímero por lo que utilizaré un variador de velocidad para motores trifásicos con el fin de tener un rango de velocidades de 90-300rpm.

Es de la marca Schneider Electric y el modelos Altivar 312, es de fácil programación y muy intuitivo.

También es de fácil de comunicación con otros dispositivos gracias a sus sistemas tales como:

- Modbus y CANopen integrados como estándar.
- CANopen Daisy Chain, DeviceNet, ProfibusDP.
- Ethernet/Modbus y Fipio/Modbus pasarela.

- Torre señalización lumínica y sonora: (véase Figura 52)

Incorpora una torre de señalización de 3 luces, verde, ámbar y roja, además de una sirena para señalización sonora en caso de parada de emergencia. Es de la marca Schneider Electric.

### III. Desarrollo proyecto

---

#### - Armario para el sistema eléctrico:

Incorpora un armario eléctrico para los elementos de la instalación eléctrica de la máquina, tal como el regulador de velocidad. Es de la marca Schneider Electric y tiene unas medidas de 400x300x200mm.

#### - Llaves de contacto:

Se usarán 2 llaves de contacto de la marca Schneider Electric con posición ON/OFF. Una será para la puesta en marcha de la máquina y la otra para dar acceso al “modo mantenimiento”.

#### - Selector de velocidad:

Incorpora un selector de 10 posiciones de la marca Schneider Electric para la velocidad de giro. Cada posición suma 21rpm a la anterior yendo desde 90rpm como mínimo a 300rpm como máximo.

#### - Botón puesta en marcha:

Botón simple de puesta en marcha, de la marca Schneider Electric, con posición ON (en verde) y OFF (en rojo).

#### - Sensor de cantidad de material en tolva:

En la tolva lleva añadido un sensor por ultrasonidos, de la marca AUTOSEN modelo AU003, en la parte de arriba para detectar si la máquina tiene material para triturar o de lo contrario está vacía. En caso de estar vacía le enviará una señal al PLC y éste detendrá la trituradora.

#### - Botón parada de emergencia: (véase Figura 53)

Incorpora también un botón para el paro de emergencia manual, de características comunes de Ø40mm y en color rojo.

### III. Desarrollo proyecto

- Micro de seguridad: (véase Figura 51)

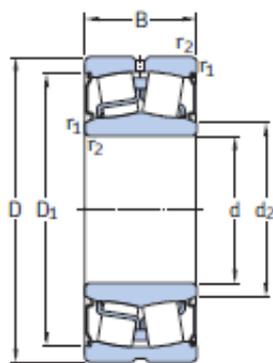
La trituradora usará 2 micros de seguridad de la marca Schmersal modelo ZS-232-11, uno de ellos para asegurar el cierre de la tapa del tren de engranajes y otro para asegurar que la tolva este colocada. Si al menos uno de los 2 no estuviera colocado en su sitio la maquina no se pondría en funcionamiento.

- Cojinetes:

Cada árbol llevará 2 cojinetes como apoyo entre los árboles y la carcasa. Estos cojinetes son de la marca Iglus modelo Iglidur W300, y están especialmente diseñados para una mayor vida útil en funcionamiento continuo. Tienen un reducido coeficiente de fricción con resistencia a la suciedad. Es apropiado para ejes rugosos y de acero fino, con extrema resistencia al desgaste.

- Rodamientos árboles: (véase Figura 87)

Llevará 2 rodamientos por árbol, uno en cada extremo de la carcasa. Los rodamientos son de rodillos a rótula e irán sellados, son de la marca SKF y el tipo de rodamiento es BS2-2208-2CS.



Agujero cilíndrico

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidad límite	Masa	Designaciones
d	D	B	C	C <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	r. p. m.	kg	Rodamiento con agujero cilíndrico
mm			kN		kN			-
<b>40</b>	80	28	96,5	90	9,8	2 200	0,57	† BS2-2208-2CS/MT143
	90	38	150	140	15	1 900	1,2	‡ BS2-2308-2CS/MT143

Figura 87 – Dimensiones y características del rodamiento BS2-2208-2CS sellado.

### III. Desarrollo proyecto

#### - Rodamientos engranajes intermedios: (véase Figura 88)

Cada engranaje intermedio usará 2 rodamientos de bolas de 1 hilera e irán sellados. Son de la marca SKF y del tipo 6206-2RS.

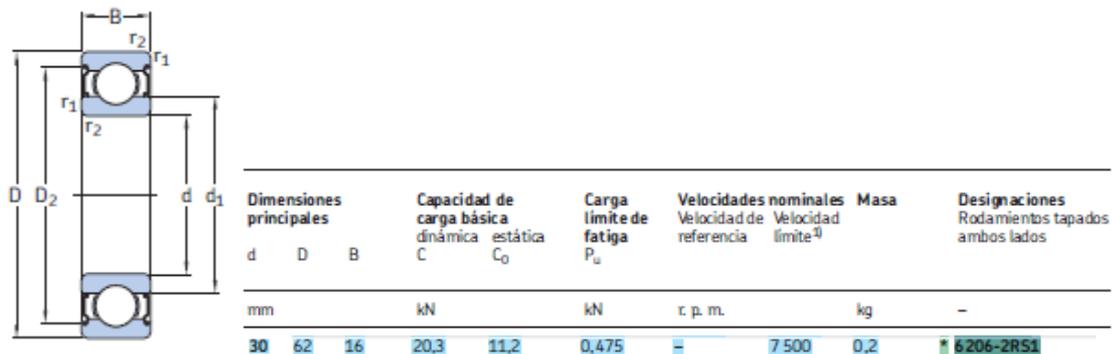


Figura 88 – Dimensiones y características del rodamiento sellado 6206-2RS.

#### - Ruedas elevadoras:

Llevará 1 rueda por cada pata de la mesa soporte. Estas ruedas son de la marca Blickle y modelo HRP-POA 63G. Son ruedas en poliamida clase 6 muy resistentes a la rotura y de baja rodadura. Además incorpora la posibilidad de una vez en el sitio se elevan para que quede anclado estáticamente en su lugar de trabajo. Son capaces de soportar hasta 750 Kg de peso.

### III.8.3. TORNILLERÍA.

La tornillería a utilizar será la siguiente:

- Tornillos DIN 912: M8x25, M10x16, M10x20, M10x25.
- Tornillos DIN 933: M8x16, M12x35, M12x40, M16x40.
- Tornillos DIN 7991: M6x12, M6x20, M8x20.
- Tuercas hexagonales DIN 934: M12.

### III. Desarrollo proyecto

---

#### III.8.4. ENSAMBLAJE COMPLETO.

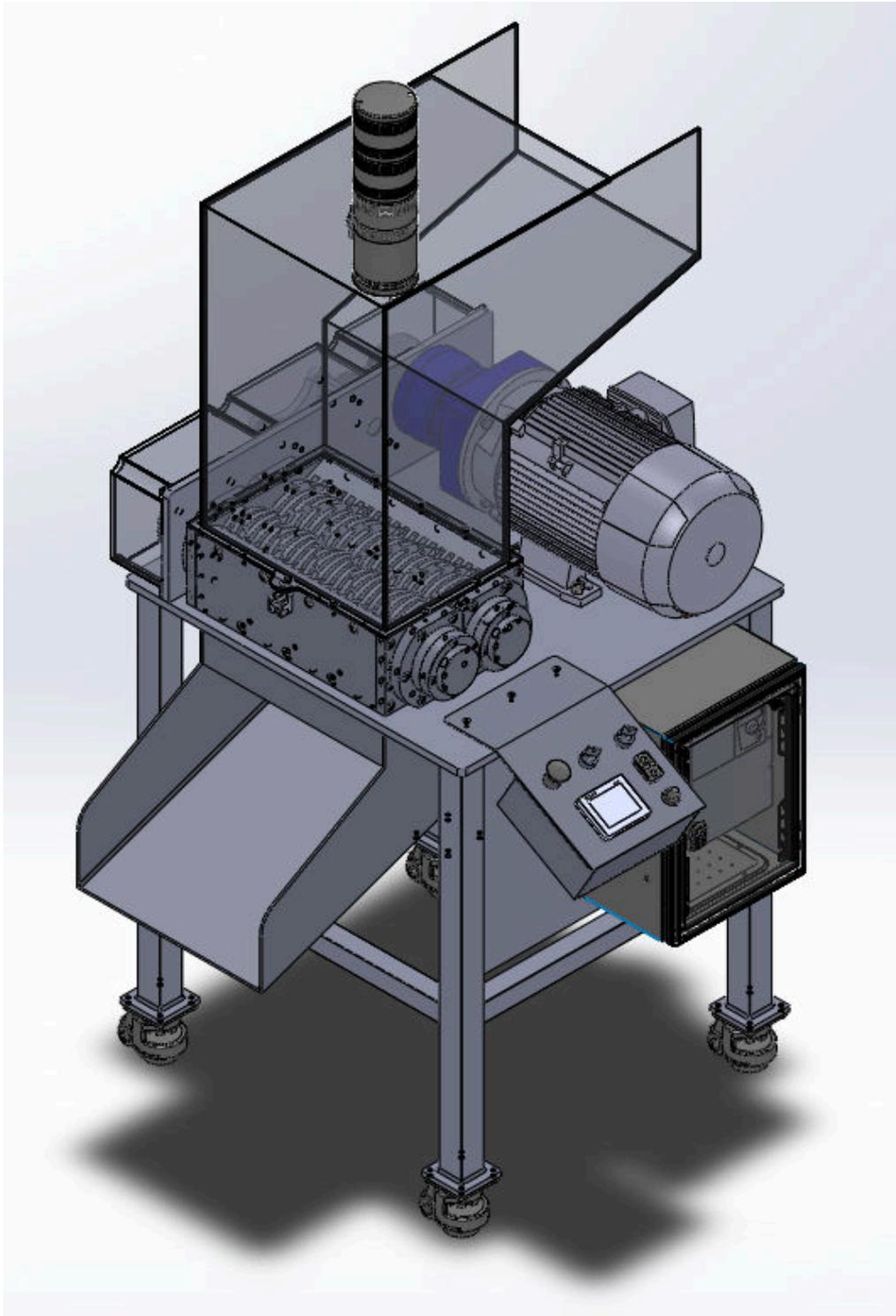


Figura 89 – Vista isométrica del lateral derecho de la máquina trituradora completa.

### III. Desarrollo proyecto

---

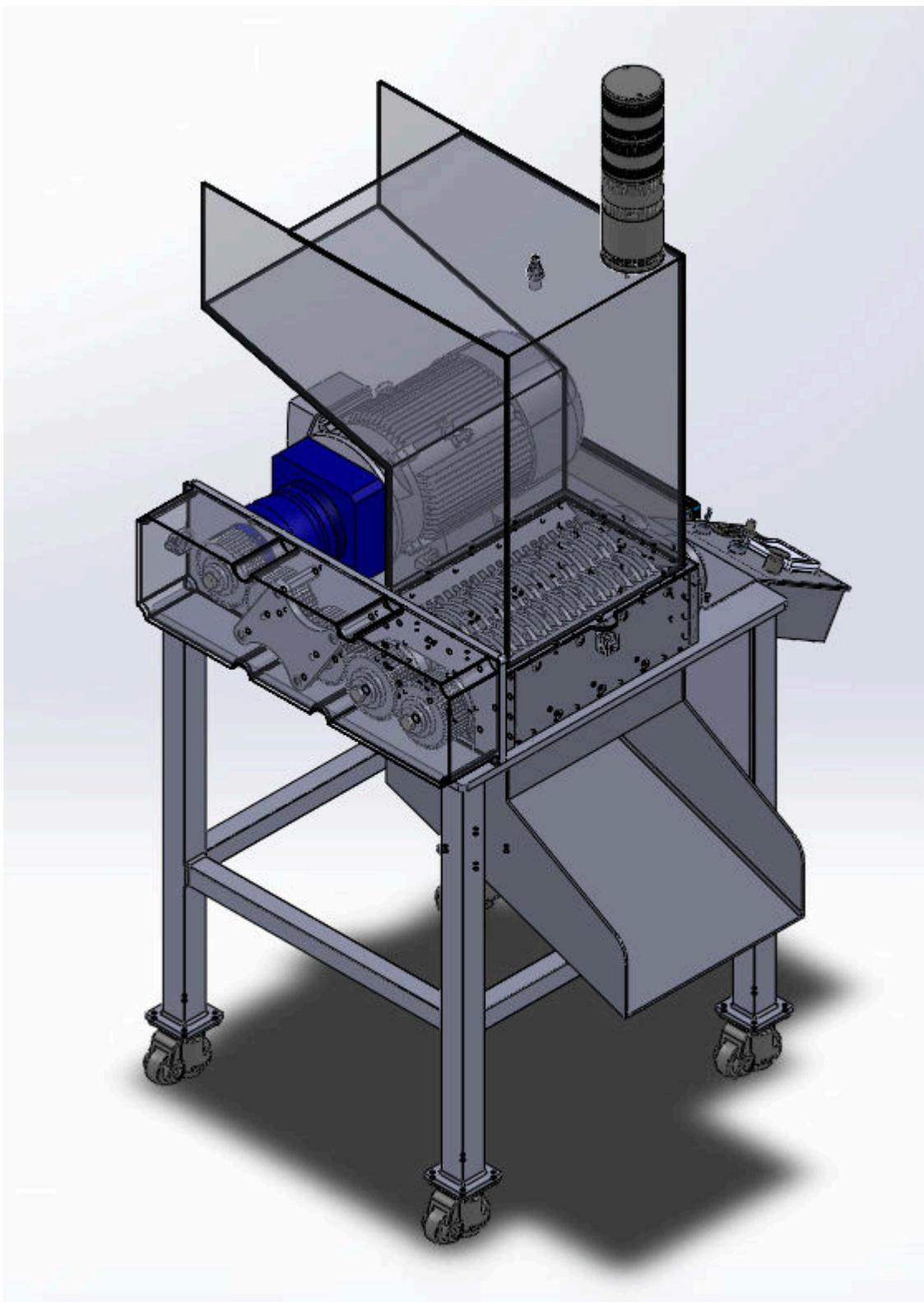
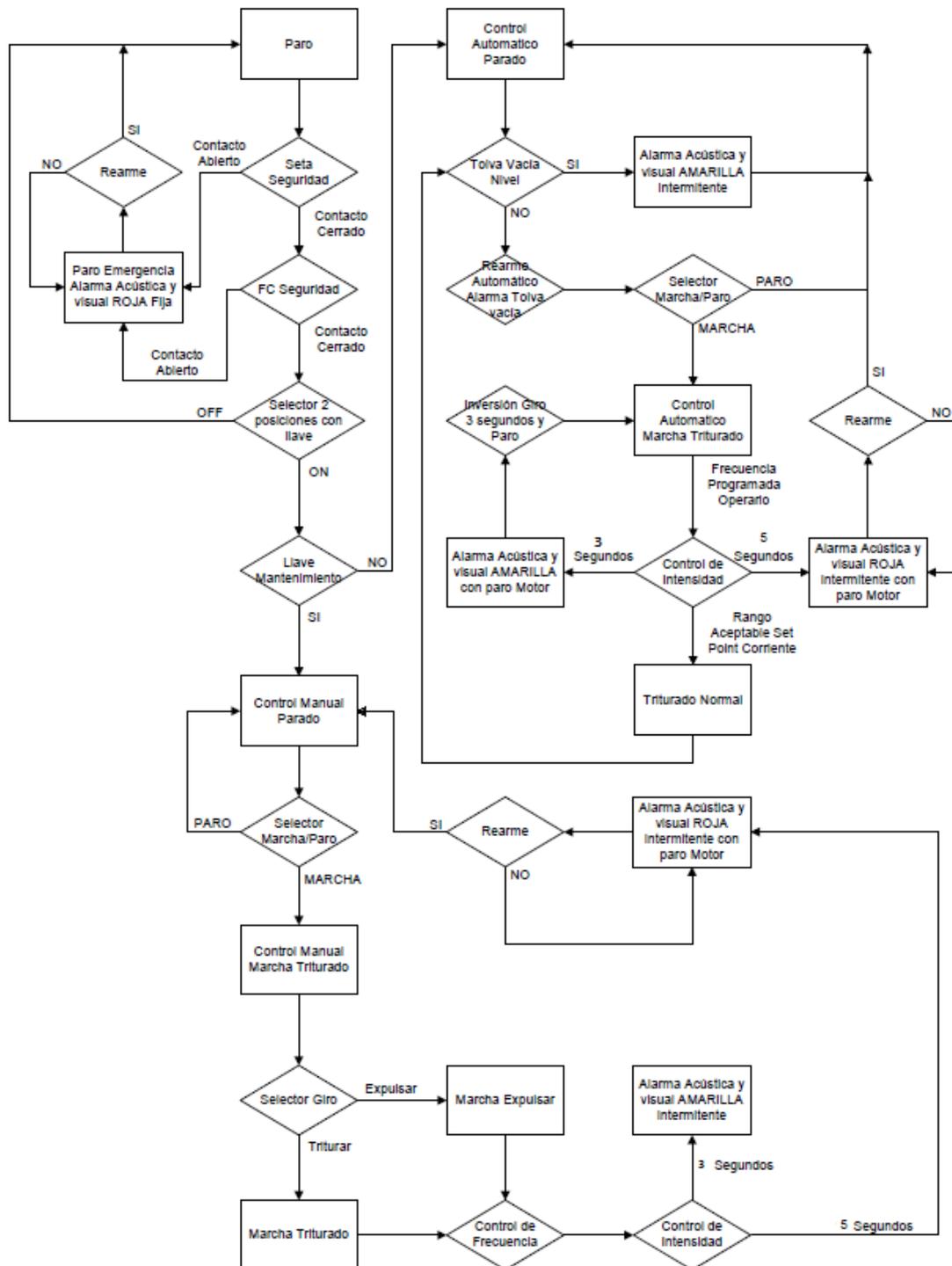


Figura 90 – Vista isométrica del lateral izquierdo de la máquina trituradora completa.

## III.9. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO.



### III. Desarrollo proyecto

## III.10. ESTUDIO ECONÓMICO.

### III.10.1. PRESUPUESTO ELEMENTOS A FABRICAR EN TALLER DE MECANIZADO.

Tabla 3 – Tabla del presupuesto de los costes de los elementos a fabricar en taller de mecanizado.

PRESUPUESTO COSTE PARTE MECÁNICA			
PIEZA (PLANO)	PRECIO UD.	UNIDADES	TOTAL
29118-001-R00	580,09	1	479,42
29118-002-R00	422,69	1	349,33
29118-003-R00	242,56	2	400,92
29118-004-R00	10,66	2	17,61
29118-005-R00	10,23	2	16,91
29118-006-R00	199,90	10	1652,03
29118-007-R00	199,90	10	1652,03
29118-008-R00	199,90	10	1652,03
29118-009-R00	199,90	10	1652,03
29118-010-R00	95,08	40	3143,10
29118-011-R00	87,54	4	289,40
29118-012-R00	35,13	2	58,07
29118-013-R00	53,26	2	88,03
29118-014-R00	452,96	2	748,69
29118-015-R00	181,89	1	150,32
29118-016-R00	142,89	3	354,26
29118-017-R00	151,26	2	250,02
29118-018-R00	113,87	2	188,22
29118-019-R00	13,65	2	22,56
29118-020-R00	13,55	2	22,40
29118-021-R00	50,55	1	41,78
29118-022-R00	32,32	4	106,84
29118-023-R00	196,40	1	162,31
29118-024-R00	222,92	1	184,23
29118-025-R00	376,89	1	311,48
29118-026-R00	236,21	1	195,22
29118-027-R00	199,93	1	165,23
29118-028-R00	61,35	1	50,70
29118-029-R00	2555,93	1	2112,34
	IVA 21%	3468,67	16517,49
TOTAL (EUROS)			19986,16

### III. Desarrollo proyecto

#### III.10.2. PRESUPUESTO DE LOS ELEMENTOS DE COMPRA.

Tabla 4 – Tabla del presupuesto de los costes de los elementos de compra.

PRESUPUESTO COSTE DE MATERIAL DE COMPRA			
ELEMENTO	PRECIO UD.	Uds.	TOTAL
MOTOR SIEMENS mod.1LE1003	770,40	1	770,40
REDUCTOR WITTENSTEIN mod.NP-045S-MF1-5-1K1	462,38	1	462,38
PLC SCHNEIDER ELECTRIC mod.MAGELIS SCU	1596,32	1	1596,32
VARIADOR VELOCIDAD SCHNEIDER ELECTRIC mod.ALTIVAR 312	913,91	1	913,91
SCHNEIDER ELECTRIC TOWER ROG WITH BUZZER	351,48	1	351,48
ARMARIO CUADRO ELECTRICO SCHNEIDER ELECTRIC 400x300x200mm	73,05	1	73,05
LLAVE DE CONTACTO SCHNEIDER ELECTRIC	36,06	2	72,12
SELECTOR VELOCIDAD 10 POSICIONES SCHNEIDER ELECTRIC	45,71	1	45,71
BOTÓN ON/OFF VERDE-ROJO SCHNEIDER ELECTRIC	42,01	1	42,01
SENSOR ULTRASONIDOS AUTOSEN mod.AU003	106,55	1	106,55
BOTÓN PARADA DE EMERGENCIA	48,29	1	48,29
MICRO DE SEGURIDAD SCHMERSAL mod.ZS-232-11	61,92	2	123,84
COJINETE IGUS mod.IGLIDUR W300	10,51	4	42,04
RODAMIENTO SKF mod.BS2-2208-2CS SELLADO	108,17	4	432,68
RODAMIENTO SKF mod.6206-2RS SELLADO	6,78	4	27,12
PIE CON RUEDAS BLICKLE mod.HRP-POA 63G	50,26	4	201,04
TORNILLO DIN 912 M8x25	0,10	12	1,20
TORNILLO DIN 912 M10x16	0,14	8	1,12
TORNILLO DIN 912 M10x20	0,11	24	2,64
TORNILLO DIN 912 M10x25	0,17	24	4,08
TORNILLO DIN 933 M8x16	0,07	16	1,12
TORNILLO DIN 933 M12x35	0,24	4	0,96
TORNILLO DIN 933 M12x40	0,25	4	1,00
TORNILLO DIN 933 M16x40	0,53	5	2,65
TORNILLO DIN 7991 M6x12	0,06	3	0,18
TORNILLO DIN 7991 M6x20	0,07	20	1,40
TORNILLO DIN 7991 M8x20	0,10	6	0,60
TUERCA HEXAGONAL DIN 934 M12	0,08	4	0,32
	IVA 21%	1118,50	5326,21
TOTAL (EUROS)			6444,71

## III. Desarrollo proyecto

---

### III.10.3. COSTES TOTALES DE FABRICACIÓN DE LA TRITURADORA DE POLÍMEROS.

Por una parte están los costes de fabricación de elementos mecánicos, por otro lado los costes de todos los elementos de compra, y lo que faltaría son los gastos de instalación eléctrica y puesta en marcha de la máquina. Estos gastos ascenderían aproximadamente a unos 3000€ con IVA.

Por lo que el precio final aproximado de fabricar esta trituradora de polímeros se resume en:

$$COSTE\ TOTAL\ FABRICACIÓN = 19986.16 + 6444.71 + 3000 = 29430.87\ €$$



## **IV. BIBLIOGRAFÍA**

BIBLIOGRAFÍA



## IV. Bibliografía

---

### IV.1. PÁGINAS WEB.

<http://www.directivamaquinas.com/>

<http://www.insht.es>

[http://polamalu.50webs.com/OF1/mecanica/tabla\\_1.htm](http://polamalu.50webs.com/OF1/mecanica/tabla_1.htm)

[https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/aceros\\_construccion\\_ThyssenKrupp.pdf](https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/aceros_construccion_ThyssenKrupp.pdf)

<http://www.azom.com>

<http://www.aceros-premium.es>

<http://www.interlloy.com.au>

<http://www.thyssenkrupp.cl>

<http://www.steelexpress.co.uk/steel-hardness-conversion.html>

<https://es.wikipedia.org>

<http://www.traceparts.com/es/>

<https://www.schneider-electric.es/>

<http://es.rs-online.com>

<https://www.blickle.es/es-es>

<http://www.igus.es>

<http://www.tornilleriamalaguena.com>

<http://www.mecapedia.uji.es/>

Y diversas páginas web de fabricantes de todo tipo de trituradoras.

## IV. Bibliografía

---

### IV.2. LIBROS DE TEXTO.

- *Problemes resolts del disseny de màquines*, ISBN: 978-84-8363-753-1
- Apuntes de la asignatura *Teoría y diseño de máquinas*, impartida por Samuel Sánchez Caballero y Sergi Montava.
- Apuntes de la asignatura *Ciencias de los Materiales I y II*, impartida por profesores como Toni Nadal, José Antonio Montoya y David García Sanoguera.
- Apuntes de la asignatura *Resistencia y elasticidad de los materiales I y II*, impartida por José María Gadea.

## V. CONCLUSIONES

# CONCLUSIONES



## V. Conclusiones

---

Para la realización de este T.F.G. le he dedicado muchas horas de investigación y trabajo a lo largo del curso académico. Para su realización he puesto en práctica muchos conocimientos que fui adquiriendo curso tras curso en diversas asignaturas cursadas en la carrera de Grado en Ingeniería Mecánica.

Gracias a asignaturas como *Ciencias de los materiales*, *Resistencia y elasticidad de los materiales* y sobre todo *Teoría y diseño de máquinas* he podido realizar todo el desarrollo de este prototipo de máquina trituradora de polímeros.

También hacer hincapié en que gracias a que pude tener la gran oportunidad de realizar las prácticas en Foradia S.A.L., empresa con mucha experiencia y experta en la fabricación de maquinaria, pude aventurarme en la realización de un proyecto de esta envergadura.

Durante el desarrollo del proyecto he podido aprender muchísimo más en la fabricación de máquinas, y mejorando mi ingenio para, poniendo en práctica todo lo aprendido, solucionar los problemas que iban saliendo en cada paso.

He podido mejorar aún más en el manejo de software en diseño de piezas como SolidWorks. Aprendiendo incluso a utilizar complementos del mismo que no sabía usar, como el SolidWorks Simulator para el análisis mediante elementos finitos (FEA), y que me han sido de mucha ayuda para realizar los estudios del diseño.

Juntando todo lo anterior, he podido desarrollar una máquina de la que estoy muy orgulloso como futuro ingeniero. Considero es de gran calidad y que daría muy buenos resultados en el caso de que tuviera la oportunidad de fabricarse. Es cierto de que su precio básicamente no es económico, pero la máquina ha estado diseñada a conciencia para trabajar en un entorno profesional con muy buenas calidades y una durabilidad muy buena, cumpliendo con todos los objetivos que me marqué para ello.



**VI. ANEXOS**

ANEXOS



## **VI.1. DIRECTIVA 2006/42/CE RELATIVA A MÁQUINAS**



**DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO**  
**de 17 de mayo de 2006**  
**relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición)**  
**(Texto pertinente a efectos del EEE)**

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea y, en particular, su artículo 95,

Vista la propuesta de la Comisión <sup>(1)</sup>,

Visto el dictamen del Comité Económico y Social Europeo <sup>(2)</sup>,

De conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 251 del Tratado <sup>(3)</sup>,

Considerando lo siguiente:

- (1) La Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas <sup>(4)</sup>, constituía la codificación de la Directiva 89/392/CEE <sup>(5)</sup>. Con ocasión de nuevas modificaciones sustanciales introducidas en la Directiva 98/37/CE es conveniente, para mayor claridad, proceder a la refundición de la citada Directiva.
- (2) El sector de las máquinas constituye una parte importante del sector de la mecánica y uno de los núcleos industriales de la economía de la Comunidad. El coste social debido al importante número de accidentes provocados directamente por la utilización de máquinas puede reducirse integrando la seguridad en las fases de diseño y fabricación de las máquinas y con una instalación y un mantenimiento correctos.
- (3) Corresponde a los Estados miembros garantizar en su territorio la seguridad y la salud de las personas, especialmente de los trabajadores y los consumidores, así como, en su caso, de los animales domésticos y de los bienes, en particular ante los riesgos derivados de la utilización de máquinas.

<sup>(1)</sup> DO C 154 E de 29.5.2001, p. 164.

<sup>(2)</sup> DO C 311 de 7.11.2001, p. 1.

<sup>(3)</sup> Dictamen del Parlamento Europeo de 4 de julio de 2002 (DO C 271 E de 12.11.2003, p. 491), Posición Común del Consejo de 18 de julio de 2005 (DO C 251 E de 11.10.2005, p. 1) y Posición del Parlamento Europeo de 15 de diciembre de 2005 (no publicada aún en el Diario Oficial). Decisión del Consejo de 25 de abril de 2006.

<sup>(4)</sup> DO L 207 de 23.7.1998, p. 1. Directiva modificada por la Directiva 98/79/CE (DO L 331 de 7.12.1998, p. 1).

<sup>(5)</sup> Directiva 89/392/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1989, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas (DO L 183 de 29.6.1989, p. 9).

(4) Con el fin de garantizar la seguridad jurídica de los usuarios, es necesario definir lo más concretamente posible el ámbito de aplicación de la presente Directiva y los conceptos relativos a su aplicación.

(5) Las disposiciones obligatorias de los Estados miembros en materia de ascensores de obras de construcción destinados a la elevación de personas o de personas y materiales, con frecuencia completadas por especificaciones técnicas obligatorias de hecho o por normas voluntarias, no dan lugar necesariamente a niveles de salud y seguridad diferentes, a pesar de lo cual constituyen, por su disparidad, obstáculos a los intercambios comerciales dentro de la Comunidad. Además, los sistemas nacionales de acreditación de conformidad y de certificación de estas máquinas divergen considerablemente. Por tanto, conviene que los ascensores de obras de construcción destinados a la elevación de personas, o de personas y materiales, no estén excluidos del ámbito de aplicación de la presente Directiva.

(6) Resulta conveniente excluir del ámbito de aplicación de la presente Directiva las armas, incluidas las armas de fuego, sujetas a la Directiva 91/477/CEE del Consejo, de 18 de junio de 1991, sobre el control de la adquisición y tenencia de armas <sup>(6)</sup>; la exclusión de las armas de fuego no se aplicará a las máquinas portátiles de fijación de carga explosiva y otras máquinas portátiles de impacto diseñadas únicamente para fines industriales o técnicos. Resulta necesario establecer disposiciones transitorias que permitan a los Estados miembros autorizar la comercialización y la puesta en servicio de tales máquinas fabricadas de acuerdo con las normativas nacionales vigentes en su territorio en el momento de la adopción de la presente Directiva, incluyendo las de desarrollo del Convenio de 1 de julio de 1969 sobre el reconocimiento mutuo de las marcas de prueba en las armas de fuego portátiles. Dichas disposiciones transitorias permitirán también que los organismos europeos de normalización establezcan normas que garanticen un nivel de seguridad basado en el estado de la técnica.

(7) La presente Directiva no debe aplicarse a la elevación de personas mediante máquinas no diseñadas para ese fin. No obstante, esto no afecta al derecho de los Estados miembros a adoptar medidas nacionales, de conformidad con el Tratado, respecto de dichas máquinas, con vistas a la aplicación de la Directiva 89/655/CEE del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) <sup>(7)</sup>.

<sup>(6)</sup> DO L 256 de 13.9.1991, p. 51.

<sup>(7)</sup> DO L 393 de 30.12.1989, p. 13. Directiva modificada en último lugar por la Directiva 2001/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 195 de 19.7.2001, p. 46).

- (8) En lo concerniente a los tractores agrícolas y forestales, no deben aplicarse las disposiciones de la presente Directiva a los riesgos que no se prevén actualmente en la Directiva 2003/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, relativa a la homologación de los tractores agrícolas o forestales, de sus remolques y de su maquinaria intercambiable remolcada, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas de dichos vehículos<sup>(1)</sup>, después de que tales riesgos hayan pasado a preverse en la Directiva 2003/37/CE.
- (9) La vigilancia del mercado es esencial, ya que garantiza la aplicación correcta y uniforme de las directivas. Por lo tanto, conviene establecer un contexto jurídico en el que pueda efectuarse armoniosamente la vigilancia del mercado.
- (10) Los Estados miembros son responsables de velar por la aplicación eficaz de la presente Directiva en sus respectivos territorios y por que mejore, en la medida de lo posible y con arreglo a sus disposiciones, la seguridad de las máquinas a que hace referencia. Los Estados miembros deben mejorar su capacidad de asegurar una vigilancia efectiva del mercado, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Comisión, para lograr realmente una aplicación adecuada y uniforme de la presente Directiva.
- (11) En el marco de esta vigilancia del mercado, debe establecerse una distinción clara entre la impugnación de una norma armonizada que confiere a una máquina una presunción de conformidad y la cláusula de salvaguardia relativa a una máquina.
- (12) La puesta en servicio de una máquina con arreglo a la presente Directiva solo se refiere al uso de la propia máquina que se haya previsto o que sea razonablemente previsible. Esto se entiende sin perjuicio de posibles condiciones de uso, externas a la máquina, que hubiera que establecer, siempre que dichas condiciones no supongan modificaciones de la máquina en relación con lo dispuesto en la presente Directiva.
- (13) También es necesario prever un mecanismo adecuado que permita la adopción de medidas específicas en el ámbito de la Comunidad, para requerir a los Estados miembros que prohíban o restrinjan la comercialización de ciertos tipos de máquinas que presenten los mismos riesgos para la salud y la seguridad de las personas, ya sea debido a defectos en las normas armonizadas pertinentes o bien en virtud de sus características técnicas, o someter a dichas máquinas a condiciones especiales. Para garantizar la evaluación adecuada de la necesidad de dichas medidas, estas deben ser adoptadas por la Comisión asistida por un comité a la luz de las consultas con los Estados miembros y otras partes interesadas. Dado que dichas medidas no son directamente aplicables a los operadores económicos, los Estados miembros deben tomar todas las medidas necesarias para su aplicación.
- (14) Se deben cumplir los requisitos esenciales de salud y seguridad para garantizar la seguridad de las máquinas; dichos requisitos deben aplicarse con discernimiento para tener en cuenta el estado de la técnica en el momento de la fabricación y los imperativos técnicos y económicos.
- (15) Cuando una máquina pueda ser utilizada por un consumidor, es decir, por un operador no profesional, el fabricante debe tener en cuenta esta circunstancia al diseñarla y fabricarla. Idéntica precaución deberá aplicarse en el caso de que la máquina vaya a utilizarse normalmente para prestar un servicio a un consumidor.
- (16) Aunque los requisitos de la presente Directiva no se apliquen íntegramente a las cuasi máquinas, resulta no obstante importante garantizar la libre circulación de dichas cuasi máquinas mediante un procedimiento específico.
- (17) Con motivo de ferias, exposiciones y eventos similares, ha de ser posible exponer máquinas que no cumplan los requisitos de la presente Directiva. No obstante, habrá que informar adecuadamente a los interesados de esta no conformidad y de la imposibilidad de adquirir dichas máquinas en tales condiciones.
- (18) La presente Directiva solo define los requisitos esenciales de salud y seguridad de alcance general y los completa con una serie de requisitos más específicos dirigidos a determinados tipos de máquinas. Para facilitar a los fabricantes la prueba de conformidad con dichos requisitos esenciales y para posibilitar el control de dicha conformidad, convendría disponer de normas armonizadas a escala comunitaria respecto de la prevención contra los riesgos derivados del diseño y fabricación de las máquinas. Estas normas deben ser elaboradas por organismos de Derecho privado y habrán de conservar el carácter de textos no obligatorios.
- (19) En vista de la índole de los riesgos que conlleva la utilización de las máquinas cubiertas por la presente Directiva, conviene establecer los procedimientos de evaluación de la conformidad con los requisitos esenciales de salud y seguridad. Estos procedimientos deben diseñarse de acuerdo con la importancia del peligro inherente a tales máquinas. Por consiguiente, para cada categoría de máquinas debe preverse un procedimiento adecuado que se ajuste a la Decisión 93/465/CEE del Consejo, de 22 de julio de 1993, relativa a los módulos correspondientes a las diversas fases de los procedimientos de evaluación de la conformidad y a las disposiciones referentes al sistema de colocación y utilización del marcado CE de conformidad, que van a utilizarse en las directivas de armonización técnica<sup>(2)</sup>, y que tenga en cuenta la naturaleza de la certificación necesaria para dichas máquinas.

<sup>(1)</sup> DO L 171 de 9.7.2003, p. 1. Directiva modificada en último lugar por la Directiva 2005/67/CE de la Comisión (DO L 273 de 19.10.2005, p. 17).

<sup>(2)</sup> DO L 220 de 30.8.1993, p. 23.

- (20) Conviene dejar a los fabricantes la plena responsabilidad de certificar la conformidad de sus máquinas con la presente Directiva. No obstante, para determinados tipos de máquinas que presentan una mayor peligrosidad, es deseable un procedimiento de certificación más riguroso.
- (21) Es importante que el marcado CE se reconozca plenamente como el único marcado que garantiza la conformidad de la máquina con los requisitos de la presente Directiva. Debe prohibirse todo marcado que pueda inducir a error a terceros sobre el significado del marcado CE, sobre su logotipo o sobre ambos al mismo tiempo.
- (22) A fin de garantizar la misma calidad al marcado CE y al nombre del fabricante, es importante que ambos se estampen empleando las mismas técnicas. Para evitar toda confusión entre los marcados CE que puedan aparecer en determinados componentes y el marcado CE correspondiente a la máquina, es importante que este último marcado se estampe junto al nombre del responsable del mismo, es decir, del fabricante o su representante autorizado.
- (23) El fabricante o su representante autorizado deberá también garantizar la realización de una evaluación de riesgos para la máquina que desea comercializar. Para ello, debe determinar cuáles son los requisitos esenciales de salud y seguridad que se aplican a su máquina y con respecto a los cuales se deben adoptar medidas.
- (24) Resulta indispensable que el fabricante, o su representante autorizado establecido en la Comunidad, antes de expedir la declaración CE de conformidad, elabore un expediente técnico de construcción. Si bien no es indispensable que toda la documentación exista permanentemente de forma material, debe poder estar disponible cuando se solicite. No es necesario que incluya los planos detallados de los subconjuntos utilizados para la fabricación de las máquinas, salvo si su conocimiento resulta indispensable para verificar la conformidad con los requisitos esenciales de salud y seguridad.
- (25) Los destinatarios de cualquier decisión adoptada en virtud de la presente Directiva deberán conocer los motivos que llevaron a adoptar dicha decisión y los recursos de que disponen.
- (26) Conviene que los Estados miembros prevean sanciones aplicables para las infracciones a lo dispuesto en la presente Directiva. Estas sanciones deben ser efectivas, proporcionadas y disuasorias.
- (27) La aplicación de la presente Directiva a máquinas destinadas a la elevación de personas requiere delimitar mejor los productos cubiertos por la presente Directiva con respecto a los cubiertos por la Directiva 95/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 1995, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a los ascensores<sup>(1)</sup>. Se consideró necesaria una nueva definición del ámbito de aplicación de esta última Directiva. Conviene por ello modificar la Directiva 95/16/CE en consecuencia.
- (28) Dado que el objetivo de la presente Directiva, a saber, establecer los requisitos esenciales de salud y seguridad relativos a su diseño y fabricación para aumentar la seguridad de las máquinas que se comercializan, no puede ser alcanzado de manera suficiente por los Estados miembros y, por consiguiente, puede lograrse mejor a escala comunitaria, la Comunidad puede adoptar medidas, de acuerdo con el principio de subsidiariedad consagrado en el artículo 5 del Tratado. De conformidad con el principio de proporcionalidad enunciado en dicho artículo, la presente Directiva no excede de lo necesario para alcanzar dicho objetivo.
- (29) De acuerdo con el apartado 34 del Acuerdo interinstitucional «Legislar mejor»<sup>(2)</sup>, debe alentarse a los Estados miembros a establecer, en su propio interés y en el de la Comunidad, sus propios cuadros, que muestren, en la medida de lo posible, la correspondencia entre la presente Directiva y las medidas de transposición, y a hacerlos públicos.
- (30) Las medidas necesarias para la aplicación de la presente Directiva deben adoptarse de conformidad con la Decisión 1999/468/CE del Consejo, de 28 de junio de 1999, por la que se establecen los procedimientos para el ejercicio de las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión<sup>(3)</sup>.

HAN ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

#### Artículo 1

#### Ámbito de aplicación

1. La presente Directiva se aplicará a los siguientes productos:

- a) las máquinas;
- b) los equipos intercambiables;
- c) los componentes de seguridad;
- d) los accesorios de elevación;
- e) las cadenas, cables y cinchas;
- f) los dispositivos amovibles de transmisión mecánica;
- g) las cuasi máquinas.

<sup>(1)</sup> DO L 213 de 7.9.1995, p. 1. Directiva modificada por el Reglamento (CE) n° 1882/2003 (DO L 284 de 31.10.2003, p. 1).

<sup>(2)</sup> DO C 321 de 31.12.2003, p. 1.

<sup>(3)</sup> DO L 184 de 17.7.1999, p. 23.

2. Quedan excluidos del ámbito de aplicación de la presente Directiva:

- a) los componentes de seguridad destinados a utilizarse como piezas de recambio para sustituir componentes idénticos, y suministrados por el fabricante de la máquina originaria;
- b) los equipos específicos para ferias y parques de atracciones;
- c) las máquinas especialmente diseñadas o puestas en servicio para usos nucleares y cuyos fallos puedan originar una emisión de radiactividad;
- d) las armas, incluidas las armas de fuego;
- e) los siguientes medios de transporte:
  - los tractores agrícolas y forestales para los riesgos cubiertos por la Directiva 2003/37/CE, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos vehículos,
  - los vehículos de motor y sus remolques cubiertos por la Directiva 70/156/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre la homologación de vehículos a motor y de sus remolques <sup>(1)</sup>, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos vehículos,
  - los vehículos cubiertos por la Directiva 2002/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de marzo de 2002, relativa a la homologación de los vehículos de motor de dos o tres ruedas <sup>(2)</sup>, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos vehículos,
  - los vehículos de motor destinados exclusivamente a la competición, y
  - los medios de transporte por aire, por agua o por redes ferroviarias, con exclusión de las máquinas instaladas en dichos medios de transporte;
- f) los buques de navegación marítima y las unidades móviles de alta mar, así como las máquinas instaladas a bordo de dichos buques y/o unidades;
- g) las máquinas especialmente diseñadas y fabricadas para fines militares o policiales;
- h) las máquinas especialmente diseñadas y fabricadas con vistas a la investigación para uso temporal en laboratorios;
- i) los ascensores para pozos de minas;
- j) máquinas destinadas a elevar o transportar actores durante representaciones artísticas;

<sup>(1)</sup> DO L 42 de 23.2.1970, p. 1. Directiva modificada en último lugar por la Directiva 2006/28/CE de la Comisión (DO L 65 de 7.3.2006, p. 27).

<sup>(2)</sup> DO L 124 de 9.5.2002, p. 1. Directiva modificada en último lugar por la Directiva 2005/30/CE de la Comisión (DO L 106 de 27.4.2005, p. 17).

k) los productos eléctricos y electrónicos que se incluyan en los ámbitos siguientes, en la medida en que estén cubiertos por la Directiva 73/23/CEE del Consejo, de 19 de febrero de 1973, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión <sup>(3)</sup>:

- electrodomésticos destinados a uso doméstico,
- equipos audiovisuales,
- equipos de tecnología de la información,
- máquinas corrientes de oficina,
- aparatos de conexión y mando de baja tensión,
- motores eléctricos;

l) los siguientes equipos eléctricos de alta tensión:

- aparatos de conexión y de mando,
- transformadores.

## Artículo 2

### Definiciones

A efectos de la presente Directiva, el término «máquina» designa los productos que figuran en el artículo 1, apartado 1, letras a) a f).

Se aplicarán las definiciones siguientes:

a) «máquina»:

- conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal,
- conjunto como el indicado en el primer guión, al que solo le falten los elementos de conexión a las fuentes de energía y movimiento,
- conjunto como los indicados en los guiones primero y segundo, preparado para su instalación que solamente pueda funcionar previo montaje sobre un medio de transporte o instalado en un edificio o una estructura,
- conjunto de máquinas como las indicadas en los guiones primero, segundo y tercero, o de cuasi máquinas a las que se refiere la letra g) que, para llegar a un mismo resultado, estén dispuestas y accionadas para funcionar como una sola máquina,
- conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados con objeto de elevar cargas y cuya única fuente de energía sea la fuerza humana empleada directamente;

<sup>(3)</sup> DO L 77 de 26.3.1973, p. 29. Directiva modificada por la Directiva 93/68/CEE (DO L 220 de 30.8.1993, p. 1).

- b) «equipo intercambiable»: dispositivo que, tras la puesta en servicio de una máquina o de un tractor, sea acoplado por el propio operador a dicha máquina o tractor para modificar su función o aportar una función nueva, siempre que este equipo no sea una herramienta;
- c) «componente de seguridad»: componente:
- que sirva para desempeñar una función de seguridad,
  - que se comercialice por separado;
  - cuyo fallo y/o funcionamiento defectuoso ponga en peligro la seguridad de las personas, y
  - que no sea necesario para el funcionamiento de la máquina o que, para el funcionamiento de la máquina, pueda ser reemplazado por componentes normales.

En el anexo V figura una lista indicativa de componentes de seguridad que podrá actualizarse con arreglo al artículo 8, apartado 1, letra a);

- d) «accesorio de elevación»: componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permita la prensión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se comercialice por separado. También se considerarán accesorios de elevación las eslingas y sus componentes;
- e) «cadenas, cables y cinchas»: cadenas, cables y cinchas diseñados y fabricados para la elevación como parte de las máquinas de elevación o de los accesorios de elevación;
- f) «dispositivo amovible de transmisión mecánica»: componente amovible destinado a la transmisión de potencia entre una máquina automotora o un tractor y una máquina receptora uniéndolos al primer soporte fijo. Cuando se comercialice con el resguardo se debe considerar como un solo producto;
- g) «cuasi máquina»: conjunto que constituye casi una máquina, pero que no puede realizar por sí solo una aplicación determinada. Un sistema de accionamiento es una cuasi máquina. La cuasi máquina está destinada únicamente a ser incorporada a, o ensamblada con, otras máquinas, u otras cuasi máquinas o equipos, para formar una máquina a la que se aplique la presente Directiva;
- h) «comercialización»: primera puesta a disposición en la Comunidad, mediante pago o de manera gratuita, de una máquina o de una cuasi máquina, con vistas a su distribución o utilización;
- i) «fabricante»: persona física o jurídica que diseñe o fabrique una máquina o una cuasi máquina cubierta por la presente Directiva y que sea responsable de la conformidad de dicha máquina o cuasi máquina con la presente Directiva, con

vistas a su comercialización, bajo su propio nombre o su propia marca, o para su propio uso. En ausencia de un fabricante en el sentido indicado, se considerará fabricante cualquier persona física o jurídica que comercialice o ponga en servicio una máquina o una cuasi máquina cubierta por la presente Directiva;

- j) «representante autorizado»: persona física o jurídica establecida en la Comunidad que haya recibido un mandato por escrito del fabricante para cumplir en su nombre la totalidad o parte de las obligaciones y formalidades relacionadas con la presente Directiva;
- k) «puesta en servicio»: primera utilización, de acuerdo con su uso previsto, en la Comunidad, de una máquina cubierta por la presente Directiva;
- l) «norma armonizada»: especificación técnica, de carácter no obligatorio, adoptada por un organismo de normalización, a saber el Comité Europeo de Normalización (CEN), el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (Cenelec) o el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), en el marco de un mandato de la Comisión otorgado con arreglo a los procedimientos establecidos en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, por la que se establece un procedimiento de información en materia de las normas y reglamentaciones técnicas y de las reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información <sup>(1)</sup>.

### Artículo 3

#### Directivas específicas

Cuando, para una máquina, los peligros indicados en el anexo I estén cubiertos total o parcialmente de modo más específico por otras directivas comunitarias, la presente Directiva no se aplicará o dejará de aplicarse a dicha máquina en lo que se refiere a tales peligros, a partir de la entrada en vigor de dichas directivas.

### Artículo 4

#### Vigilancia del mercado

1. Los Estados miembros adoptarán todas las medidas necesarias para que las máquinas solo se puedan comercializar y/o poner en servicio si cumplen todas las disposiciones pertinentes de la presente Directiva y no ponen en peligro la seguridad ni la salud de las personas ni, en su caso, de los animales domésticos o de los bienes, cuando estén instaladas y mantenidas convenientemente y se utilicen con arreglo a su uso previsto o en condiciones razonablemente previsibles.

<sup>(1)</sup> DO L 204 de 21.7.1998, p. 37. Directiva modificada en último lugar por el Acta de adhesión de 2003.

2. Los Estados miembros adoptarán todas las medidas adecuadas para que las cuasi máquinas solo se puedan comercializar si cumplen las disposiciones pertinentes de la presente Directiva.

3. Los Estados miembros establecerán o designarán las autoridades competentes para controlar la conformidad de las máquinas y cuasi máquinas con lo dispuesto en los apartados 1 y 2.

4. Los Estados miembros definirán las misiones, la organización y las atribuciones de las autoridades competentes contempladas en el apartado 3 y las comunicarán, así como toda modificación posterior, a la Comisión y a los demás Estados miembros.

#### Artículo 5

### Comercialización y puesta en servicio

1. El fabricante o su representante autorizado, antes de proceder a la comercialización o puesta en servicio de una máquina, deberá:

- a) asegurarse de que esta cumple los pertinentes requisitos esenciales de seguridad y de salud que figuran en el anexo I;
- b) asegurarse de que esté disponible el expediente técnico a que se refiere la parte A del anexo VII;
- c) facilitar en particular las informaciones necesarias, como es el caso de las instrucciones;
- d) llevar a cabo los oportunos procedimientos de evaluación de la conformidad, con arreglo al artículo 12;
- e) redactar la declaración CE de conformidad, con arreglo al anexo II, parte 1, sección A, y asegurarse de que dicha declaración se adjunta a la máquina;
- f) colocar el marcado CE, con arreglo al artículo 16.

2. El fabricante o su representante autorizado deberá asegurarse, antes de comercializar una cuasi máquina, de que se ha completado el procedimiento indicado en el artículo 13.

3. A los efectos de los procedimientos indicados en el artículo 12, el fabricante o su representante autorizado deberá disponer de los medios necesarios, o tener acceso a ellos, para asegurarse de la conformidad de la máquina con los requisitos esenciales de salud y seguridad que figuran en el anexo I.

4. Cuando las máquinas sean objeto de otras directivas comunitarias que se refieran a otros aspectos y dispongan la colocación del marcado CE, este marcado señalará que las máquinas cumplen también lo dispuesto en dichas directivas.

No obstante, en caso de que una o varias de esas directivas autoricen al fabricante o a su representante autorizado a elegir, durante un período transitorio, el sistema que aplicará, el marcado CE señalará únicamente la conformidad con las dispo-

siciones de las directivas aplicadas por el fabricante o su representante autorizado. En la declaración CE de conformidad deberán incluirse las referencias de las Directivas aplicadas, tal y como se publicaron en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

#### Artículo 6

### Libre circulación

1. Los Estados miembros no podrán prohibir, limitar u obstaculizar la comercialización o la puesta en servicio en su territorio de las máquinas que cumplan lo dispuesto en la presente Directiva.

2. Los Estados miembros no podrán prohibir, limitar u obstaculizar la comercialización de una cuasi máquina cuando, mediante la declaración de incorporación mencionada en el anexo II, parte 1, sección B, el fabricante o su representante autorizado declaren que aquélla está destinada a ser incorporada a una máquina o ensamblada con otras cuasi máquinas para formar una máquina.

3. Los Estados miembros no se opondrán a que, en ferias, exposiciones, demostraciones y eventos similares, se presenten máquinas o cuasi máquinas que no cumplan la presente Directiva, siempre que exista un cartel visible en el que se indique con claridad tal circunstancia y que no se podrá disponer de dichas máquinas antes de que estas se pongan en conformidad. Además, en las demostraciones de tales máquinas o cuasi máquinas no conformes, deberán adoptarse las medidas de seguridad adecuadas con objeto de garantizar la protección de las personas.

#### Artículo 7

### Presunción de conformidad y normas armonizadas

1. Los Estados miembros considerarán que las máquinas que estén provistas del marcado CE y vayan acompañadas de la declaración CE de conformidad, cuyo contenido se indica en el anexo II, parte 1, sección A, cumplen lo dispuesto en la presente Directiva.

2. Una máquina fabricada de conformidad con una norma armonizada, cuya referencia se haya publicado en el *Diario Oficial de la Unión Europea*, se considerará conforme a los requisitos esenciales de seguridad y de salud cubiertos por dicha norma armonizada.

3. La Comisión publicará en el *Diario Oficial de la Unión Europea* las referencias de las normas armonizadas.

4. Los Estados miembros tomarán las medidas apropiadas para permitir a los interlocutores sociales influir, a escala nacional, en el proceso de elaboración y de seguimiento de las normas armonizadas.

*Artículo 8***Medidas particulares**

1. La Comisión podrá adoptar, con arreglo al procedimiento indicado en el artículo 22, apartado 3, cualquier medida conveniente para la aplicación de las normas relativas a los puntos siguientes:

- a) la actualización de la lista indicativa de componentes de seguridad que figura en el anexo V, mencionada en el artículo 2, letra c);
- b) la restricción a la comercialización de las máquinas a que se refiere el artículo 9.

2. La Comisión podrá adoptar, con arreglo al procedimiento indicado en el artículo 22, apartado 2, cualquier medida conveniente relativa a la aplicación y puesta en práctica de la presente Directiva, incluidas las medidas necesarias para garantizar que los Estados miembros cooperen entre sí y con la Comisión, tal como se establece en el artículo 19, apartado 1.

*Artículo 9***Medidas particulares destinadas a las máquinas potencialmente peligrosas**

1. Cuando, de conformidad con el procedimiento indicado en el artículo 10, la Comisión considere que una norma armonizada no cubre de manera totalmente satisfactoria los requisitos esenciales de salud y seguridad incluidos en el anexo I de los que trata dicha norma, la Comisión podrá, de conformidad con el apartado 3 del presente artículo, adoptar medidas para requerir a los Estados miembros que prohíban o restrinjan la comercialización de máquinas cuyas características técnicas presenten riesgos debido a los defectos de la norma, o para que sometan dichas máquinas a condiciones especiales.

Cuando, de conformidad con el procedimiento indicado en el artículo 11, la Comisión considere que una medida adoptada por un Estado miembro está justificada, la Comisión podrá, de conformidad con el apartado 3 del presente artículo, adoptar medidas para requerir a los Estados miembros que prohíban o restrinjan la comercialización de máquinas que, por sus características técnicas, presenten los mismos riesgos, o para que sometan dichas máquinas a condiciones especiales.

2. Cualquier Estado miembro puede solicitar a la Comisión que examine la necesidad de la adopción de las medidas a las que se refiere el apartado 1.

3. En los casos indicados en el apartado 1, la Comisión consultará a los Estados miembros y demás partes interesadas e indicará las medidas que tenga previsto tomar con objeto de garantizar, a escala comunitaria, un nivel elevado de protección de la salud y de la seguridad de las personas.

Teniendo en cuenta los resultados de la consulta, la Comisión adoptará las medidas necesarias con arreglo al procedimiento indicado en el artículo 22, apartado 3.

*Artículo 10***Procedimiento de impugnación de una norma armonizada**

Cuando un Estado miembro o la Comisión consideren que una norma armonizada no cubre de manera totalmente satisfactoria los requisitos esenciales de salud y seguridad de los que trata, y que están incluidos en el anexo I, recurrirán al Comité creado en virtud de la Directiva 98/34/CE, exponiendo sus motivos. El Comité emitirá un dictamen sin dilación. A tenor del dictamen del Comité, la Comisión tomará la decisión de publicar, no publicar, publicar con restricciones, mantener, mantener con restricciones o retirar la referencia de la norma armonizada de que se trate en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

*Artículo 11***Cláusula de salvaguardia**

1. Cuando un Estado miembro compruebe que una máquina cubierta por la presente Directiva, provista del marcado CE, acompañada de la declaración CE de conformidad y utilizada de acuerdo con su uso previsto o en condiciones razonablemente previsibles, puede poner en peligro la salud y la seguridad de las personas y, en su caso, de animales domésticos o de bienes, adoptará todas las medidas necesarias para retirar dicha máquina del mercado, prohibir su comercialización y/o su puesta en servicio o limitar su libre circulación.

2. El Estado miembro informará inmediatamente a la Comisión y a los demás Estados miembros de tal medida e indicará los motivos de su decisión, en particular si la no conformidad se debe:

- a) a que no se cumplen los requisitos esenciales a los que se refiere el artículo 5, apartado 1, letra a);
- b) a la aplicación incorrecta de las normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2;
- c) a un defecto en las propias normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2.

3. La Comisión consultará sin demora con las partes implicadas.

Tras dicha consulta, la Comisión estudiará si las medidas adoptadas por el Estado miembro están justificadas o no, y comunicará su decisión al Estado miembro que haya tomado la iniciativa, a los demás Estados miembros y al fabricante o su representante autorizado.

4. Cuando las medidas a que se refiere el apartado 1 se basen en un defecto de las normas armonizadas y el Estado miembro que adoptó las medidas mantenga su postura, la Comisión o el Estado miembro iniciarán el procedimiento indicado en el artículo 10.

5. Cuando una máquina no conforme esté provista del marcado CE, el Estado miembro competente tomará las medidas adecuadas contra el que haya puesto el marcado e informará de ello a la Comisión. La Comisión informará a los demás Estados miembros.

6. La Comisión garantizará que se mantenga informados a los Estados miembros del desarrollo y de los resultados del procedimiento.

#### Artículo 12

### Procedimientos de evaluación de la conformidad de las máquinas

1. Para certificar la conformidad de una máquina con las disposiciones de la presente Directiva, el fabricante o su representante autorizado aplicará uno de los procedimientos de evaluación de la conformidad descritos en los apartados 2, 3 y 4.

2. Cuando la máquina no figure en el anexo IV, el fabricante o su representante autorizado aplicarán el procedimiento de evaluación de la conformidad con control interno de fabricación de la máquina previsto en el anexo VIII.

3. Cuando la máquina figure en el anexo IV y haya sido fabricada con arreglo a las normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2, y siempre que dichas normas cubran todos los requisitos esenciales de salud y seguridad pertinentes, el fabricante o su representante autorizado aplicarán uno de los procedimientos siguientes:

- a) el procedimiento de evaluación de la conformidad mediante control interno de fabricación de la máquina descrito en el anexo VIII;
- b) el procedimiento de examen CE de tipo descrito en el anexo IX, más el procedimiento de control interno de fabricación de la máquina, descrito en el anexo VIII, punto 3;
- c) el procedimiento de aseguramiento de calidad total descrito en el anexo X.

4. Cuando la máquina figure en el anexo IV y no haya sido fabricada con arreglo a las normas armonizadas a las que se refiere el artículo 7, apartado 2, o lo haya sido respetando dichas normas solo en parte, o si las normas armonizadas no cubren todos los requisitos esenciales de salud y seguridad pertinentes, o si no existen normas armonizadas para la

máquina en cuestión, el fabricante o su representante autorizado aplicarán uno de los procedimientos siguientes:

- a) el procedimiento de examen CE de tipo descrito en el anexo IX, más el procedimiento de control interno de fabricación de la máquina, descrito en el anexo VIII, punto 3;
- b) el procedimiento de aseguramiento de calidad total descrito en el anexo X.

#### Artículo 13

### Procedimiento para las cuasi máquinas

1. El fabricante de una cuasi máquina o su representante autorizado deberá velar, antes de la comercialización, por que:

- a) se elabore la documentación técnica pertinente descrita en el anexo VII, parte B;
- b) se elaboren las instrucciones de montaje indicadas en el anexo VI;
- c) se haya redactado la declaración de incorporación descrita en el anexo II, parte 1, sección B.

2. Las instrucciones de montaje y la declaración de incorporación deberán acompañar a la cuasi máquina hasta que se incorpore a la máquina final y pase así a formar parte del expediente técnico de dicha máquina.

#### Artículo 14

### Organismos notificados

1. Los Estados miembros notificarán a la Comisión y a los demás Estados miembros los organismos designados para efectuar la evaluación de la conformidad con vistas a la comercialización indicada en el artículo 12, apartados 3 y 4, así como los procedimientos específicos de evaluación de la conformidad y las categorías de máquinas para las que dichos organismos hayan sido designados, y los números de identificación que la Comisión les haya asignado previamente. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión y a los demás Estados miembros toda modificación posterior.

2. Los Estados miembros garantizarán que los organismos notificados sean supervisados regularmente para comprobar que cumplen siempre los criterios que figuran en el anexo XI. El organismo notificado deberá facilitar, cuando así sea requerido, todas las informaciones pertinentes, incluida la documentación presupuestaria, para que el Estado miembro pueda asegurarse de que se cumplen los requisitos previstos en el anexo XI.

3. Los Estados miembros aplicarán los criterios que figuran en el anexo XI para evaluar los organismos que vayan a notificar y los ya notificados.

4. La Comisión publicará en el *Diario Oficial de la Unión Europea*, a efectos de información, una lista de los organismos notificados indicando sus números de identificación y las tareas que les han sido encomendadas. La Comisión se encargará de mantener actualizada dicha lista.

5. Los organismos que cumplan los criterios de evaluación establecidos en las normas armonizadas pertinentes, cuyas referencias serán publicadas en el *Diario Oficial de la Unión Europea*, gozarán de la presunción de que cumplen los criterios correspondientes.

6. Cuando un organismo notificado constatare que un fabricante no cumple o ha dejado de cumplir los requisitos pertinentes de la presente Directiva, o que no debería haber expedido un certificado de examen CE de tipo o aprobado un sistema de aseguramiento de calidad, dicho organismo, teniendo en cuenta el principio de proporcionalidad, suspenderá o retirará el certificado expedido o la aprobación, o impondrá limitaciones, razonando detalladamente su decisión, a no ser que el fabricante, mediante las oportunas medidas correctoras asegure el cumplimiento de dichos requisitos. El organismo notificado informará a la autoridad competente de conformidad con el artículo 4, en caso de que suspenda o retire el certificado o aprobación o se impongan limitaciones o sea precisa una intervención de la autoridad competente. El Estado miembro informará sin demora a los demás Estados miembros y a la Comisión. Deberá preverse un procedimiento de recurso.

7. La Comisión dispondrá la organización de un intercambio de experiencias entre las autoridades responsables del nombramiento, notificación y supervisión de los organismos notificados en cada Estado miembro, y los organismos notificados, con objeto de coordinar la aplicación uniforme de la presente Directiva.

8. Un Estado miembro que haya notificado a un organismo deberá retirar inmediatamente su notificación cuando constatare:

- a) que dicho organismo ya no satisface los criterios que figuran en el anexo XI, o bien
- b) que el organismo incumple gravemente sus responsabilidades.

El Estado miembro informará de ello inmediatamente a la Comisión y a los demás Estados miembros.

#### Artículo 15

#### Instalación y utilización de las máquinas

La presente Directiva no afectará a la facultad de los Estados miembros de establecer, respetando el Derecho comunitario,

los requisitos que consideren necesarios para garantizar la protección de las personas y, en particular, de los trabajadores cuando utilicen máquinas, siempre que ello no suponga modificaciones de dichas máquinas de un modo no indicado en la presente Directiva.

#### Artículo 16

#### Marcado CE

1. El mercado CE de conformidad estará compuesto por las iniciales «CE» conforme al modelo presentado en el anexo III.
2. El mercado CE se deberá fijar en la máquina de manera visible, legible e indeleble con arreglo al anexo III.
3. Queda prohibido fijar en las máquinas marcados, signos e inscripciones que puedan inducir a error a terceros en relación con el significado del mercado CE, con su logotipo o con ambos al mismo tiempo. Se podrá fijar en las máquinas cualquier otro marcado, a condición de que no afecte a la visibilidad, a la legibilidad ni al significado del mercado CE.

#### Artículo 17

#### Marcado no conforme

1. Los Estados miembros considerarán como marcado no conforme:
  - a) la fijación del mercado CE en virtud de la presente Directiva en productos no pertenecientes al ámbito de la misma;
  - b) la ausencia de mercado CE y/o la ausencia de la declaración CE de conformidad para una máquina;
  - c) la fijación en una máquina de un marcado, distinto del mercado CE, y prohibido en virtud del artículo 16, apartado 3.
2. Cuando un Estado miembro constatare que un marcado no cumple las disposiciones pertinentes de la presente Directiva, el fabricante o su representante autorizado tendrá la obligación de poner el producto en conformidad y de poner fin a la infracción en las condiciones establecidas por dicho Estado miembro.

3. En caso de que persistiera la no conformidad, el Estado miembro tomará todas las medidas necesarias para restringir o prohibir la comercialización del producto en cuestión o retirarlo del mercado con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 11.

*Artículo 18***Confidencialidad**

1. Sin perjuicio de las disposiciones y prácticas nacionales existentes en materia de confidencialidad, los Estados miembros velarán por que todas las partes y personas afectadas por la aplicación de la presente Directiva sean requeridas para tratar como confidencial la información obtenida en la ejecución de su misión. Más concretamente, se tratarán confidencialmente los secretos empresariales, profesionales y comerciales excepto si su difusión se considera imprescindible para proteger la salud y la seguridad de las personas.

2. Las disposiciones del apartado 1 no afectarán a las obligaciones de los Estados miembros y de los organismos notificados en relación con el intercambio recíproco de información y la difusión de las alertas.

3. Cualquier decisión adoptada por los Estados miembros y por la Comisión en virtud de los artículos 9 y 11 deberá hacerse pública.

*Artículo 19***Cooperación entre los Estados miembros**

1. Los Estados miembros adoptarán las medidas apropiadas para que las autoridades competentes indicadas en el artículo 4, apartado 3, cooperen entre sí y con la Comisión y se transmitan mutuamente la información necesaria para permitir una aplicación uniforme de la presente Directiva.

2. La Comisión dispondrá la organización de un intercambio de experiencias entre las autoridades competentes responsables de la vigilancia del mercado, con objeto de coordinar la aplicación uniforme de la presente Directiva.

*Artículo 20***Recursos**

Cualquier decisión que se adopte en aplicación de la presente Directiva y que suponga una restricción de la comercialización y/o de la puesta en servicio de una máquina cubierta por la presente Directiva se motivará de forma precisa. La decisión se notificará cuanto antes al interesado, indicando los recursos que ofrezca la legislación vigente en el Estado miembro de que se trate y los plazos en los que deban presentarse dichos recursos.

*Artículo 21***Difusión de la información**

La Comisión adoptará las medidas necesarias para que pueda disponerse de la información apropiada referente a la aplicación de la presente Directiva.

*Artículo 22***Comité**

1. La Comisión estará asistida por un comité, denominado en adelante «el Comité».

2. En los casos en que se haga referencia al presente apartado serán de aplicación los artículos 3 y 7 de la Decisión 1999/468/CE, observando lo dispuesto en su artículo 8.

3. En los casos en que se haga referencia al presente apartado serán de aplicación los artículos 5 y 7 de la Decisión 1999/468/CE, observando lo dispuesto en su artículo 8.

El plazo contemplado en el artículo 5, apartado 6, de la Decisión 1999/468/CE queda fijado en tres meses.

4. El Comité aprobará su reglamento interno.

*Artículo 23***Sanciones**

Los Estados miembros determinarán el régimen de sanciones aplicables a las infracciones de las disposiciones nacionales adoptadas en aplicación de la presente Directiva y adoptarán todas las medidas necesarias para garantizar su aplicación. Las sanciones previstas deberán ser efectivas, proporcionadas y disuasorias. Los Estados miembros notificarán dichas disposiciones a la Comisión antes del 29 de junio de 2008, así como, sin dilación, cualquier modificación posterior de las mismas.

*Artículo 24***Modificación de la Directiva 95/16/CE**

La Directiva 95/16/CE queda modificada como sigue:

1) En el artículo 1, los apartados 2 y 3 se sustituyen por el texto siguiente:

«2. A efectos de la presente Directiva, se entenderá por “ascensor” todo aparato de elevación que sirva niveles definidos, con un habitáculo que se desplace a lo largo de guías rígidas y cuya inclinación sobre la horizontal sea superior a 15 grados, destinado al transporte:

- de personas,
- de personas y objetos,
- solo de objetos si el habitáculo es accesible, es decir, si una persona puede entrar en él sin dificultad, y si está provisto de órganos de accionamiento situados dentro del habitáculo o al alcance de una persona situada dentro del mismo.

Los aparatos de elevación que se desplacen siguiendo un recorrido fijo, aunque no esté determinado por guías rígidas, serán considerados ascensores pertenecientes al ámbito de aplicación de la presente Directiva.

Se entenderá por "habitáculo" la parte del ascensor en la que se sitúan las personas u objetos con objeto de ser elevados o descendidos.

3. La presente Directiva no se aplicará a:
- los aparatos de elevación cuya velocidad no sea superior a 0,15 m/s,
  - los ascensores de obras de construcción,
  - las instalaciones de cables, incluidos los funiculares,
  - los ascensores especialmente diseñados y fabricados para fines militares o policiales,
  - los aparatos de elevación desde los cuales se pueden efectuar trabajos,
  - los ascensores para pozos de minas,
  - los aparatos de elevación destinados a mover actores durante representaciones artísticas,
  - los aparatos de elevación instalados en medios de transporte,
  - los aparatos de elevación vinculados a una máquina y destinados exclusivamente al acceso a puestos de trabajo, incluidos los puntos de mantenimiento e inspección de la máquina,
  - los trenes de cremallera,
  - las escaleras y pasillos mecánicos.»
- 2) En el anexo I, el punto 1.2 se sustituye por el texto siguiente:

«1.2. Habitáculo

El habitáculo de cada ascensor será una cabina. Esta cabina deberá estar diseñada y fabricada de forma que su espacio y resistencia correspondan al número máximo de personas y a la carga nominal del ascensor fijados por el instalador.

Cuando el ascensor se destine al transporte de personas y sus dimensiones lo permitan, la cabina estará diseñada y fabricada de forma que, por sus características estructurales, no dificulte o impida el acceso a la misma o su utilización por las personas con discapacidades, y permita cualquier adaptación destinada a facilitar su utilización por estas personas.».

*Artículo 25*

**Derogación**

Queda derogada la Directiva 98/37/CE.

Las referencias a la Directiva derogada se entenderán hechas a la presente Directiva con arreglo a la tabla de correspondencias que figura en el anexo XII.

*Artículo 26*

**Transposición**

1. Los Estados miembros adoptarán y publicarán las disposiciones necesarias para dar cumplimiento a la presente Directiva a más tardar el 29 de junio de 2008. Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

Aplicarán esas disposiciones con efecto a partir del 29 de diciembre de 2009.

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, estas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las disposiciones de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva, así como una tabla de correspondencias entre estas y las disposiciones de la presente Directiva.

*Artículo 27*

**Período transitorio**

Hasta el 29 de junio de 2011, los Estados miembros podrán autorizar la comercialización y la puesta en servicio de máquinas portátiles de fijación accionadas por carga explosiva y otras máquinas portátiles de impacto que sean conformes a la reglamentación nacional vigente en el momento de la adopción de la presente Directiva.

*Artículo 28*

**Entrada en vigor**

La presente Directiva entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

*Artículo 29*

**Destinatarios**

Los destinatarios de la presente directiva son los Estados miembros.

Hecho en Estrasburgo, el 17 de mayo de 2006.

*Por el Parlamento Europeo*

*El Presidente*

J. BORRELL FONTELLES

*Por el Consejo*

*El Presidente*

H. WINKLER

## ANEXO I

**Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas****PRINCIPIOS GENERALES**

1. El fabricante de una máquina, o su representante autorizado, deberá garantizar la realización de una evaluación de riesgos con el fin de determinar los requisitos de seguridad y de salud que se aplican a la máquina. La máquina deberá ser diseñada y fabricada teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de riesgos.  
  
Mediante un proceso iterativo de evaluación y reducción de riesgos, el fabricante o su representante autorizado deberá:
  - determinar los límites de la máquina, lo que incluye el uso previsto y su mal uso razonablemente previsible,
  - identificar los peligros que puede generar la máquina y las correspondientes situaciones peligrosas,
  - estimar los riesgos, teniendo en cuenta la gravedad de las posibles lesiones o daños para la salud y la probabilidad de que se produzcan,
  - valorar los riesgos, con objeto de determinar si se requiere una reducción de los mismos, con arreglo al objetivo de la presente Directiva,
  - eliminar los peligros o reducir los riesgos derivados de dichos peligros, mediante la aplicación de medidas preventivas, según el orden de prioridad establecido en el punto 1.1.2, letra b).
2. Las obligaciones establecidas por los requisitos esenciales de seguridad y de salud solo se aplicarán cuando la máquina de que se trate, utilizada en las condiciones previstas por el fabricante o su representante autorizado, o en situaciones anormales previsibles, presente el correspondiente peligro. En todo caso, siempre se aplicarán los principios de integración de la seguridad a que se refiere el punto 1.1.2 y las obligaciones sobre marcado de las máquinas e instrucciones mencionadas en los puntos 1.7.3 y 1.7.4, respectivamente.
3. Los requisitos esenciales de seguridad y de salud enunciados en el presente anexo son imperativos. No obstante, cabe la posibilidad de que, habida cuenta del estado de la técnica, no se puedan alcanzar los objetivos que dichos requisitos establecen. En tal caso, la máquina deberá, en la medida de lo posible, diseñarse y fabricarse para acercarse a tales objetivos.
4. El presente anexo consta de varias partes. La primera tiene un alcance general y es aplicable a todos los tipos de máquinas. Las demás partes se refieren a determinados tipos de peligros más concretos. No obstante, es fundamental estudiar la totalidad del presente anexo a fin de asegurarse de que se satisfacen todos los requisitos esenciales pertinentes. Al diseñar una máquina, se tendrán en cuenta los requisitos de la parte general y los requisitos recogidos en una o más de las otras partes del anexo, en función de los resultados de la evaluación de riesgos efectuada con arreglo al punto 1 de estos principios generales.

**1. REQUISITOS ESENCIALES DE SEGURIDAD Y DE SALUD****1.1. GENERALIDADES****1.1.1. Definiciones**

A efectos del presente anexo, se entenderá por:

- a) «peligro»: fuente de posible lesión o daño a la salud;
- b) «zona peligrosa»: cualquier zona dentro y/o alrededor de una máquina en la cual la presencia de una persona suponga un riesgo para su seguridad o salud;
- c) «persona expuesta»: cualquier persona que se encuentre, enteramente o en parte, en una zona peligrosa;
- d) «operador»: persona o personas encargadas de instalar, manejar, regular, mantener, limpiar, reparar o desplazar una máquina;
- e) «riesgo»: combinación de la probabilidad y la gravedad de una lesión o de un daño a la salud que pueda producirse en una situación peligrosa;
- f) «resguardo»: elemento de la máquina utilizado específicamente para proporcionar protección por medio de una barrera física;
- g) «dispositivo de protección»: dispositivo (distinto de un resguardo) que reduce el riesgo, por sí solo o asociado con un resguardo;
- h) «uso previsto»: uso de la máquina de acuerdo con la información proporcionada en el manual de instrucciones;
- i) «mal uso razonablemente previsible»: uso de la máquina de una forma no prevista en el manual de instrucciones, pero que puede resultar de un comportamiento humano fácilmente previsible.

### 1.1.2. **Principios de integración de la seguridad**

- a) Las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que sean aptas para su función y para que se puedan manejar, regular y mantener sin riesgo para las personas cuando dichas operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas, pero también teniendo en cuenta cualquier mal uso razonablemente previsible.

Las medidas que se tomen deberán ir encaminadas a suprimir cualquier riesgo durante la vida útil previsible de la máquina, incluidas las fases de transporte, montaje, desmontaje, retirada de servicio y desguace.

- b) Al optar por las soluciones más adecuadas, el fabricante o su representante autorizado aplicará los principios siguientes, en el orden que se indica:

- eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible (diseño y fabricación de la máquina inherentemente seguros),
- adoptar las medidas de protección que sean necesarias frente a los riesgos que no puedan eliminarse,
- informar a los usuarios acerca de los riesgos residuales debidos a la incompleta eficacia de las medidas preventivas adoptadas, indicar si se requiere una formación especial y señalar si es necesario proporcionar algún equipo de protección individual.

- c) Al diseñar y fabricar una máquina y al redactar el manual de instrucciones, el fabricante o su representante autorizado deberá prever no solo el uso previsto de la máquina, sino también cualquier mal uso razonablemente previsible.

Las máquinas se deben diseñar y fabricar de manera que se evite su utilización de manera incorrecta, cuando ello pudiera generar un riesgo. En su caso, en el manual de instrucciones se deben señalar al usuario los modos que, por experiencia, pueden presentarse en los que no se debe utilizar una máquina.

- d) Las máquinas se deben diseñar y fabricar teniendo en cuenta las molestias que pueda sufrir el operador por el uso necesario o previsible de un equipo de protección individual.

- e) Las máquinas deberán entregarse con todos los equipos y accesorios especiales imprescindibles para que se puedan regular, mantener y utilizar de manera segura.

### 1.1.3. **Materiales y productos**

Los materiales que se hayan empleado para fabricar la máquina, o los productos que se hayan utilizado o creado durante su uso, no originarán riesgos para la seguridad ni para la salud de las personas. Especialmente cuando se empleen fluidos, la máquina se diseñará y fabricará para evitar los riesgos provocados por el llenado, la utilización, la recuperación y la evacuación.

### 1.1.4. **Iluminación**

La máquina se suministrará con un alumbrado incorporado, adaptado a las operaciones, en aquellos casos en que, a pesar de la presencia de un alumbrado ambiental de un valor normal, la ausencia de dicho dispositivo pudiera crear un riesgo.

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que no se produzcan zonas de sombra molesta, deslumbramientos molestos, ni efectos estroboscópicos peligrosos en los elementos móviles debidos al alumbrado.

Los órganos internos que deban inspeccionarse y ajustarse con frecuencia, así como las zonas de mantenimiento, llevarán los adecuados dispositivos de alumbrado.

### 1.1.5. **Diseño de la máquina con vistas a su mantenimiento**

La máquina o cada uno de sus diferentes elementos:

- se debe poder manipular y transportar con seguridad,
- estará embalada o diseñada para que pueda almacenarse sin riesgos ni deterioro.

Durante el transporte de la máquina o de sus elementos, no deberán poder producirse desplazamientos intempestivos ni peligros debidos a la inestabilidad si la máquina o sus elementos se manipulan según el manual de instrucciones.

Cuando la masa, tamaño o forma de la máquina o de sus diferentes elementos no posibiliten su desplazamiento manual, la máquina o cada uno de sus diferentes elementos deberá:

- llevar accesorios que posibiliten la presión por un medio de elevación, o
- estar diseñada de tal manera que se la pueda dotar de accesorios de este tipo, o
- tener una forma tal que los medios normales de elevación puedan adaptarse con facilidad.

Cuando la máquina o uno de sus elementos se transporte manualmente, deberá:

- ser fácilmente desplazable, o
- llevar medios de presión con los que se pueda desplazar con seguridad.

Se establecerán medidas específicas respecto a la manipulación de las herramientas o partes de máquinas, por ligeras que sean, que puedan ser peligrosas.

#### 1.1.6. **Ergonomía**

En las condiciones previstas de utilización, habrán de reducirse al mínimo posible la molestia, la fatiga y el estrés físico y psíquico del operador, teniendo en cuenta principios ergonómicos como los siguientes:

- adaptarse a las diferencias morfológicas, de fuerza y de resistencia de los operadores,
- proporcionar espacio suficiente para los movimientos de las distintas partes del cuerpo del operador,
- evitar un ritmo de trabajo determinado por la máquina,
- evitar que la vigilancia requiera una concentración prolongada,
- adaptar el interfaz hombre-máquina a las características previsibles de los operadores.

#### 1.1.7. **Puestos de mando**

El puesto de mando se debe diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier riesgo debido a los gases de escape o a la falta de oxígeno.

Si la máquina está destinada a ser utilizada en un entorno peligroso, que presente riesgos para la salud y la seguridad del operador, o si la propia máquina origina un entorno peligroso, se deben prever los medios adecuados para que el operador disponga de buenas condiciones de trabajo y esté protegido contra todo peligro previsible.

Siempre que resulte apropiado, el puesto de mando dispondrá de una cabina adecuada diseñada, fabricada y/o equipada para cumplir los requisitos antes mencionados. La salida deberá permitir una evacuación rápida. Además, en su caso, deberá preverse una salida de emergencia en una dirección distinta de la salida normal.

#### 1.1.8. **Asientos**

Cuando resulte adecuado y las condiciones de trabajo lo permitan, el puesto de trabajo que forme parte integrante de la máquina deberá estar diseñado para la instalación de asientos.

Si se ha previsto que el operador esté sentado durante el funcionamiento y el puesto de mando forma parte integrante de la máquina, esta deberá disponer de un asiento.

El asiento del operador le garantizará la estabilidad de su posición. Además, el asiento y la distancia entre este y los órganos de accionamiento deberán poder adaptarse al operador.

Si la máquina está sujeta a vibraciones, el asiento se debe diseñar y fabricar de tal manera que se reduzcan al mínimo razonablemente posible las vibraciones que se transmitan al operador. El anclaje del asiento deberá resistir todas las tensiones a que pueda estar sometido. Si no hubiere suelo bajo los pies del operador, este deberá disponer de reposapiés antideslizantes.

### 1.2. SISTEMAS DE MANDO

#### 1.2.1. **Seguridad y fiabilidad de los sistemas de mando**

Los sistemas de mando se deben diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier situación peligrosa. En particular, se deben diseñar y fabricar de manera:

- que resistan los esfuerzos previstos de funcionamiento y las influencias externas,
- que un fallo en el soporte material o en el soporte lógico del sistema de mando no provoque situaciones peligrosas,
- que los errores que afecten a la lógica del sistema de mando no provoquen situaciones peligrosas,
- que un error humano razonablemente previsible durante el funcionamiento no provoque situaciones peligrosas.

Deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- que la máquina no se ponga en marcha de manera intempestiva,
- que no varíen los parámetros de la máquina de forma incontrolada, cuando tal variación pueda dar lugar a situaciones peligrosas,
- que no se impida la parada de la máquina si ya se ha dado esa orden,
- que no se pueda producir la caída o proyección de ningún elemento móvil de la máquina o de ninguna pieza sujeta por ella,
- que no se impida la parada automática o manual de los elementos móviles, cualesquiera que estos sean,
- que los dispositivos de protección permanezcan totalmente operativos o emitan una orden de parada,
- que las partes del sistema de mando relativas a la seguridad se apliquen de forma coherente a la totalidad del conjunto de máquinas y/o de cuasi máquinas.

En caso de radio control, deberá producirse una parada automática cuando no se reciban las señales correctas de mando, incluyendo la pérdida de la comunicación.

#### 1.2.2. **Órganos de accionamiento**

Los órganos de accionamiento:

- serán claramente visibles e identificables mediante pictogramas cuando resulte adecuado,
- estarán colocados de tal manera que se puedan accionar con seguridad, sin vacilación ni pérdida de tiempo y de forma inequívoca,
- se diseñarán de tal manera que el movimiento del órgano de accionamiento sea coherente con el efecto ordenado,
- estarán colocados fuera de las zonas peligrosas excepto, si fuera necesario, determinados órganos de accionamiento, tales como una parada de emergencia o una consola de aprendizaje,
- estarán situados de forma que el hecho de accionarlos no acarree riesgos adicionales,
- estarán diseñados o irán protegidos de forma que el efecto deseado, cuando pueda acarrear un peligro, solo pueda conseguirse mediante una acción deliberada,
- estarán fabricados de forma que resistan los esfuerzos previsibles; se prestará una atención especial a los dispositivos de parada de emergencia que puedan estar sometidos a esfuerzos importantes.

Cuando se diseñe y fabrique un órgano de accionamiento para ejecutar varias acciones distintas, es decir, cuando su acción no sea unívoca, la acción ordenada deberá visualizarse de forma clara y, si fuera necesario, requerirá una confirmación.

Los órganos de accionamiento tendrán una configuración tal que su disposición, su recorrido y su esfuerzo resistente sean compatibles con la acción ordenada, habida cuenta de los principios ergonómicos.

La máquina deberá estar equipada con las indicaciones que sean necesarias para que pueda funcionar de manera segura. Desde el puesto de mando, el operador deberá poder leer las indicaciones de dichos dispositivos.

Desde cada puesto de mando, el operador deberá estar en situación de asegurarse de que nadie se halle en las zonas peligrosas, o bien el sistema de mando se debe diseñar y fabricar de manera que se impida la puesta en marcha mientras haya alguien en la zona peligrosa.

De no poder aplicarse ninguna de estas posibilidades, deberá producirse una señal de advertencia sonora o visual antes de que la máquina se ponga en marcha. Las personas expuestas deberán disponer de tiempo suficiente para abandonar la zona peligrosa o impedir la puesta en marcha de la máquina.

En caso necesario, deberán preverse los medios para que la máquina solamente pueda controlarse desde puestos de mando situados en una o varias zonas o emplazamientos predeterminados.

Cuando haya varios puestos de mando, el sistema de mando se debe diseñar de tal forma que la utilización de uno de ellos impida el uso de los demás, excepto los dispositivos de parada y de parada de emergencia.

Cuando la máquina disponga de varios puestos de mando, cada uno de ellos deberá estar equipado con todos los órganos de accionamiento necesarios sin que los operadores se molesten ni se pongan en peligro mutuamente.

### 1.2.3. **Puesta en marcha**

La puesta en marcha de una máquina solo deberá poder efectuarse mediante una acción voluntaria ejercida sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

Este requisito también será aplicable:

- a la puesta en marcha de nuevo tras una parada, sea cual sea la causa de esta última,
- a la orden de una modificación importante de las condiciones de funcionamiento.

No obstante, la puesta en marcha de nuevo tras una parada o la modificación de las condiciones de funcionamiento podrán efectuarse por una acción voluntaria sobre un dispositivo distinto del órgano de accionamiento previsto a tal efecto, siempre que ello no conduzca a una situación peligrosa.

En el caso de funcionamiento automático de una máquina, la puesta en marcha, la puesta en marcha de nuevo tras una parada o la modificación de las condiciones de funcionamiento podrán producirse sin intervención si ello no conduce a una situación peligrosa.

Cuando la máquina disponga de varios órganos de accionamiento para la puesta en marcha y los operadores puedan por tanto ponerse en peligro mutuamente, deberán existir dispositivos adicionales que eliminen tales riesgos. Si por motivos de seguridad es necesario que la puesta en marcha o la parada se realicen con arreglo a una secuencia concreta, existirán dispositivos que garanticen que esas operaciones se realicen en el orden correcto.

### 1.2.4. **Parada**

#### 1.2.4.1. **Parada normal**

Las máquinas estarán provistas de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones seguras.

Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar, en función de los peligros existentes, la totalidad o parte de las funciones de la máquina, de manera que la máquina quede en situación de seguridad.

La orden de parada de la máquina tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.

Una vez obtenida la parada de la máquina o de sus funciones peligrosas, se interrumpirá la alimentación de energía de los accionadores afectados.

#### 1.2.4.2. **Parada operativa**

Cuando por razones de funcionamiento se requiera una orden de parada que no interrumpa la alimentación de energía de los accionadores, se supervisarán y conservarán las condiciones de parada.

#### 1.2.4.3. **Parada de emergencia**

Las máquinas estarán provistas de uno o varios dispositivos de parada de emergencia por medio de los cuales se puedan evitar situaciones peligrosas que puedan producirse de forma inminente o que se estén produciendo.

Quedan excluidas de esta obligación:

- las máquinas en las que el dispositivo de parada de emergencia no pueda reducir el riesgo, ya sea porque no reduce el tiempo para obtener la parada normal o bien porque no permite adoptar las medidas particulares para hacer frente al riesgo,
- las máquinas portátiles y/o las máquinas guiadas a mano.

El dispositivo deberá:

- tener órganos de accionamiento claramente identificables, muy visibles y rápidamente accesibles,
- provocar la parada del proceso peligroso en el menor tiempo posible, sin crear nuevos riesgos,
- eventualmente, desencadenar o permitir que se desencadenen determinados movimientos de protección.

Cuando deje de accionarse el dispositivo de parada de emergencia una vez que se haya dado la orden de parada, esta orden deberá mantenerse mediante el bloqueo del dispositivo de parada de emergencia hasta que dicho bloqueo sea expresamente desactivado; el dispositivo no deberá poderse bloquear sin que genere una orden de parada; solo será posible desbloquear el dispositivo mediante una acción adecuada y este desbloqueo no deberá volver a poner en marcha la máquina, sino solo permitir que pueda volver a arrancar.

La función de parada de emergencia deberá estar disponible y ser operativa en todo momento, independientemente del modo de funcionamiento.

Los dispositivos de parada de emergencia deben servir para apoyar otras medidas de protección y no para sustituirlas.

#### 1.2.4.4. **Conjuntos de máquinas**

Si se trata de máquinas o de elementos de máquinas diseñados para funcionar conjuntamente, se deben diseñar y fabricar de manera que los dispositivos de parada, incluidos los dispositivos de parada de emergencia, puedan parar no solamente la máquina, sino también todos los equipos relacionados si el hecho de que sigan funcionando pudiera constituir un peligro.

#### 1.2.5. **Selección de modos de mando o de funcionamiento**

El modo de mando o de funcionamiento seleccionado tendrá prioridad sobre todos los demás modos de mando o de funcionamiento, a excepción de la parada de emergencia.

Si la máquina ha sido diseñada y fabricada para que pueda utilizarse según varios modos de mando o de funcionamiento que requieran distintas medidas de protección o procedimientos de trabajo, llevará un selector de modo de mando o de funcionamiento enclavable en cada posición. Cada una de las posiciones del selector debe ser claramente identificable y debe corresponder a un único modo de mando o de funcionamiento.

El selector podrá sustituirse por otros medios de selección con los que se pueda limitar la utilización de determinadas funciones de la máquina a determinadas categorías de operadores.

Si, en determinadas operaciones, la máquina ha de poder funcionar con un resguardo desplazado o retirado o con un dispositivo de protección neutralizado, el selector de modo de mando o de funcionamiento deberá, a la vez:

- anular todos los demás modos de mando o de funcionamiento,
- autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas únicamente mediante órganos de accionamiento que requieran un accionamiento mantenido,
- autorizar el funcionamiento de las funciones peligrosas solo en condiciones de riesgo reducido y evitando cualquier peligro derivado de una sucesión de secuencias,
- impedir que funcione cualquier función peligrosa mediante una acción voluntaria o involuntaria sobre los sensores de la máquina.

Si no pueden cumplirse de forma simultánea estas cuatro condiciones, el selector de modo de mando o de funcionamiento activará otras medidas preventivas diseñadas y fabricadas para garantizar una zona de intervención segura.

Además, desde el puesto de reglaje, el operador deberá poder controlar el funcionamiento de los elementos sobre los que esté actuando.

#### 1.2.6. **Fallo de la alimentación de energía**

La interrupción, el restablecimiento tras una interrupción o la variación, en el sentido que sea, de la alimentación de energía de la máquina no provocarán situaciones peligrosas.

Deberá prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- que la máquina no se ponga en marcha de manera intempestiva,
- que no varíen los parámetros de la máquina de forma incontrolada, cuando tal variación pueda dar lugar a situaciones peligrosas,
- que no se impida la parada de la máquina si ya se ha dado la orden,

- que no se pueda producir la caída o proyección de ningún elemento móvil de la máquina o de ninguna pieza sujeta por ella,
- que no se impida la parada automática o manual de los elementos móviles, cualesquiera que estos sean,
- que los dispositivos de protección permanezcan totalmente operativos o emitan una orden de parada.

### 1.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA PELIGROS MECÁNICOS

#### 1.3.1. **Riesgo de pérdida de estabilidad**

La máquina, así como sus elementos y equipos, deberán ser suficientemente estables para que se pueda evitar el vuelco, la caída o los movimientos incontrolados durante el transporte, montaje, desmontaje y cualquier otra acción relacionada con la máquina.

Si la propia forma de la máquina o la instalación a que se destina no permiten garantizar la suficiente estabilidad, habrá que disponer unos medios de fijación adecuados, que se indicarán en el manual de instrucciones.

#### 1.3.2. **Riesgo de rotura en servicio**

Tanto las partes de la máquina como las uniones entre ellas tendrán que poder resistir a las sollicitaciones a las que se vean sometidas durante la utilización.

Los materiales utilizados tendrán una resistencia suficiente, adaptada a las características del entorno de utilización previsto por el fabricante o su representante autorizado, en particular respecto a los fenómenos de fatiga, envejecimiento, corrosión y abrasión.

El manual de instrucciones debe indicar los tipos y la frecuencia de las inspecciones y mantenimientos necesarios por motivos de seguridad. En su caso, indicará las piezas que puedan desgastarse, así como los criterios para su sustitución.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, persistiera un riesgo de estallido o rotura, los elementos afectados estarán montados, dispuestos o provistos de protección de modo que se retenga cualquier fragmento evitando así situaciones peligrosas.

Los conductos rígidos o flexibles por los que circulen fluidos, especialmente a alta presión, tendrán que poder soportar las sollicitaciones internas y externas previstas; estarán sólidamente sujetos y/o provistos de protección para garantizar que no existan riesgos en caso de que se produzca una rotura.

En caso de avance automático del material que vaya a trabajarse hacia la herramienta, deberán darse las condiciones que figuran a continuación para evitar riesgos a las personas:

- cuando la herramienta y la pieza entren en contacto, la herramienta tendrá que haber alcanzado sus condiciones normales de trabajo,
- en el momento en que se produzca la puesta en marcha y/o la parada de la herramienta (voluntaria o accidentalmente), el movimiento de avance y el movimiento de la herramienta deberán estar coordinados.

#### 1.3.3. **Riesgos debidos a la caída y proyección de objetos**

Se deberán tomar precauciones para evitar las caídas o proyecciones de objetos que puedan presentar un riesgo.

#### 1.3.4. **Riesgos debidos a superficies, aristas o ángulos**

Los elementos de la máquina que sean accesibles no presentarán, en la medida que lo permita su función, ni aristas, ni ángulos pronunciados, ni superficies rugosas que puedan producir lesiones.

#### 1.3.5. **Riesgos debidos a las máquinas combinadas**

Cuando la máquina esté prevista para poder efectuar varias operaciones diferentes en las que se deba coger la pieza con las manos entre operación y operación (máquina combinada), se debe diseñar y fabricar de modo que cada elemento pueda utilizarse por separado sin que los elementos restantes constituyan un riesgo para las personas expuestas.

A tal fin, cada uno de los elementos, si careciera de protección, se deberá poder poner en marcha o parar individualmente.

#### 1.3.6. **Riesgos relacionados con las variaciones de las condiciones de funcionamiento**

En el caso de operaciones en condiciones de utilización diferentes, la máquina se debe diseñar y fabricar de forma que la elección y el reglaje de dichas condiciones puedan efectuarse de manera segura y fiable.

### 1.3.7. **Riesgos relacionados con los elementos móviles**

Los elementos móviles de la máquina se deben diseñar y fabricar a fin de evitar los riesgos de contacto que puedan provocar accidentes o, cuando subsistan los riesgos, estarán provistos de resguardos o de dispositivos de protección.

Deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar el bloqueo inesperado de los elementos móviles que intervienen en el trabajo. En caso de que la posibilidad de bloqueo subsistiese a pesar de las medidas tomadas, deberán preverse, cuando resulte adecuado, los necesarios dispositivos de protección y herramientas específicos que permitan desbloquear el equipo de manera segura.

El manual de instrucciones y, en su caso, una indicación inscrita en la máquina deberán mencionar dichos dispositivos de protección específicos y la manera de utilizarlos.

### 1.3.8. **Elección de la protección contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles**

Los resguardos o los dispositivos de protección diseñados para proteger contra los riesgos debidos a los elementos móviles se elegirán en función del riesgo existente. Para efectuar la elección se deben utilizar las indicaciones siguientes.

#### 1.3.8.1. **Elementos móviles de transmisión**

Los resguardos diseñados para proteger a las personas contra los peligros ocasionados por los elementos móviles de transmisión serán:

- resguardos fijos según lo indicado en el punto 1.4.2.1, o
- resguardos móviles con enclavamiento según lo indicado en el punto 1.4.2.2.

Se recurrirá a esta última solución si se prevén intervenciones frecuentes.

#### 1.3.8.2. **Elementos móviles que intervienen en el trabajo**

Los resguardos o los dispositivos de protección diseñados para proteger a las personas contra los riesgos ocasionados por los elementos móviles que intervienen en el trabajo serán:

- resguardos fijos según lo indicado en el punto 1.4.2.1, o
- resguardos móviles con enclavamiento según lo indicado en el punto 1.4.2.2, o
- dispositivos de protección según lo indicado en el punto 1.4.3, o
- una combinación de los anteriores.

No obstante, cuando determinados elementos móviles que intervengan directamente en el trabajo no se puedan hacer totalmente inaccesibles durante su funcionamiento debido a operaciones que exijan la intervención del operador, esos elementos estarán provistos de:

- resguardos fijos o resguardos móviles con enclavamiento que impidan el acceso a las partes de los elementos que no se utilicen para el trabajo, y
- resguardos regulables según lo indicado en el punto 1.4.2.3 que restrinjan el acceso a las partes de los elementos móviles a las que sea necesario acceder.

### 1.3.9. **Riesgos debidos a movimientos no intencionados**

Cuando se haya parado un elemento de una máquina, la deriva a partir de la posición de parada, por cualquier motivo que no sea la acción sobre los órganos de accionamiento, deberá impedirse o será tal que no entrañe peligro alguno.

## 1.4. CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN REUNIR LOS RESGUARDOS Y LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

### 1.4.1. **Requisitos generales**

Los resguardos y los dispositivos de protección:

- serán de fabricación robusta,
- deberán mantenerse sólidamente en su posición,
- no ocasionarán peligros suplementarios,

- no podrán ser burlados o anulados con facilidad,
- deberán estar situados a una distancia adecuada de la zona peligrosa,
- deberán restringir lo menos posible la observación del proceso productivo, y
- deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso exclusivamente al sector donde deba realizarse el trabajo y, ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo o neutralizar el dispositivo de protección.

Además, los resguardos deberán, en la medida de lo posible, proteger contra la proyección o la caída de materiales u objetos y las emisiones generadas por la máquina.

#### 1.4.2. **Requisitos específicos para los resguardos**

##### 1.4.2.1. **Resguardos fijos**

La fijación de los resguardos fijos estará garantizada por sistemas que solo se puedan abrir o desmontar mediante herramientas.

Los sistemas de fijación deberán permanecer unidos a los resguardos o a la máquina cuando se desmonten los resguardos.

En la medida de lo posible, los resguardos no podrán permanecer en su posición si carecen de sus medios de fijación.

##### 1.4.2.2. **Resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento**

Los resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento:

- siempre que ello sea posible, habrán de permanecer unidos a la máquina cuando se abran,
- se deben diseñar y fabricar de forma que solo se puedan regular mediante una acción voluntaria.

Los resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento estarán asociados a un dispositivo de enclavamiento de manera que:

- impida la puesta en marcha de funciones peligrosas de la máquina mientras los resguardos no estén cerrados, y
- genere una orden de parada cuando dejen de estar cerrados.

Cuando sea posible para un operador alcanzar la zona peligrosa antes de que haya cesado el riesgo que entrañan las funciones peligrosas de la máquina, los resguardos móviles estarán asociados, además de a un dispositivo de enclavamiento, a un dispositivo de bloqueo que:

- impida la puesta en marcha de funciones peligrosas de la máquina mientras el resguardo no esté cerrado y bloqueado, y
- mantenga el resguardo cerrado y bloqueado hasta que cese el riesgo de sufrir daños a causa de las funciones peligrosas de la máquina.

Los resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento se deben diseñar de forma que la ausencia o el fallo de uno de sus componentes impida la puesta en marcha o provoque la parada de las funciones peligrosas de la máquina.

##### 1.4.2.3. **Resguardos regulables que restrinjan el acceso**

Los resguardos regulables que restrinjan el acceso a las partes de los elementos móviles estrictamente necesarias para el trabajo:

- deberán poder regularse manual o automáticamente, según el tipo de trabajo que vaya a realizarse,
- deberán poder regularse fácilmente sin herramientas.

##### 1.4.3. **Requisitos específicos para los dispositivos de protección**

Los dispositivos de protección estarán diseñados e incorporados al sistema de mando de manera que:

- sea imposible que los elementos móviles empiecen a funcionar mientras el operador pueda entrar en contacto con ellos,

- ninguna persona pueda entrar en contacto con los elementos móviles mientras estén en movimiento, y
- la ausencia o el fallo de uno de sus componentes impedirá la puesta en marcha o provocará la parada de los elementos móviles.

Para regular los dispositivos de protección se precisará una acción voluntaria.

#### 1.5. RIESGOS DEBIDOS A OTROS PELIGROS

##### 1.5.1. **Energía eléctrica**

Si la máquina se alimenta con energía eléctrica, se debe diseñar, fabricar y equipar de manera que se eviten o se puedan evitar todos los peligros de origen eléctrico.

Los objetivos en materia de seguridad establecidos en la Directiva 73/23/CEE se aplicarán a las máquinas. No obstante, las obligaciones relativas a la evaluación de conformidad y la comercialización y/o puesta en servicio de una máquina con respecto a los peligros provocados por la energía eléctrica se regularán exclusivamente por la presente Directiva.

##### 1.5.2. **Electricidad estática**

La máquina se debe diseñar y fabricar para evitar o restringir la aparición de cargas electrostáticas que puedan ser peligrosas o dispondrá de medios para poder evacuarlas.

##### 1.5.3. **Energías distintas de la eléctrica**

Si la máquina se alimenta con fuentes de energía distinta de la eléctrica, se debe diseñar, fabricar y equipar para prevenir todos los posibles riesgos ligados a estas fuentes de energía.

##### 1.5.4. **Errores de montaje**

Los errores susceptibles de ser cometidos en el montaje o reposición de determinadas piezas que pudiesen provocar riesgos deberán imposibilitarse mediante el diseño y la fabricación de dichas piezas o, en su defecto, mediante indicaciones que figuren en las propias piezas y/o en sus respectivos cárteres. Las mismas indicaciones figurarán en los elementos móviles o en sus respectivos cárteres cuando, para evitar un riesgo, sea preciso conocer el sentido del movimiento.

En su caso, el manual de instrucciones deberá incluir información complementaria sobre estos riesgos.

Cuando una conexión defectuosa pueda originar riesgos, cualquier conexión errónea deberá hacerse imposible por el propio diseño o, en su defecto, por indicaciones que figuren en los elementos que deben conectarse o, cuando proceda, en los medios de conexión.

##### 1.5.5. **Temperaturas extremas**

Se adoptarán medidas para evitar cualquier riesgo de lesión por contacto o proximidad con piezas o materiales a temperatura elevada o muy baja.

Se adoptarán, asimismo, las medidas necesarias para evitar o proteger contra el riesgo de proyección de materias calientes o muy frías.

##### 1.5.6. **Incendio**

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier riesgo de incendio o de sobrecalentamiento provocado por la máquina en sí o por los gases, líquidos, polvos, vapores y demás sustancias producidas o utilizadas por la máquina.

##### 1.5.7. **Explosión**

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se evite cualquier riesgo de explosión provocado por la propia máquina o por los gases, líquidos, polvos, vapores y demás sustancias producidas o utilizadas por la máquina.

En lo que respecta a los riesgos de explosión debidos a la utilización de la máquina en una atmósfera potencialmente explosiva, la máquina deberá ser conforme a las disposiciones de las directivas comunitarias específicas.

**1.5.8. Ruido**

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los riesgos que resulten de la emisión del ruido aéreo producido se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción del ruido, especialmente en su fuente.

El nivel de ruido emitido podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares.

**1.5.9. Vibraciones**

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los riesgos que resulten de las vibraciones que ella produzca se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción de las vibraciones, especialmente en su fuente.

El nivel de vibraciones producidas podrá evaluarse tomando como referencia los datos de emisión comparativos de máquinas similares.

**1.5.10. Radiaciones**

Las radiaciones no deseadas de la máquina deberán eliminarse o reducirse a niveles que no afecten perjudicialmente a las personas.

Cualquier radiación ionizante funcional emitida por la máquina se limitará al nivel mínimo necesario para garantizar el funcionamiento correcto de la máquina durante su instalación, funcionamiento y limpieza. Cuando exista un riesgo, se adoptarán las medidas de protección necesarias.

Cualquier radiación no ionizante funcional emitida durante la instalación, funcionamiento y limpieza se limitará a niveles que no afecten perjudicialmente a las personas.

**1.5.11. Radiaciones exteriores**

La máquina se debe diseñar y fabricar de forma que las radiaciones exteriores no perturben su funcionamiento.

**1.5.12. Radiaciones láser**

Si se utilizan equipos láser, se deberán tener en cuenta las normas siguientes:

- los equipos láser de las máquinas se deben diseñar y fabricar de forma que se evite toda radiación involuntaria,
- los equipos láser de las máquinas dispondrán de protección de forma que no perjudiquen a la salud ni las radiaciones útiles, ni la radiación producida por reflexión o difusión, ni la radiación secundaria,
- los equipos ópticos para la observación o el reglaje de equipos láser de las máquinas deben ser tales que no den lugar a riesgo alguno para la salud debido a las radiaciones láser.

**1.5.13. Emisiones de materiales y sustancias peligrosas**

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se puedan evitar los riesgos de inhalación, ingestión, contacto con la piel, ojos y mucosas, y penetración por la piel, de materiales y sustancias peligrosas producidos por ella.

Cuando resulte imposible eliminar este peligro, la máquina estará equipada para captar, evacuar, precipitar mediante pulverización de agua, filtrar o tratar mediante otro método igualmente eficaz los materiales y sustancias peligrosos.

Si el proceso no es totalmente cerrado durante el funcionamiento normal de la máquina, los dispositivos de captación y/o evacuación estarán situados de manera que produzcan un efecto máximo.

**1.5.14. Riesgo de quedar atrapado en una máquina**

La máquina se debe diseñar, fabricar o equipar con medios que impidan que una persona quede encerrada en ella o, si esto no es posible, que le permitan pedir ayuda.

**1.5.15. Riesgo de patinar, tropezar o caer**

Las partes de la máquina sobre las que esté previsto que puedan desplazarse o estacionarse personas se deben diseñar y fabricar de manera que se evite que dichas personas resbalen, tropiecen o caigan sobre esas partes o fuera de ellas.

Cuando proceda, dichas partes estarán equipadas de asideros fijos que permitan conservar la estabilidad.

**1.5.16. Rayos**

Las máquinas que requieran protección contra los efectos de los rayos durante su utilización deberán estar equipadas con un sistema que permita conducir a tierra la carga eléctrica resultante.

**1.6. MANTENIMIENTO****1.6.1. Mantenimiento de la máquina**

Los puntos de reglaje y de mantenimiento estarán situados fuera de las zonas peligrosas. Las operaciones de reglaje, mantenimiento, reparación, limpieza y las intervenciones sobre la máquina deberán poder efectuarse con la máquina parada.

Si al menos una de las anteriores condiciones no pudiera cumplirse por motivos técnicos, se adoptarán medidas para garantizar que dichas operaciones puedan efectuarse de forma segura (véase, en particular, el punto 1.2.5).

Para las máquinas automatizadas y, en su caso, para otras máquinas, deberá preverse un dispositivo de conexión que permita montar un equipo de diagnóstico de averías.

Los elementos de una máquina automatizada que deban sustituirse con frecuencia, deberán poder desmontarse y volver a montarse fácilmente y con total seguridad. El acceso a estos elementos debe permitir que estas tareas se lleven a cabo con los medios técnicos necesarios siguiendo un *modus operandi* definido previamente.

**1.6.2. Acceso a los puestos de trabajo o a los puntos de intervención**

La máquina se debe diseñar y fabricar con medios de acceso que permitan llegar con total seguridad a todas las zonas en las que se requiera intervenir durante su funcionamiento, reglaje y mantenimiento.

**1.6.3. Separación de las fuentes de energía**

La máquina estará provista de dispositivos que permitan aislarla de cada una de sus fuentes de energía. Dichos dispositivos serán claramente identificables. Deberán poder ser bloqueados si al conectarse de nuevo pudieran poner en peligro a las personas. Los dispositivos también deberán poder ser bloqueados cuando el operador no pueda comprobar, desde todos los puestos a los que tenga acceso, la permanencia de dicha separación.

En el caso de máquinas que puedan enchufarse a una toma de corriente, la desconexión de la clavija será suficiente, siempre que el operador pueda comprobar, desde todos los puestos a los que tenga acceso, la permanencia de dicha desconexión.

La energía residual o almacenada en los circuitos de la máquina tras su aislamiento debe poder ser disipada normalmente sin riesgo para las personas.

No obstante el requisito de los párrafos anteriores, algunos circuitos podrán permanecer conectados a su fuente de energía para posibilitar, por ejemplo, el mantenimiento de piezas, la protección de información, el alumbrado de las partes internas, etc. En tal caso, deberán adoptarse medidas especiales para garantizar la seguridad de los operadores.

**1.6.4. Intervención del operador**

Las máquinas se deben diseñar, fabricar y equipar de forma que se limiten las causas de intervención de los operadores. Siempre que no pueda evitarse la intervención del operador, esta deberá poder efectuarse con facilidad y seguridad.

**1.6.5. Limpieza de las partes interiores**

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que sea posible limpiar las partes interiores que hayan contenido sustancias o preparados peligrosos sin penetrar en ellas; asimismo, el posible desagüe de estas deberá poder realizarse desde el exterior. Si fuese imposible evitar tener que penetrar en, esta se debe diseñar y fabricar de forma que sea posible efectuar la limpieza con total seguridad.

## 1.7. INFORMACIÓN

### 1.7.1. *Información y señales de advertencia sobre la máquina*

La información y las señales de advertencia sobre la máquina se deben proporcionar, preferentemente, en forma de pictogramas o símbolos fácilmente comprensibles. Cualquier información o señal de advertencia verbal o escrita se expresará en la lengua o lenguas oficiales de la Comunidad que pueda ser determinada, de acuerdo con el Tratado, por el Estado miembro en el que se comercialice y/o ponga en servicio la máquina y puede ir acompañada, si así se solicita, por las versiones en otras lenguas oficiales de la Comunidad que comprendan los operadores.

#### 1.7.1.1. **Información y dispositivos de información**

La información necesaria para el manejo de una máquina deberá carecer de ambigüedades y ser de fácil comprensión. No deberá ser excesiva hasta el punto que constituya una sobrecarga para el operador.

Las pantallas de visualización o cualesquiera otros medios de comunicación interactivos entre el operador y la máquina deberán ser de fácil comprensión y utilización.

#### 1.7.1.2. **Dispositivos de advertencia**

Cuando la salud y la seguridad de las personas puedan estar en peligro por funcionamiento defectuoso de una máquina que funcione sin vigilancia, esta deberá estar equipada de manera que advierta de ello mediante una señal acústica o luminosa adecuada.

Si la máquina lleva dispositivos de advertencia, estos no serán ambiguos y se percibirán fácilmente. Se adoptarán medidas para que el operador pueda verificar si estos dispositivos de advertencia siguen siendo eficaces.

Se aplicarán las prescripciones de las directivas comunitarias específicas sobre colores y señales de seguridad.

### 1.7.2. *Advertencia de los riesgos residuales*

Si, a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de los protectores y otras medidas de protección complementarias adoptados, existen riesgos, deberán colocarse las señales de advertencia necesarias.

### 1.7.3. *Marcado de las máquinas*

Cada máquina llevará, de forma visible, legible e indeleble, como mínimo las indicaciones siguientes:

- la razón social y la dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado,
- la designación de la máquina,
- el marcado CE (véase el anexo III),
- la designación de la serie o del modelo,
- el número de serie, si existiera,
- el año de fabricación, es decir, el año del final del proceso de fabricación.

Está prohibido indicar una fecha anterior o posterior en la máquina al aplicar el marcado CE.

Además, la máquina diseñada y fabricada para utilizarse en una atmósfera potencialmente explosiva debe llevar el marcado correspondiente.

En función del tipo de máquina, esta deberá llevar también todas las indicaciones que sean indispensables para un empleo seguro. Dichas indicaciones deberán cumplir los requisitos establecidos en el punto 1.7.1.

Cuando un elemento de la máquina deba ser manipulado durante su utilización, mediante aparatos de elevación, su masa deberá estar inscrita de forma legible, duradera y no ambigua.

### 1.7.4. *Manual de instrucciones*

Cada máquina deberá ir acompañada de un manual de instrucciones en la lengua o lenguas oficiales comunitarias del Estado miembro donde se comercialice y/o se ponga en servicio la máquina.

El manual de instrucciones que acompañe a la máquina será un «Manual original» o una «Traducción del manual original»; en este último caso, la traducción irá acompañada obligatoriamente de un «Manual original».

No obstante, las instrucciones para el mantenimiento destinadas al personal especializado habilitado por el fabricante o su representante autorizado podrán ser suministradas en una sola de las lenguas de la Comunidad que comprenda dicho personal especializado.

El manual de instrucciones estará redactado según los principios que se enumeran a continuación.

#### 1.7.4.1. Principios generales de redacción del manual de instrucciones

- a) El manual de instrucciones estará redactado en una o varias de las lenguas oficiales de la Comunidad. La mención «Manual original» deberá figurar en la versión o versiones lingüísticas comprobadas por el fabricante o por su representante autorizado.
- b) Cuando no exista un «Manual original» en la lengua o lenguas oficiales del país de utilización, el fabricante o su representante autorizado, o el responsable de la introducción de la máquina en la zona lingüística de que se trate, deberá proporcionar una traducción en esa lengua o lenguas oficiales. Estas traducciones incluirán la mención «Traducción del manual original».
- c) El contenido del manual de instrucciones no solo deberá tener en cuenta el uso previsto de la máquina, sino también su mal uso razonablemente previsible.
- d) En el caso de máquinas destinadas a usuarios no profesionales, en la redacción y la presentación del manual de instrucciones se tendrá en cuenta el nivel de formación general y la perspicacia que, razonablemente, pueda esperarse de dichos usuarios.

#### 1.7.4.2. Contenido del manual de instrucciones

Cada manual de instrucciones contendrá como mínimo, cuando proceda, la información siguiente:

- a) la razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado;
- b) la designación de la máquina, tal como se indique sobre la propia máquina, con excepción del número de serie (véase el punto 1.7.3);
- c) la declaración CE de conformidad o un documento que exponga el contenido de dicha declaración y en el que figuren las indicaciones de la máquina sin que necesariamente deba incluir el número de serie y la firma;
- d) una descripción general de la máquina;
- e) los planos, diagramas, descripciones y explicaciones necesarias para el uso, el mantenimiento y la reparación de la máquina, así como para comprobar su correcto funcionamiento;
- f) una descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores;
- g) una descripción del uso previsto de la máquina;
- h) advertencias relativas a los modos que, por experiencia, pueden presentarse, en los que no se debe utilizar una máquina;
- i) las instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina;
- j) las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones;
- k) las instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores;
- l) información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de los protectores y otras medidas de protección complementarias adoptados;
- m) instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo, cuando proceda, los equipos de protección individual a prever;
- n) las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina;
- o) las condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible;
- p) instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina y la de sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado;
- q) el modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería; si es probable que se produzca un bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad;

- r) la descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se han de cumplir;
- s) instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, incluidas las medidas preventivas que deben adoptarse durante este tipo de operaciones;
- t) las características de las piezas de recambio que deben utilizarse, cuando estas afecten a la salud y seguridad de los operadores;
- u) las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido:
  - el nivel de presión acústica de emisión ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere 70 dB(A); si este nivel fuera inferior o igual a 70 dB(A), deberá mencionarse,
  - el valor máximo de la presión acústica instantánea ponderado C en los puestos de trabajo, cuando supere 63 Pa (130 dB con relación a 20 µPa),
  - el nivel de potencia acústica ponderado A emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo, 80 dB(A).

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando la máquina sea de muy grandes dimensiones, la indicación del nivel de potencia acústica ponderado A podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica de emisión ponderados A en lugares especificados en torno a la máquina.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina. Cuando se indiquen los valores de emisión de ruido, se especificará la incertidumbre asociada a dichos valores. Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para esta.

Cuando el o los puestos de trabajo no estén definidos o no puedan definirse, la medición del nivel de presión acústica ponderado A se efectuará a 1 m de la superficie de la máquina y a una altura de 1,6 metros por encima del suelo o de la plataforma de acceso. Se indicará la posición y el valor de la presión acústica máxima.

Cuando existan directivas comunitarias específicas que prevean otros requisitos para medir el nivel de presión acústica o el nivel de potencia acústica, se aplicarán estas directivas y no se aplicarán los requisitos correspondientes del presente punto;

- v) cuando sea probable que la máquina emita radiaciones no ionizantes que puedan causar daños a las personas, en particular a las personas portadoras de dispositivos médicos implantables activos o inactivos, información sobre la radiación emitida para el operador y las personas expuestas.

#### 1.7.4.3. Información publicitaria

La información publicitaria que describa la máquina no deberá contradecir al manual de instrucciones en lo que respecta a los aspectos de salud y seguridad. La información publicitaria que describa las características de funcionamiento de la máquina deberá contener la misma información que el manual de instrucciones acerca de las emisiones.

## 2. REQUISITOS ESENCIALES COMPLEMENTARIOS DE SEGURIDAD Y DE SALUD PARA ALGUNAS CATEGORÍAS DE MÁQUINAS

Las máquinas destinadas a los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos, las máquinas portátiles y las máquinas guiadas a mano, las máquinas portátiles de fijación y otras máquinas portátiles de impacto, y las máquinas para trabajar la madera y materias de características físicas similares deberán responder al conjunto de requisitos esenciales de seguridad y de salud descritos en el presente capítulo (véase el punto 4 de los Principios generales).

### 2.1. MÁQUINAS DESTINADAS A LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS, COSMÉTICOS O FARMACÉUTICOS

#### 2.1.1. Datos generales

Las máquinas previstas para ser utilizadas con productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos se deben diseñar y fabricar de forma que se eviten los riesgos de infección, enfermedad y contagio.

Deben observarse los siguientes requisitos:

- a) los materiales que entren o puedan entrar en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos deberán cumplir las directivas que les sean aplicables. La máquina se debe diseñar y fabricar de tal modo que dichos materiales puedan limpiarse antes de cada utilización; cuando esto no sea posible, se utilizarán elementos desechables;
- b) todas las superficies en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos que no sean superficies de elementos desechables:
  - serán lisas y no tendrán ni rugosidades ni cavidades que puedan albergar materias orgánicas. Se aplicará el mismo principio a las uniones entre dos superficies,
  - se deben diseñar y fabricar de manera que se reduzcan al máximo los salientes, los rebordes y los repliegues de los ensamblajes,
  - deberán poder limpiarse y desinfectarse fácilmente, cuando sea necesario, previa retirada de aquellas partes que sean fácilmente desmontables. Las superficies internas estarán empalmadas por cavetos de radio suficiente para posibilitar una limpieza completa;
- c) los líquidos, gases y aerosoles procedentes de los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos, y de los productos de limpieza, desinfección y aclarado habrán de poder ser completamente desalojados de la máquina (si es posible, en una posición de «limpieza»);
- d) la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se pueda evitar toda infiltración de sustancias, toda acumulación de materias orgánicas o penetración de seres vivos y, en particular, de insectos, en las zonas que no puedan limpiarse;
- e) la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los productos auxiliares que representen un peligro para la salud, incluidos los lubricantes utilizados, no puedan entrar en contacto con los productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos. En su caso, la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que pueda comprobarse el cumplimiento permanente de esta condición.

#### 2.1.2. **Manual de instrucciones**

En el manual de instrucciones de las máquinas previstas para ser utilizadas con productos alimenticios, cosméticos o farmacéuticos se indicarán los productos y métodos de limpieza, desinfección y aclarado aconsejados, no solo para las partes fácilmente accesibles sino también para las partes cuyo acceso fuera imposible o estuviera desaconsejado.

## 2.2. MÁQUINAS PORTÁTILES Y MÁQUINAS GUIADAS A MANO

### 2.2.1. **Datos generales**

Las máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano:

- según el tipo, poseerán una superficie de apoyo de dimensiones suficientes y tendrán los suficientes medios de presión y de sujeción correctamente dimensionados, dispuestos de manera que la estabilidad de la máquina pueda garantizarse en las condiciones de funcionamiento previstas,
- salvo si ello fuera técnicamente imposible o si existiera un órgano de accionamiento independiente, en el caso de que los medios de presión no puedan soltarse con total seguridad, llevarán órganos de accionamiento de puesta en marcha y de parada dispuestos de tal manera que el operador no tenga que soltar los medios de presión para accionarlos,
- no presentarán riesgos de puesta en marcha intempestiva o de seguir funcionando después de que el operador haya soltado los medios de presión. Habría que tomar medidas equivalentes si este requisito no fuera técnicamente realizable,
- permitirán, en caso necesario, la observación visual de la zona peligrosa y de la acción de la herramienta en el material que se esté trabajando.

Los medios de presión de las máquinas portátiles se deben diseñar y fabricar de manera que sea fácil la puesta en marcha y la parada.

#### 2.2.1.1. **Manual de instrucciones**

En el manual de instrucciones se indicará lo siguiente sobre las vibraciones que emitan las máquinas portátiles y las máquinas guiadas a mano:

- el valor total de la vibración a la que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando exceda de 2,5 m/s<sup>2</sup>. Cuando este valor no exceda de 2,5 m/s<sup>2</sup>, se deberá mencionar este particular,
- la incertidumbre de la medición.

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos relativos a las vibraciones se deben medir utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina.

Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los métodos utilizados para esta, o la referencia a la norma armonizada aplicada.

## 2.2.2. *Máquinas portátiles de fijación y otras máquinas de impacto portátiles*

### 2.2.2.1. **Generalidades**

En particular, las máquinas portátiles de fijación y otras máquinas de impacto portátiles se deben diseñar y fabricar de manera que:

- la energía se transmita al elemento que sufre el impacto mediante un elemento intermedio solidario a la máquina,
- un dispositivo de validación impedirá el impacto mientras la máquina no esté en la posición correcta con una presión apropiada en el material de base,
- se impida la puesta en marcha involuntaria; en caso necesario, para que se desencadene un impacto se requerirá la oportuna secuencia de acciones sobre el dispositivo de validación y el órgano de accionamiento,
- durante la manutención o en caso de golpe, se impida la puesta en marcha accidental,
- las operaciones de carga y descarga puedan llevarse a cabo fácilmente y con total seguridad.

En caso necesario, podrá equiparse la máquina con resguardos contra astillas, y el fabricante de la máquina deberá facilitar los resguardos oportunos.

### 2.2.2.2. **Manual de instrucciones**

En el manual de instrucciones se deben dar las indicaciones necesarias relativas a:

- los accesorios y equipos intercambiables que puedan usarse con la máquina,
- los elementos de fijación apropiados u otros elementos a someter al impacto que deben usarse con la máquina,
- en su caso, los cartuchos apropiados que deben usarse.

## 2.3. MÁQUINAS PARA TRABAJAR LA MADERA Y MATERIAS CON CARACTERÍSTICAS FÍSICAS SEMEJANTES

Las máquinas para trabajar la madera y materias con características físicas semejantes deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) la máquina se debe diseñar, fabricar o equipar de forma que la pieza que hay que trabajar pueda colocarse y guiarse con total seguridad; cuando se coja la pieza con la mano sobre una mesa de trabajo, esta deberá garantizar una estabilidad suficiente durante el trabajo y no deberá estorbar el desplazamiento de la pieza;
- b) cuando la máquina pueda utilizarse en condiciones que ocasionen un riesgo de proyección de las piezas que van a trabajarse o de partes de ellas, se debe diseñar, fabricar o equipar de forma que se impida dicha proyección o, si esto no fuera posible, de forma que la proyección no produzca riesgos para el operador y/o las personas expuestas;
- c) cuando exista el riesgo de entrar en contacto con la herramienta mientras esta desacelera, la máquina deberá estar equipada de freno automático de forma que pare la herramienta en un tiempo suficientemente corto;
- d) cuando la herramienta esté integrada en una máquina que no esté totalmente automatizada, esta se debe diseñar y fabricar de modo que se elimine o reduzca el riesgo de lesión por accidente.

## 3. REQUISITOS ESENCIALES COMPLEMENTARIOS DE SEGURIDAD Y DE SALUD PARA NEUTRALIZAR LOS PELIGROS DEBIDOS A LA MOVILIDAD DE LAS MÁQUINAS

Las máquinas que presenten peligros debidos a su movilidad deberán responder al conjunto de requisitos esenciales de seguridad y de salud descritos en el presente capítulo (véase el punto 4 de los Principios generales).

### 3.1. GENERALIDADES

#### 3.1.1. *Definiciones*

- a) «Máquina que presenta peligros debidos a su movilidad»:
- máquina cuyo funcionamiento exija ya sea movilidad durante el trabajo, ya sea un desplazamiento continuo o semicontinuo en una sucesión de puntos de trabajo fijos, o
  - máquina cuyo funcionamiento se efectúe sin desplazamiento pero que pueda estar provista de medios que permitan desplazarla más fácilmente de un lugar a otro.
- b) «Conductor»: operador encargado del desplazamiento de una máquina. El conductor podrá ir a bordo de la máquina o a pie acompañando la máquina, o bien guiarla mediante mando a distancia.

### 3.2. PUESTOS DE TRABAJO

#### 3.2.1. *Puesto de conducción*

La visibilidad desde el puesto de conducción deberá permitir al conductor manipular la máquina y sus herramientas, en las condiciones de uso previsibles, con total seguridad para sí mismo y para las personas expuestas. Si resulta necesario, deberán preverse dispositivos adecuados que remedien los peligros debidos a la insuficiencia de visibilidad directa.

Las máquinas con conductor a bordo se deben diseñar y fabricar de modo que, desde los puestos de conducción, no exista riesgo de que el conductor entre inadvertidamente en contacto con las ruedas o las cadenas.

El puesto de conducción del conductor a bordo se debe diseñar y fabricar de manera que pueda ir provisto de una cabina, siempre que ello no incremente el riesgo y siempre que las dimensiones lo permitan. La cabina deberá disponer de un lugar destinado a colocar las instrucciones necesarias para el conductor.

#### 3.2.2. *Asientos*

Cuando exista riesgo de que los operadores u otras personas que transporte la máquina queden aplastadas entre elementos de la máquina y el suelo en caso de vuelco o inclinación, en particular por lo que respecta a las máquinas equipadas con las estructuras de protección a que se refieren los puntos 3.4.3 y 3.4.4, sus asientos se deben diseñar o equipar con un dispositivo de retención que mantenga a las personas en sus asientos, sin que restrinja los movimientos necesarios para las operaciones o los movimientos con respecto a la estructura debidos a la suspensión de los asientos. Dichos dispositivos de retención no deberán instalarse si incrementan el riesgo.

#### 3.2.3. *Puestos para otras personas*

Si las condiciones de utilización requieren que otras personas aparte del conductor sean transportadas ocasional o regularmente por la máquina, o que trabajen en ella, se deben prever puestos adecuados de forma que dicho transporte o trabajo no supongan ningún riesgo.

Los párrafos segundo y tercero del punto 3.2.1 se aplicarán igualmente a los puestos previstos para otras personas aparte del conductor.

### 3.3. SISTEMAS DE MANDO

En caso necesario se preverán los medios para impedir el uso no autorizado de los órganos de accionamiento.

En el caso de mando a distancia, todas las unidades de mando deberán indicar claramente cuáles son la máquina o las máquinas destinadas a ser accionadas desde dicha unidad.

El sistema de mando a distancia se debe diseñar y fabricar de modo que afecte solo:

- a la máquina en cuestión,
- a las funciones en cuestión.

La máquina controlada a distancia se debe diseñar y fabricar de modo que responda únicamente a las señales de las unidades de mando previstas.

### 3.3.1. *Órganos de accionamiento*

Desde el puesto de conducción, el conductor deberá poder accionar todos los órganos de accionamiento necesarios para el funcionamiento de la máquina, salvo para las funciones que solo puedan realizarse con total seguridad utilizando órganos de accionamiento situados en otra parte. Entre estas funciones figuran, en particular, aquellas de las que son responsables otros operadores aparte del conductor, o para las cuales el conductor debe abandonar el puesto de conducción con objeto de controlarlas con total seguridad.

Cuando existan pedales, deben estar diseñados, fabricados y dispuestos de forma que puedan ser accionados con total seguridad por el conductor, con un riesgo mínimo de accionamiento incorrecto. Los pedales deberán presentar una superficie antideslizante y ser de fácil limpieza.

Cuando su accionamiento pueda suponer riesgos, especialmente movimientos peligrosos, los órganos de accionamiento de la máquina, excepto los que tengan diversas posiciones predeterminadas, deberán volver a una posición neutra en cuanto el operador los suelte.

En el caso de máquinas con ruedas, el mecanismo de dirección se debe diseñar y fabricar de modo que reduzca la fuerza de los movimientos bruscos del volante o de la palanca de dirección como resultado de choques sobre las ruedas directrices.

Todo órgano de bloqueo del diferencial deberá estar diseñado y dispuesto de modo que permita desbloquear el diferencial cuando la máquina esté en movimiento.

El párrafo sexto del punto 1.2.2, relativo a las señales de advertencia sonoras o visuales, se aplicará solo en el caso del retroceso.

### 3.3.2. *Puesta en marcha/desplazamiento*

El desplazamiento de una máquina automotora con conductor a bordo solo podrá efectuarse si el conductor se encuentra en su puesto de mando.

Cuando, por necesidades de su funcionamiento, una máquina esté equipada con dispositivos que sobresalgan de su gálibo normal (por ejemplo, estabilizadores, brazos, etc.), será preciso que el conductor disponga de medios que le permitan verificar con facilidad, antes de desplazarla, que dichos dispositivos se encuentran en una posición que permita un desplazamiento seguro.

Este mismo requisito se aplicará a todos los demás elementos que, para hacer posible un desplazamiento seguro, deban ocupar una posición definida, bloqueada si es necesario.

Cuando ello no ocasione otros riesgos, el desplazamiento de la máquina deberá estar supeditado a la posición segura de los elementos citados anteriormente.

La máquina no deberá poder desplazarse involuntariamente cuando se ponga en marcha el motor.

### 3.3.3. *Función de desplazamiento*

Sin perjuicio de las normas obligatorias para la circulación por carretera, las máquinas automotoras y sus remolques deberán cumplir los requisitos para la desaceleración, parada, frenado e inmovilización que garanticen la seguridad en todas las condiciones previstas de funcionamiento, carga, velocidad, estado del suelo y pendientes.

El conductor deberá poder desacelerar y detener una máquina automotora mediante un dispositivo principal. En la medida en que la seguridad lo exija, y en caso de que falle el dispositivo principal, o cuando no haya la energía necesaria para accionar este dispositivo, deberá existir un dispositivo de emergencia, con un órgano de accionamiento totalmente independiente y fácilmente accesible, que permita decelerar y parar la máquina.

En la medida en que la seguridad lo exija, para mantener inmóvil la máquina deberá existir un dispositivo de estacionamiento. Dicho dispositivo podrá integrarse en uno de los dispositivos mencionados en el segundo párrafo, siempre que se trate de un dispositivo puramente mecánico.

Una máquina controlada a distancia deberá disponer de dispositivos para obtener la parada automática e inmediata de la máquina y para impedir un funcionamiento potencialmente peligroso en las situaciones siguientes:

- si el conductor pierde el control,
- si la máquina recibe una señal de parada,
- cuando se detecte un fallo en una parte del sistema relativa a la seguridad,
- cuando no se haya detectado una señal de validación durante un plazo especificado.

El punto 1.2.4 no se aplicará a la función de desplazamiento.

### 3.3.4. **Desplazamiento de máquinas con conductor a pie**

En el caso de las máquinas automotoras con conductor a pie, los desplazamientos solo se podrán producir si el conductor mantiene accionado el órgano de accionamiento correspondiente. En particular, la máquina no deberá poder desplazarse cuando se ponga en marcha el motor.

Los sistemas de mando de las máquinas con conductor a pie se deben diseñar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos debidos al desplazamiento inesperado de la máquina hacia el conductor, en particular los riesgos de:

- aplastamiento,
- lesiones debidas a las herramientas rotativas.

La velocidad de desplazamiento de la máquina deberá ser compatible con la velocidad de un conductor a pie.

En el caso de las máquinas a las que se pueda acoplar una herramienta rotativa, deberá ser imposible accionar la herramienta rotativa mientras esté activada la marcha atrás, a menos que el desplazamiento de la máquina sea resultado del movimiento de la herramienta. En este último caso, la velocidad de marcha atrás deberá ser tal que no represente peligro alguno para el conductor.

### 3.3.5. **Fallo del circuito de mando**

Cuando exista un fallo en la alimentación de la servodirección, este no deberá impedir dirigir la máquina durante el tiempo necesario para detenerla.

## 3.4. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA PELIGROS MECÁNICOS

### 3.4.1. **Movimientos no intencionados**

La máquina se debe diseñar, fabricar y, en su caso, montar sobre su soporte móvil de forma que, durante su desplazamiento, las oscilaciones incontroladas de su centro de gravedad no afecten a su estabilidad ni sometan a su estructura a esfuerzos excesivos.

### 3.4.2. **Elementos móviles de transmisión**

No obstante lo dispuesto en el punto 1.3.8.1, en el caso de los motores, los resguardos móviles que impidan el acceso a los elementos móviles del compartimento motor podrán no disponer de dispositivos de enclavamiento, siempre y cuando su apertura requiera la utilización bien de una herramienta o de una llave, o bien el accionamiento de un órgano situado en el puesto de conducción, siempre que este se encuentre situado en una cabina completamente cerrada y provista de cerradura que permita impedir el acceso a personas no autorizadas.

### 3.4.3. **Vuelco e inclinación**

Cuando, en una máquina automotora con conductor, operadores u otras personas a bordo, exista riesgo de vuelco o inclinación, dicha máquina debe estar provista de una estructura de protección adecuada, salvo si ello incrementa el riesgo.

Dicha estructura debe ser tal que, en caso de vuelco o inclinación, asegure a las personas a bordo un volumen límite de deformación adecuado.

A fin de comprobar que la estructura cumple el requisito que establece el segundo párrafo, el fabricante o su representante autorizado deberá efectuar o hacer efectuar ensayos adecuados para cada tipo de estructura.

### 3.4.4. **Caída de objetos**

Cuando, en una máquina automotora con conductor, operadores u otras personas a bordo, exista un riesgo de caída de objetos o materiales, dicha máquina se debe diseñar y construir de modo que se tenga en cuenta dicho riesgo y esté provista, si el tamaño lo permite, de una estructura de protección adecuada.

Dicha estructura debe ser tal que, en caso de caída de objetos o de materiales, garantice a las personas a bordo un volumen límite de deformación adecuado.

A fin de comprobar que la estructura cumple el requisito que establece el segundo párrafo, el fabricante o su representante autorizado deberá efectuar o hacer efectuar ensayos adecuados para cada tipo de estructura.

### 3.4.5. **Medios de acceso**

Los asideros y escalones se deben diseñar, fabricar e instalar de forma que los operadores puedan utilizarlos instintivamente sin accionar los órganos de accionamiento para facilitar el acceso.

#### 3.4.6. **Dispositivos de remolque**

Cualquier máquina que se utilice para remolcar o ir remolcada debe estar equipada con dispositivos de remolque o enganche diseñados, fabricados y dispuestos de forma que el enganche y el desenganche sean fáciles y seguros y que no pueda producirse un desenganche accidental mientras se esté utilizando la máquina.

Siempre que así lo exija la carga de la lanza, dichas máquinas deben ir provistas de un soporte con una superficie de apoyo adaptada a la carga y al suelo.

#### 3.4.7. **Transmisión de potencia entre la máquina automotora (o el tractor) y la máquina receptora**

Los dispositivos amovibles de transmisión mecánica que unen una máquina automotora (o un tractor) al primer soporte fijo de una máquina receptora se deben diseñar y fabricar de manera que cualquier parte en movimiento durante su funcionamiento disponga de protección, a lo largo de toda su longitud.

Del lado de la máquina automotora o del tractor, la toma de fuerza a la que se engancha el dispositivo amovible de transmisión mecánica debe disponer de protección, bien mediante un resguardo fijado y unido a la máquina automotora (o al tractor), bien mediante cualquier otro dispositivo que brinde una protección equivalente.

Dicho resguardo se debe poder abrir para acceder al dispositivo amovible de transmisión. Una vez instalado el resguardo, debe quedar espacio suficiente para evitar que el árbol de arrastre lo deteriore durante el movimiento de la máquina (o tractor).

En la máquina receptora, el árbol receptor debe ir albergado en un cárter de protección fijado a la máquina.

Solo se permite instalar limitadores de par o ruedas libres en transmisiones por cardán por el lado del enganche con la máquina receptora. En este caso será conveniente indicar en el dispositivo amovible de transmisión mecánica el sentido del montaje.

Cualquier máquina receptora cuyo funcionamiento requiera un dispositivo amovible de transmisión mecánica que la una a una máquina automotora (o a un tractor) debe tener un sistema de enganche del dispositivo amovible de transmisión mecánica para que, cuando se desenganche la máquina, el dispositivo amovible de transmisión mecánica y su resguardo no se deterioren al entrar en contacto con el suelo o con un elemento de la máquina.

Los elementos exteriores del resguardo se deben diseñar, fabricar y disponer de forma que no puedan girar con el dispositivo amovible de transmisión mecánica. El resguardo debe cubrir la transmisión hasta las extremidades de las mordazas interiores, en el caso de juntas cardán simples y, por lo menos, hasta el centro de la(s) junta(s) exterior(es), en el caso de juntas cardán de ángulo grande.

Cuando se prevean medios de acceso a los puestos de trabajo próximos al dispositivo amovible de transmisión mecánica, se deben diseñar y fabricar de manera que se evite que los resguardos de los árboles de transmisión se puedan utilizar como estribo, a menos que se hayan diseñado y fabricado para tal fin.

### 3.5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA OTROS PELIGROS

#### 3.5.1. **Batería de acumuladores**

El compartimento de la batería se debe diseñar y fabricar de forma que se impida la proyección del electrolito sobre el operador en caso de vuelco o inclinación de la máquina, y que se evite la acumulación de vapores en los lugares ocupados por los operadores.

La máquina se debe diseñar y fabricar de forma que pueda desconectarse la batería por medio de un dispositivo de fácil acceso instalado al efecto.

#### 3.5.2. **Incendio**

En función de los peligros previstos por el fabricante, y cuando sus dimensiones así lo permitan, la máquina debe:

- permitir la instalación de extintores fácilmente accesibles, o
- ir provista de sistemas de extinción que formen parte integrante de la máquina.

#### 3.5.3. **Emisiones de sustancias peligrosas**

Los párrafos segundo y tercero del punto 1.5.13 no se aplicarán cuando la función principal de la máquina sea la pulverización de productos. No obstante, el operador debe estar protegido contra el riesgo de exposición a dichas emisiones peligrosas.

### 3.6. INFORMACIÓN E INDICACIONES

#### 3.6.1. **Rótulos, señales y advertencias**

Cada máquina debe disponer de rótulos o de placas con las instrucciones relativas a la utilización, reglaje y mantenimiento, siempre que ello sea necesario en orden a garantizar la salud y seguridad de las personas. Se deben elegir, diseñar y realizar de forma que se vean claramente y sean duraderos.

Sin perjuicio de lo dispuesto en las normas de circulación por carretera, las máquinas con conductor a bordo deberán disponer del equipo siguiente:

- un dispositivo de señalización acústica que permita avisar a las personas,
- un sistema de señalización luminosa apropiado para las condiciones de uso previstas; este último requisito no se aplicará a las máquinas exclusivamente destinadas a trabajos subterráneos y desprovistas de energía eléctrica,
- en caso necesario, debe existir una conexión apropiada entre el remolque y la máquina para el funcionamiento de las señales.

Las máquinas controladas a distancia que, en condiciones normales de utilización, presenten un riesgo de choque o de aplastamiento para las personas deben estar equipadas de medios adecuados para señalar sus desplazamientos o de medios para proteger de dichos riesgos a las personas. También debe ser así en las máquinas cuya utilización implique la repetición sistemática de desplazamientos hacia adelante y hacia atrás sobre un mismo eje, y cuyo conductor no tenga visión directa de la zona situada por detrás de la máquina.

La máquina se debe fabricar de forma que no pueda producirse una desactivación involuntaria de los dispositivos de advertencia y de señalización. Siempre que ello sea indispensable por motivos de seguridad, dichos dispositivos deben estar equipados de sistemas que permitan controlar su funcionamiento correcto y dar a conocer al operador cualquier fallo de los mismos.

En el caso de máquinas cuyos movimientos, o los de sus herramientas, sean particularmente peligrosas, se debe colocar sobre la máquina una inscripción que prohíba acercarse a la misma durante el trabajo; las inscripciones deben ser legibles desde una distancia suficiente para garantizar la seguridad de las personas que vayan a trabajar en su proximidad.

#### 3.6.2. **Marcado**

Cada máquina debe llevar, de forma legible e indeleble, las indicaciones siguientes:

- la potencia nominal expresada en kilovatios (kW),
  - la masa en la configuración más usual en kilogramos (kg),
- y, si fuera necesario:
- el máximo esfuerzo de tracción previsto en el gancho de tracción en newtons (N),
  - el máximo esfuerzo vertical previsto sobre el gancho de tracción en newtons (N).

#### 3.6.3. **Manual de instrucciones**

##### 3.6.3.1. **Vibraciones**

En el manual de instrucciones se indicará lo siguiente sobre las vibraciones que la máquina transmita al sistema mano-brazo o a todo el cuerpo:

- el valor total de la vibración a la que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando exceda de 2,5 m/s<sup>2</sup>. Cuando este valor no exceda de 2,5 m/s<sup>2</sup>, se debe mencionar este particular,
- el valor cuadrático medio más elevado de la aceleración ponderada a la que esté expuesto todo el cuerpo. Cuando este valor exceda de 0,5 m/s<sup>2</sup>. Cuando este valor no exceda de 0,5 m/s<sup>2</sup>, se debe mencionar este particular,
- la incertidumbre de la medición.

Estos valores se medirán realmente en la máquina considerada, o bien se establecerán a partir de mediciones efectuadas en una máquina técnicamente comparable y representativa de la máquina a fabricar.

Cuando no se apliquen normas armonizadas, los datos relativos a las vibraciones se deben medir utilizando el código de medición que mejor se adapte a la máquina.

Deberán describirse las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como los códigos de medición utilizados para esta.

### 3.6.3.2. Múltiples usos

El manual de instrucciones de las máquinas que permitan varios usos, según el equipo aplicado, y el manual de instrucciones de los equipos intercambiables deben incluir la información necesaria para montar y utilizar con total seguridad la máquina de base y los equipos intercambiables que se puedan montar en ella.

## 4. REQUISITOS ESENCIALES COMPLEMENTARIOS DE SEGURIDAD Y DE SALUD PARA NEUTRALIZAR LOS PELIGROS DERIVADOS DE LAS OPERACIONES DE ELEVACIÓN

Las máquinas que presenten peligros debidos a operaciones de elevación deben responder a todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud pertinentes, descritos en el presente capítulo (véase el punto 4 de los Principios generales).

### 4.1. GENERALIDADES

#### 4.1.1. Definiciones

- a) «operación de elevación»: operación de desplazamiento de cargas unitarias formadas por objetos y/o personas que necesitan, en un momento dado, un cambio de nivel;
- b) «carga guiada»: carga cuyo desplazamiento se realiza en su totalidad a lo largo de guías rígidas o flexibles, cuya posición viene determinada por puntos fijos;
- c) «coeficiente de utilización»: relación aritmética entre la carga que un elemento puede soportar, garantizada por el fabricante o su representante autorizado, y la carga máxima de utilización marcada en el elemento;
- d) «coeficiente de prueba»: relación aritmética entre la carga utilizada para efectuar las pruebas estáticas o dinámicas de una máquina de elevación o de un accesorio de elevación y la carga máxima de utilización marcada en la máquina de elevación o en el accesorio de elevación, respectivamente;
- e) «prueba estática»: ensayo que consiste en inspeccionar una máquina de elevación o un accesorio de elevación, y en aplicarle después una fuerza correspondiente a la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba estática adecuado y, tras retirar la carga, inspeccionar de nuevo la máquina o el accesorio de elevación con el fin de verificar que no se ha producido ningún daño;
- f) «prueba dinámica»: ensayo que consiste en hacer funcionar la máquina de elevación en todas sus configuraciones posibles con la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba dinámica adecuado habida cuenta del comportamiento dinámico de la máquina de elevación, a fin de verificar su buen funcionamiento;
- g) «habitáculo»: parte de la máquina en la que se sitúan las personas u objetos con objeto de ser elevados.

#### 4.1.2. Medidas de protección contra peligros mecánicos

##### 4.1.2.1. Riesgos debidos a la falta de estabilidad

La máquina se debe diseñar y fabricar de modo que la estabilidad exigida en el punto 1.3.1 se mantenga tanto en servicio como fuera de servicio, incluidas todas las fases de transporte, montaje y desmontaje, durante los fallos previsibles de un elemento y también durante los ensayos efectuados de conformidad con el manual de instrucciones. Para ello, el fabricante o su representante autorizado deberá utilizar los métodos de verificación apropiados.

##### 4.1.2.2. Máquina que circula por guías o por pistas de rodadura

La máquina debe ir provista de dispositivos que actúen sobre las guías o pistas de rodadura, con el fin de evitar los descarrilamientos.

Si, a pesar de tales dispositivos, sigue habiendo riesgo de descarrilamiento o de fallo de los elementos de guiado o de rodadura, se deben prever dispositivos que impidan la caída de equipos, de elementos o de la carga o el vuelco de la máquina.

#### 4.1.2.3. Resistencia mecánica

La máquina, los accesorios de elevación y sus elementos deben poder resistir los esfuerzos a los que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y de funcionamiento previstas y en todas las configuraciones pertinentes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y por las fuerzas ejercidas por las personas. Este requisito debe cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

La máquina y los accesorios de elevación se deben diseñar y fabricar de manera que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste habida cuenta del uso previsto.

Los materiales empleados se deben elegir teniendo en cuenta el ambiente de trabajo previsto, prestando especial atención en lo que respecta a la corrosión, abrasión, golpes, temperaturas extremas, fatiga, fragilidad y envejecimiento.

La máquina y los accesorios de elevación se deben diseñar y fabricar de modo que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas. Los cálculos de resistencia deben tener en cuenta el valor del coeficiente de prueba estática seleccionado de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; dicho coeficiente tendrá, como regla general, los valores siguientes:

- a) máquinas movidas por la fuerza humana y accesorios de elevación: 1,5;
- b) otras máquinas: 1,25.

La máquina se debe diseñar y fabricar de modo que soporte sin fallo las pruebas dinámicas efectuadas con la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba dinámica. Dicho coeficiente de prueba dinámica se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 1,1. Dichas pruebas se efectuarán, como regla general, a las velocidades nominales previstas. En caso de que el sistema de mando de la máquina permita diversos movimientos simultáneos, las pruebas deberán efectuarse en las condiciones más desfavorables, como regla general combinando los movimientos.

#### 4.1.2.4. Poleas, tambores, rodillos, cables y cadenas

Los diámetros de las poleas, tambores y rodillos deberán ser compatibles y adecuarse a las dimensiones de los cables o de las cadenas con los que puedan estar equipados.

Los tambores y rodillos se deben diseñar, fabricar e instalar de forma que los cables o las cadenas con los que están equipados puedan enrollarse sin salirse del emplazamiento previsto.

Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deben llevar ningún empalme excepto el de sus extremos. No obstante, se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, por su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de uso.

El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y sus terminaciones se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 5.

El coeficiente de utilización de las cadenas de elevación se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4.

A fin de comprobar que se ha alcanzado un coeficiente de utilización adecuado, el fabricante o su representante autorizado debe efectuar o hacer efectuar las pruebas adecuadas para cada tipo de cadena y de cable utilizado directamente para elevar la carga y para cada tipo de terminación de cable.

#### 4.1.2.5. Accesorios de elevación y sus elementos

Los accesorios de elevación y sus elementos deben estar dimensionados para un número de ciclos de funcionamiento conforme a la duración de vida prevista de los mismos, en las condiciones de funcionamiento especificadas para la aplicación de que se trate, teniendo en cuenta los fenómenos de fatiga y de envejecimiento.

Además:

- a) el coeficiente de utilización de las combinaciones formadas por el cable y la terminación se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 5. Los cables no deben llevar ningún empalme ni lazo salvo en sus extremos;
- b) cuando se utilicen cadenas de eslabones soldados, estas deberán ser del tipo de eslabones cortos. El coeficiente de utilización de las cadenas se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4;

- c) el coeficiente de utilización de los cables o abrazaderas de fibras textiles dependerá del material, del procedimiento de fabricación, de las dimensiones y de su utilización. Dicho coeficiente se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, será igual a 7 siempre y cuando los materiales empleados sean de excelente calidad comprobada y que el proceso de fabricación sea el apropiado para el uso previsto. De lo contrario el coeficiente será, como regla general, más elevado, a fin de ofrecer un nivel de seguridad equivalente. Las cuerdas o abrazaderas de fibra textil no llevarán ningún empalme, lazo o enlace salvo en el extremo de la eslinga o en el cierre de una eslinga sin fin;
- d) el coeficiente de utilización de todos los elementos metálicos de una eslinga, o que se utilicen con una eslinga, se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4;
- e) la carga máxima de utilización de una eslinga de hilos múltiples se debe determinar teniendo en cuenta el coeficiente de utilización del hilo más débil, el número de hilos y un factor de reducción que dependerá de la configuración de eslingado;
- f) a fin de comprobar que se ha alcanzado un coeficiente de utilización adecuado, el fabricante o su representante debe efectuar o hacer efectuar las pruebas adecuadas para cada tipo de elemento mencionado en las letras a), b), c) y d).

#### 4.1.2.6. Control de los movimientos

Los órganos de accionamiento para controlar los movimientos deberán actuar de forma que la máquina en la que van instalados permanezca en situación de seguridad.

- a) La máquina se debe diseñar, fabricar o equipar con dispositivos de manera que se mantenga la amplitud de los movimientos de sus elementos dentro de los límites previstos. La actuación de estos dispositivos, en su caso, deberá ir precedida de una advertencia.
- b) Cuando varias máquinas fijas o sobre raíles puedan evolucionar simultáneamente en el mismo lugar, con riesgos de colisión, dichas máquinas se deben diseñar y fabricar de modo que puedan equiparse con sistemas que permitan evitar estos riesgos.
- c) La máquina se debe diseñar y fabricar de forma que las cargas no puedan deslizarse de forma peligrosa o caer inesperadamente en caída libre, ni siquiera en caso de fallo parcial o total de la alimentación de energía o de que el operador deje de accionar la máquina.
- d) En condiciones normales de funcionamiento, no será posible que el descenso de la carga dependa exclusivamente de un freno de fricción, excepto en las máquinas cuya función requiera realizar la operación de esa manera.
- e) Los órganos de presión se deben diseñar y fabricar de forma que las cargas no puedan caer inadvertidamente.

#### 4.1.2.7. Movimiento de las cargas durante la manutención

El puesto de mando de las máquinas debe estar ubicado de manera que permita vigilar al máximo la trayectoria de los elementos en movimiento, con el fin de evitar posibles choques con personas, materiales u otras máquinas que puedan funcionar simultáneamente y que puedan constituir un peligro.

Las máquinas de carga guiada se deben diseñar y construir de modo tal que se eviten las lesiones personales debidas al movimiento de la carga, del habitáculo o de los contrapesos, si existen.

#### 4.1.2.8. Máquinas que comuniquen rellanos fijos

##### 4.1.2.8.1. Desplazamientos del habitáculo

Los desplazamientos del habitáculo de una máquina que comunique rellanos fijos se deben realizar a lo largo de guías rígidas hacia los rellanos y en los mismos. Los sistemas de tijera se consideran también guías rígidas.

##### 4.1.2.8.2. Acceso al habitáculo

Cuando las personas tengan acceso al habitáculo, la máquina se debe diseñar y fabricar de modo que el habitáculo permanezca estático durante el acceso, en particular durante la carga y la descarga.

La máquina se debe diseñar y fabricar de modo que la diferencia de nivel entre el habitáculo y el rellano al que acceda no suponga un riesgo de tropezar.

#### 4.1.2.8.3. *Riesgos debidos al contacto con el habitáculo en movimiento*

Cuando sea necesario para cumplir el requisito expresado en el párrafo segundo del punto 4.1.2.7, el volumen recorrido debe ser inaccesible durante el funcionamiento normal.

Cuando, durante la inspección o el mantenimiento, exista riesgo de que las personas situadas por debajo o por encima del habitáculo queden aplastadas entre este y cualquier elemento fijo, se debe dejar espacio libre suficiente, bien por medio de refugios físicos o bien por medio de dispositivos mecánicos de bloqueo del desplazamiento del habitáculo.

#### 4.1.2.8.4. *Riesgos de caída de la carga fuera del habitáculo*

Cuando exista riesgo de caída de la carga fuera del habitáculo, la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se evite dicho riesgo.

#### 4.1.2.8.5. *Rellanos*

Se deben evitar los riesgos debidos al contacto de las personas situadas en los rellanos con el habitáculo en movimiento u otras partes móviles.

Cuando exista riesgo de que las personas caigan dentro del volumen recorrido cuando el habitáculo no esté presente en los rellanos, se deben instalar resguardos para evitar dicho riesgo. Dichos resguardos no deberán abrirse en dirección del volumen recorrido. Deben estar provistos de un dispositivo de enclavamiento y bloqueo controlado por la posición del habitáculo, que impida:

- los desplazamientos peligrosos del habitáculo mientras los resguardos no estén cerrados y bloqueados,
- la apertura peligrosa de un resguardo hasta que el habitáculo haya parado en el rellano correspondiente.

#### 4.1.3. ***Aptitud para el uso***

Cuando se comercialicen o se pongan por primera vez en servicio máquinas de elevación o accesorios de elevación, el fabricante o su representante autorizado deberá garantizar, tomando o haciendo tomar las medidas oportunas, que las máquinas de elevación o los accesorios de elevación que estén listos para su uso —manuales o motorizados— puedan cumplir sus funciones previstas con total seguridad.

Las pruebas estáticas y dinámicas a que se refiere el punto 4.1.2.3 se deben efectuar en todas las máquinas de elevación listas para su puesta en servicio.

Cuando la máquina no se pueda montar en las instalaciones del fabricante o en las de su representante autorizado, se deben tomar las medidas oportunas en el lugar de utilización. En los demás casos, las medidas se pueden tomar bien en las instalaciones del fabricante o en el lugar de utilización.

### 4.2. REQUISITOS PARA LAS MÁQUINAS MOVIDAS POR UNA ENERGÍA DISTINTA DE LA FUERZA HUMANA

#### 4.2.1. ***Control de los movimientos***

Los órganos de accionamiento para controlar los movimientos de la máquina o de sus equipos deberán ser de accionamiento mantenido. Sin embargo, para los movimientos, parciales o totales, que no presenten ningún riesgo de choque para la carga o la máquina, dichos órganos podrán sustituirse por órganos de accionamiento que autoricen paradas automáticas en posiciones preseleccionadas sin que el operador mantenga la acción sobre el órgano de accionamiento.

#### 4.2.2. ***Control de carga***

Las máquinas con una carga máxima de utilización de 1 000 kg, como mínimo, o cuyo momento de vuelco sea, como mínimo, igual a 40 000 Nm, deberán estar equipadas de dispositivos que adviertan al conductor y que impidan los movimientos peligrosos en caso:

- de sobrecarga, por sobrepasar la carga máxima de utilización o el momento máximo de utilización debido a un exceso de carga,
- de sobrepasar el momento de vuelco.

#### 4.2.3. ***Instalaciones guiadas por cables***

Los cables portadores, tractores o portadores-tractores, se deben tensar mediante contrapesos o mediante un dispositivo que permita controlar permanentemente la tensión.

#### 4.3. INFORMACIÓN Y MARCADOS

##### 4.3.1. **Cadenas, cables y cinchas**

Cada longitud de cadena, cable o cincha de elevación que no forme parte de un conjunto debe llevar una marca o, cuando ello no sea posible, una placa o anilla inamovible con el nombre y la dirección del fabricante o de su representante autorizado y la identificación de la certificación correspondiente.

La certificación arriba mencionada debe contener, al menos, la siguiente información:

- a) el nombre y la dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado;
- b) una descripción de la cadena o del cable, que incluya:
  - sus dimensiones nominales,
  - su fabricación,
  - el material usado en su fabricación, y
  - cualquier tratamiento metalúrgico especial a que haya sido sometido el material;
- c) el método de ensayo utilizado;
- d) la carga máxima de utilización que haya de soportar la cadena o la cuerda. En función de las aplicaciones previstas podrá indicarse una gama de valores.

##### 4.3.2. **Accesorios de elevación**

Los accesorios de elevación deberán llevar las siguientes indicaciones:

- identificación del material cuando se precise de esta información para la seguridad en la utilización,
- la carga máxima de utilización.

En el caso de los accesorios de elevación cuyo marcado sea físicamente imposible, las indicaciones a que se refiere el primer párrafo deberán figurar en una placa u otro medio equivalente y estar firmemente fijadas al accesorio.

Las indicaciones deben ser legibles y estar colocadas en un lugar en el que no puedan desaparecer por causa del desgaste ni pongan en peligro la resistencia del accesorio.

##### 4.3.3. **Máquinas de elevación**

La carga máxima de utilización debe ir marcada de modo destacado en la máquina. Este marcado debe ser legible, indeleble y en forma no codificada.

Cuando la carga máxima de utilización dependa de la configuración de la máquina, cada puesto de mando debe llevar una placa de cargas que incluya, preferentemente en forma de diagrama o de cuadro, la carga máxima de utilización permitida para cada configuración.

Las máquinas diseñadas exclusivamente para la elevación de objetos, equipadas con un habitáculo que permita el acceso de las personas, deben llevar una advertencia clara e indeleble que prohíba la elevación de personas. Dicha indicación debe ser visible en cada uno de los emplazamientos por los que sea posible el acceso.

#### 4.4. MANUAL DE INSTRUCCIONES

##### 4.4.1. **Accesorios de elevación**

Cada accesorio de elevación o cada partida de accesorios de elevación comercialmente indivisible debe ir acompañada de un manual de instrucciones que incluya, como mínimo, las indicaciones siguientes:

- a) el uso previsto;
- b) los límites de empleo [sobre todo de los accesorios de elevación tales como ventosas magnéticas o de vacío que no puedan satisfacer plenamente los requisitos del punto 4.1.2.6, letra e)];
- c) las instrucciones de montaje, utilización y mantenimiento;
- d) el coeficiente de prueba estática utilizado.

#### 4.4.2. **Máquinas de elevación**

La máquina de elevación debe ir acompañada de un manual de instrucciones en el que se indique lo siguiente:

- a) las características técnicas de la máquina y, en particular:
  - la carga máxima de utilización y, cuando proceda, una copia de la placa de cargas o cuadro de cargas descritos en el punto 4.3.3, párrafo segundo,
  - las reacciones en los apoyos o en los anclajes y, cuando proceda, las características de las pistas de rodadura,
  - si procede, la definición y los medios de instalación de los lastres;
- b) el contenido del libro historial de la máquina, si no fuera suministrado con la máquina;
- c) los consejos de utilización, en particular para remediar la falta de visión directa de la carga por el operador;
- d) cuando proceda, un informe de ensayo en el que se detallen las pruebas estáticas y dinámicas efectuadas por el fabricante o su representante autorizado;
- e) para las máquinas que no se hayan montado en las instalaciones del fabricante en su configuración de utilización, las instrucciones necesarias para llevar a cabo las mediciones a que se refiere el punto 4.1.3 antes de su primera puesta en servicio.

#### 5. **REQUISITOS ESENCIALES COMPLEMENTARIOS DE SEGURIDAD Y DE SALUD PARA LAS MÁQUINAS DESTINADAS A TRABAJOS SUBTERRÁNEOS**

Las máquinas destinadas a trabajos subterráneos deben responder a todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud descritos en el presente capítulo (véase el punto 4 de los Principios generales).

##### 5.1. **RIESGOS DEBIDOS A LA FALTA DE ESTABILIDAD**

Los sostenimientos progresivos se deben diseñar y fabricar de modo que mantengan una dirección dada durante su desplazamiento y que no puedan volcar ni antes de la puesta en presión, ni durante ella ni después de la descompresión. Deben disponer de puntos de anclaje para las placas de cabezal de los puntales hidráulicos individuales.

##### 5.2. **CIRCULACIÓN**

Los sostenimientos progresivos deben permitir que las personas circulen sin dificultades.

##### 5.3. **ÓRGANOS DE ACCIONAMIENTO**

Los órganos de accionamiento para la aceleración y el frenado del desplazamiento de las máquinas móviles sobre raíles deben ser accionados con las manos. No obstante, los dispositivos de validación podrán accionarse con el pie.

Los órganos de accionamiento de las máquinas para sostenimientos progresivos se deben diseñar, fabricar y disponer de forma que, durante las operaciones de deslizamiento, los operadores queden resguardados por un sostenimiento ya colocado. Los órganos de accionamiento deben estar protegidos contra cualquier accionamiento involuntario.

##### 5.4. **PARADA**

Las máquinas automotoras sobre raíles destinadas a ser utilizadas en trabajos subterráneos deben ir provistas de un dispositivo de validación que actúe sobre el circuito de mando del desplazamiento de la máquina, de modo que el desplazamiento quede detenido si el conductor deja de controlar el desplazamiento.

##### 5.5. **INCENDIO**

El segundo guión del punto 3.5.2 es obligatorio para las máquinas que tengan partes altamente inflamables.

El sistema de frenado de las máquinas destinadas a trabajos subterráneos se debe diseñar y fabricar de forma que no produzca chispas ni pueda provocar incendios.

Las máquinas de motor de combustión interna destinadas a trabajos subterráneos deben estar equipadas exclusivamente con motores que utilicen un carburante de baja tensión de vapor y que no puedan producir chispas de origen eléctrico.

5.6. EMISIONES DE ESCAPE

Las emisiones de escape de los motores de combustión interna no deben evacuarse hacia arriba.

6. REQUISITOS ESENCIALES COMPLEMENTARIOS DE SEGURIDAD Y DE SALUD PARA LAS MÁQUINAS QUE PRESENTAN PELIGROS PARTICULARES DEBIDOS A LA ELEVACIÓN DE PERSONAS

Las máquinas que presenten peligros debidos a la elevación de personas deben responder a todos los requisitos esenciales de seguridad y de salud pertinentes, descritos en el presente capítulo (véase el punto 4 de los Principios generales).

6.1. GENERALIDADES

6.1.1. **Resistencia mecánica**

El habitáculo, incluidas todas las trampillas, debe estar diseñado y fabricado de tal manera que ofrezca el espacio y presente la resistencia correspondiente al número máximo de personas autorizado en dicho habitáculo y a la carga máxima de utilización.

Los coeficientes de utilización de los componentes definidos en los puntos 4.1.2.4 y 4.1.2.5 no son suficientes para las máquinas destinadas a la elevación de personas y, por regla general, deberán duplicarse. Las máquinas diseñadas para la elevación de personas o de personas y objetos deben estar equipadas de un sistema de suspensión o de soporte para el habitáculo, diseñado y fabricado de manera que se garantice un nivel de seguridad global adecuado e impedir el riesgo de caída del habitáculo.

Cuando se utilicen cables o cadenas para suspender el habitáculo, como regla general, se requieren al menos dos cables o cadenas independientes, cada uno de los cuales debe disponer de su propio sistema de anclaje.

6.1.2. **Control de carga para las máquinas movidas por una energía distinta de la fuerza humana**

Los requisitos del punto 4.2.2 se aplicarán con independencia de la carga máxima de utilización y del momento de vuelco, salvo que el fabricante pueda demostrar que no existe riesgo de sobrecarga ni de vuelco.

6.2. ÓRGANOS DE ACCIONAMIENTO

Cuando los requisitos de seguridad no impongan otras soluciones, el habitáculo debe estar diseñado y fabricado, como regla general, de forma que las personas que se encuentren dentro de él dispongan de medios para controlar los movimientos de subida, de bajada y, en su caso, otros movimientos del habitáculo.

Dichos órganos de accionamiento deben prevalecer sobre cualquier otro órgano de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los dispositivos de parada de emergencia.

Los órganos de accionamiento para controlar estos movimientos deben ser de accionamiento mantenido, excepto cuando el propio habitáculo sea completamente cerrado.

6.3. RIESGOS PARA LAS PERSONAS QUE SE ENCUENTREN EN EL HABITÁCULO

6.3.1. **Riesgos debidos a los desplazamientos del habitáculo**

Las máquinas para la elevación de personas deben estar diseñadas, fabricadas o equipadas de forma que las aceleraciones y deceleraciones del habitáculo no creen riesgos para las personas.

6.3.2. **Riesgos de caída fuera del habitáculo**

El habitáculo no podrá inclinarse hasta el punto de crear un riesgo de caída de los ocupantes, incluso durante el movimiento de la máquina y de dicho habitáculo.

Cuando el habitáculo esté previsto como puesto de trabajo, se debe prever lo necesario para asegurar la estabilidad e impedir los movimientos peligrosos.

Si las medidas mencionadas en el punto 1.5.15 no son suficientes, los habitáculos deben ir equipados con unos puntos de anclaje adecuados, en número suficiente, para el número de personas autorizado en el habitáculo. Los puntos de anclaje deben ser suficientemente resistentes para la utilización de equipos de protección individual contra caídas verticales.

Cuando exista una trampilla en el suelo, o en el techo, o puertas laterales, estas deben estar diseñadas y fabricadas para impedir su apertura inesperada y deben abrirse en el sentido contrario al del riesgo de caída en caso de apertura inesperada.

6.3.3. **Riesgos debidos a la caída de objetos sobre el habitáculo**

Cuando exista riesgo de caída de objetos sobre el habitáculo con peligro para las personas, dicho habitáculo deberá disponer de un techo de protección.

6.4. MÁQUINAS QUE COMUNIQUEN RELLANOS FIJOS

6.4.1. **Riesgos para las personas que se encuentren en el habitáculo**

El habitáculo debe estar diseñado y fabricado de manera que se eviten los riesgos debidos al contacto entre las personas u objetos situados en el habitáculo con cualquier elemento fijo o móvil. Cuando sea necesario para cumplir este requisito, el propio habitáculo deberá ser completamente cerrado con puertas equipadas de un dispositivo de enclavamiento que impida los movimientos peligrosos de dicho habitáculo a menos que las puertas estén cerradas. Cuando exista riesgo de caída fuera del habitáculo, las puertas deben permanecer cerradas si el habitáculo se detuviera entre dos rellanos.

Las máquinas se deben diseñar, fabricar y, en caso necesario, equipar con dispositivos de manera que impidan todo desplazamiento incontrolado de subida o de bajada del habitáculo. Estos dispositivos deben poder detener el habitáculo con su carga máxima de utilización y a la velocidad máxima previsible.

La acción de parada no debe provocar una deceleración peligrosa para los ocupantes, sean cuales sean las condiciones de carga.

6.4.2. **Órganos de accionamiento situados en los rellanos**

Los órganos de accionamiento, excepto los previstos para caso de emergencia, situados en los rellanos no deben iniciar el movimiento del habitáculo cuando:

- se estén accionando los órganos de accionamiento del habitáculo,
- el habitáculo no esté en un rellano.

6.4.3. **Acceso al habitáculo**

Los resguardos en los rellanos y en el habitáculo se deben diseñar y fabricar de manera que se garantice un tránsito seguro hacia el habitáculo y desde él, teniendo en cuenta la gama previsible de objetos y personas a elevar.

6.5. MARCADOS

El habitáculo debe llevar la información necesaria para garantizar la seguridad, que incluye:

- el número de personas autorizado en el habitáculo,
  - la carga máxima de utilización.
-

## ANEXO II

**Declaraciones****1. CONTENIDO****A. DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD DE LAS MÁQUINAS**

Esta declaración y sus traducciones deberán redactarse con las mismas condiciones que el manual de instrucciones [véase el anexo I, punto 1.7.4.1, letras a) y b)], a máquina o bien manuscritas en letras mayúsculas.

Esta declaración se refiere únicamente a las máquinas en el estado en que se comercialicen, con exclusión de los elementos añadidos y/o de las operaciones que realice posteriormente el usuario final.

La declaración CE de conformidad constará de los siguientes elementos:

- 1) razón social y dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado;
- 2) nombre y dirección de la persona facultada para elaborar el expediente técnico, quien deberá estar establecida en la Comunidad;
- 3) descripción e identificación de la máquina incluyendo denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial;
- 4) un párrafo que indique expresamente que la máquina cumple todas las disposiciones aplicables de la presente Directiva y, cuando proceda, un párrafo similar para declarar que la máquina es conforme con otras directivas comunitarias y/o disposiciones pertinentes. Estas referencias deberán ser las del texto publicado en el *Diario Oficial de la Unión Europea*;
- 5) en su caso, nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado que llevó a cabo el examen CE de tipo a que se refiere el anexo IX, y número del certificado de examen CE de tipo;
- 6) en su caso, nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado que aprobó el sistema de aseguramiento de calidad total al que se refiere el anexo X;
- 7) en su caso, referencia a las normas armonizadas mencionadas en el artículo 7, apartado 2, que se hayan utilizado;
- 8) en su caso, la referencia a otras normas y especificaciones técnicas que se hayan utilizado;
- 9) lugar y fecha de la declaración;
- 10) identificación y firma de la persona apoderada para redactar esta declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

**B. DECLARACIÓN DE INCORPORACIÓN DE UNA CUASI MÁQUINA**

Esta declaración y sus traducciones deberán redactarse con las mismas condiciones que el manual de instrucciones [véase el anexo I, punto 1.7.4.1, letras a) y b)], a máquina o bien manuscritas en letras mayúsculas.

La declaración de incorporación constará de los siguientes elementos:

- 1) razón social y dirección completa del fabricante de la cuasi máquina y, en su caso, de su representante autorizado;
- 2) nombre y dirección de la persona facultada para elaborar la documentación técnica pertinente, quien deberá estar establecida en la Comunidad;
- 3) descripción e identificación de la cuasi máquina, incluyendo: denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial;
- 4) un párrafo que especifique cuáles son los requisitos esenciales de la presente Directiva que se han aplicado y cumplido, que se ha elaborado la documentación técnica correspondiente, de conformidad con el anexo VII, parte B, y, en su caso, una declaración de la conformidad de la cuasi máquina con otras directivas comunitarias pertinentes. Estas referencias deberán ser las del texto publicado en el *Diario Oficial de la Unión Europea*;
- 5) el compromiso de transmitir, en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales, la información pertinente relativa a la cuasi máquina. Este compromiso incluirá las modalidades de transmisión y no perjudicará los derechos de propiedad intelectual del fabricante de la cuasi máquina;
- 6) si procede, una declaración de que la cuasi máquina no deberá ser puesta en servicio mientras la máquina final en la cual vaya a ser incorporada no haya sido declarada conforme a lo dispuesto en la presente Directiva;
- 7) lugar y fecha de la declaración;
- 8) identificación y firma de la persona apoderada para redactar esta declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

**2. CUSTODIA**

El fabricante de la máquina o su representante autorizado guardará el original de la declaración CE de conformidad durante un plazo mínimo de diez años a partir de la última fecha de fabricación de la máquina.

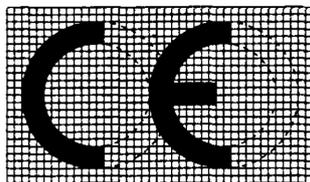
El fabricante de la cuasi máquina o su representante autorizado guardará el original de la declaración de incorporación durante un plazo mínimo de diez años a partir de la última fecha de fabricación de la cuasi máquina.

---

## ANEXO III

**Marcado CE**

El marcado CE de conformidad estará compuesto de las iniciales «CE» diseñadas de la manera siguiente:



En caso de reducir o aumentar el tamaño del marcado CE, se deberán respetar las proporciones de este logotipo.

Los diferentes elementos del marcado CE deberán tener apreciablemente la misma dimensión vertical, que no podrá ser inferior a 5 mm. Se autorizan excepciones a la dimensión mínima en el caso de las máquinas de pequeño tamaño.

El marcado CE deberá colocarse junto al nombre del fabricante o su representante autorizado mediante la misma técnica.

Cuando se haya aplicado el procedimiento de aseguramiento de calidad total mencionado en el artículo 12, apartado 3, letra c), y apartado 4, letra b), a continuación del marcado CE deberá figurar el número de identificación del organismo notificado.

## ANEXO IV

**Categorías de máquinas a las que deberá aplicarse uno de los procedimientos contemplados en el artículo 12, apartados 3 y 4**

1. Sierras circulares (de una o varias hojas) para trabajar la madera y materias de características físicas similares, o para cortar carne y materias de características físicas similares, de los tipos siguientes:
    - 1.1. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa o bancada fija, con avance manual de la pieza o con dispositivo de avance amovible;
    - 1.2. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa-caballote o carro de movimiento alternativo, de desplazamiento manual;
    - 1.3. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con dispositivo de avance integrado de las piezas que se han de serrar, de carga y/o descarga manual;
    - 1.4. Sierras con una o varias hojas móviles durante el proceso de corte, con desplazamiento motorizado de la herramienta, de carga y/o descarga manual.
  2. Cepilladoras con avance manual para trabajar la madera.
  3. Regruesadoras de una cara con dispositivo de avance integrado, de carga y/o descarga manual, para trabajar la madera.
  4. Sierras de cinta de carga y/o descarga manual para trabajar la madera y materias de características físicas similares, o para cortar carne y materias de características físicas similares, de los tipos siguientes:
    - 4.1. Sierras con una o varias hojas fijas durante el proceso de corte, con mesa o bancada para la pieza, fija o de movimiento alternativo;
    - 4.2. Sierras con una o varias hojas montadas sobre un carro de movimiento alternativo.
  5. Máquinas combinadas de los tipos mencionados en los puntos 1 a 4 y en el punto 7, para trabajar la madera y materias de características físicas similares.
  6. Espigadoras de varios ejes con avance manual para trabajar la madera.
  7. Tupíes de husillo vertical con avance manual para trabajar la madera y materias de características físicas similares.
  8. Sierras portátiles de cadena para trabajar la madera.
  9. Prensas, incluidas las plegadoras, para trabajar metales en frío, de carga y/o descarga manual, cuyos elementos móviles de trabajo pueden tener un recorrido superior a 6 mm y una velocidad superior a 30 mm/s.
  10. Máquinas para moldear plásticos por inyección o compresión de carga o descarga manual.
  11. Máquinas para moldear caucho por inyección o compresión de carga o descarga manual.
  12. Máquinas para trabajos subterráneos, de los tipos siguientes:
    - 12.1. Locomotoras y vagones-freno;
    - 12.2. Máquinas para sostenimientos hidráulicos progresivos.
  13. Cubetas de recogida de residuos domésticos de carga manual y con mecanismo de compresión.
  14. Dispositivos amovibles de transmisión mecánica, incluidos sus resguardos.
  15. Resguardos para dispositivos amovibles de transmisión mecánica.
  16. Plataformas elevadoras para vehículos.
  17. Aparatos de elevación de personas, o de personas y materiales, con peligro de caída vertical superior a 3 metros.
  18. Máquinas portátiles de fijación, de carga explosiva y otras máquinas portátiles de impacto.
  19. Dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas.
  20. Resguardos móviles motorizados con dispositivo de enclavamiento diseñados para utilizarse como medida de protección en las máquinas consideradas en los puntos 9, 10 y 11.
  21. Bloques lógicos para desempeñar funciones de seguridad.
  22. Estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS).
  23. Estructuras de protección contra la caída de objetos (FOPS).
-

## ANEXO V

**Lista indicativa de los componentes de seguridad mencionados en el artículo 2, letra c)**

1. Resguardos para dispositivos amovibles de transmisión mecánica.
2. Dispositivos de protección diseñados para detectar la presencia de personas.
3. Resguardos móviles motorizados con dispositivo de enclavamiento diseñados para utilizarse como medida de protección en las máquinas consideradas en el anexo IV, puntos 9, 10 y 11.
4. Bloques lógicos para desempeñar funciones de seguridad en máquinas.
5. Válvulas con medios adicionales para la detección de fallos y utilizadas para el control de los movimientos peligrosos de las máquinas.
6. Sistemas de extracción de las emisiones de las máquinas.
7. Resguardos y dispositivos de protección destinados a proteger a las personas contra elementos móviles implicados en el proceso en la máquina.
8. Dispositivos de control de carga y de control de movimientos en máquinas de elevación.
9. Sistemas para mantener a las personas en sus asientos.
10. Dispositivos de parada de emergencia.
11. Sistemas de descarga para impedir la generación de cargas electrostáticas potencialmente peligrosas.
12. Limitadores de energía y dispositivos de descarga mencionados en el anexo I, puntos 1.5.7, 3.4.7 y 4.1.2.6.
13. Sistemas y dispositivos para reducir la emisión de ruido y de vibraciones.
14. Estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS).
15. Estructuras de protección contra la caída de objetos (FOPS).
16. Dispositivos de mando a dos manos.
17. Componentes para máquinas diseñadas para la elevación y/o el descenso de personas entre distintos rellanos, incluidos en la siguiente lista:
  - a) dispositivos de bloqueo de las puertas de los rellanos;
  - b) dispositivos para evitar la caída o los movimientos ascendentes incontrolados de la cabina;
  - c) dispositivos para limitar el exceso de velocidad;
  - d) amortiguadores por acumulación de energía:
    - de carácter no lineal, o
    - con amortiguación del retroceso;
  - e) amortiguadores por disipación de energía;
  - f) dispositivos de protección montados sobre los cilindros de los circuitos hidráulicos de potencia, cuando se utilicen como dispositivos para evitar la caída;
  - g) dispositivos de protección eléctricos en forma de interruptores de seguridad que contengan componentes electrónicos.

## ANEXO VI

**Instrucciones para el montaje de una cuasi máquina**

Las instrucciones para el montaje de una cuasi máquina contendrán las indicaciones que se han de cumplir para hacer posible el montaje correcto en la máquina final de modo que no se pongan en compromiso la seguridad ni la salud.

Deberán redactarse en una lengua comunitaria oficial aceptada por el fabricante de la máquina en la que esta cuasi máquina deba incorporarse, o por su representante autorizado.

---

## ANEXO VII

**A. Expediente técnico de las máquinas**

La presente parte describe el procedimiento para elaborar un expediente técnico. El expediente técnico deberá demostrar la conformidad de la máquina con los requisitos de la presente Directiva. Deberá referirse, en la medida en que sea necesario para esta evaluación, al diseño, fabricación y funcionamiento de la máquina. El expediente técnico deberá elaborarse en una o más de las lenguas oficiales de la Comunidad, con la excepción del manual de instrucciones de la máquina, al que se aplicarán los requisitos particulares contemplados en el anexo I, punto 1.7.4.1.

1. El expediente técnico constará de los siguientes elementos:

a) un expediente de fabricación integrado por:

- una descripción general de la máquina,
- el plano de conjunto de la máquina y los planos de los circuitos de mando, así como las descripciones y explicaciones pertinentes, necesarias para comprender el funcionamiento de la máquina,
- los planos detallados y completos, acompañados de las eventuales notas de cálculo, resultados de ensayos, certificados, etc., que permitan verificar la conformidad de la máquina con los requisitos esenciales de salud y seguridad,
- la documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestre el procedimiento seguido, incluyendo:
  - i) una lista de los requisitos esenciales de salud y seguridad que se apliquen a la máquina,
  - ii) la descripción de las medidas preventivas aplicadas para eliminar los peligros identificados o reducir los riesgos y, en su caso, la indicación de los riesgos residuales asociados a la máquina,
- las normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, con indicación de los requisitos esenciales de seguridad y salud cubiertos por dichas normas,
- cualquier informe técnico que refleje los resultados de los ensayos realizados por el fabricante, por un organismo elegido por este o su representante autorizado,
- un ejemplar del manual de instrucciones de la máquina,
- en su caso, declaración de incorporación de las cuasi máquinas incluidas y las correspondientes instrucciones para el montaje de estas,
- en su caso, sendas copias de la declaración CE de conformidad de las máquinas u otros productos incorporados a la máquina,
- una copia de la declaración CE de conformidad;

b) en caso de fabricación en serie, las disposiciones internas que vayan a aplicarse para mantener la conformidad de las máquinas con la presente Directiva.

El fabricante deberá someter los componentes o accesorios, o la máquina en su totalidad, a los estudios y ensayos necesarios para determinar si, por su diseño o fabricación, la máquina puede montarse y ponerse en servicio en condiciones de seguridad. En el expediente técnico se incluirán los informes y resultados correspondientes.

2. El expediente técnico indicado en el punto 1 deberá estar a disposición de las autoridades competentes de los Estados miembros al menos durante diez años desde la fecha de fabricación de la máquina o de la última unidad producida.

El expediente técnico no tendrá que permanecer obligatoriamente en el territorio de la Comunidad Europea, ni existir permanentemente en una forma material. No obstante, la persona indicada en la declaración CE de conformidad habrá de poder reunirlos y tenerlos disponibles en un tiempo compatible con su complejidad.

El expediente técnico no tendrá que incluir planos detallados ni ninguna otra información específica por lo que respecta a los subconjuntos utilizados para la fabricación de la máquina, salvo que el conocimiento de los mismos sea esencial para verificar su conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud.

3. El hecho de no presentar el expediente técnico en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales competentes podrá constituir razón suficiente para dudar de la conformidad de la máquina de que se trate con los requisitos esenciales de seguridad y salud.

**B. Documentación técnica pertinente de las cuasi máquinas**

La presente parte describe el procedimiento para elaborar la documentación técnica pertinente. La documentación deberá mostrar cuáles son los requisitos de la presente Directiva que se han aplicado y cumplido. Deberá referirse al diseño, fabricación y funcionamiento de la cuasi máquina en la medida necesaria para evaluar su conformidad con los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicados. La documentación deberá elaborarse en una o más de las lenguas oficiales de la Comunidad.

Constará de los siguientes elementos:

- a) un expediente de fabricación integrado por:
  - el plano de conjunto de la cuasi máquina y los planos de los circuitos de mando,
  - los planos detallados y completos, acompañados de las eventuales notas de cálculo, resultados de ensayos, certificados, etc., que permitan verificar la conformidad de la cuasi máquina con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicados,
  - la documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestre el procedimiento seguido, incluyendo:
    - i) una lista de los requisitos esenciales de salud y seguridad que se han aplicado y cumplido,
    - ii) la descripción de las medidas preventivas aplicadas para eliminar los peligros identificados o reducir los riesgos y, en su caso, la indicación de los riesgos residuales,
    - iii) las normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, con indicación de los requisitos esenciales de seguridad y salud cubiertos por dichas normas,
    - iv) cualquier informe técnico que refleje los resultados de los ensayos realizados por el fabricante, por un organismo elegido por este o su representante autorizado,
  - v) un ejemplar de las instrucciones para el montaje de la cuasi máquina;
- b) en caso de fabricación en serie, las disposiciones internas que vayan a aplicarse para mantener la conformidad de las cuasi máquinas con los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicados.

El fabricante deberá someter los componentes o accesorios, o la cuasi máquina, a los estudios y ensayos necesarios para determinar si, por su diseño o fabricación, la cuasi máquina puede montarse y utilizarse en condiciones de seguridad. En el expediente técnico se incluirán los informes y resultados correspondientes.

La documentación técnica correspondiente deberá estar disponible durante al menos diez años desde la fecha de fabricación de la cuasi máquina, o en el caso de la fabricación en serie, de la última unidad producida, y será presentada a las autoridades competentes de los Estados miembros a petición de estas. No tendrá que permanecer obligatoriamente en el territorio de la Comunidad Europea ni existir permanentemente en una forma material. La persona indicada en la declaración de incorporación habrá de poder reunirla y presentarla a la autoridad competente.

El hecho de no presentar la documentación técnica correspondiente en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales competentes podrá constituir razón suficiente para dudar de la conformidad de las cuasi máquinas con los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicados y declarados.

---

## ANEXO VIII

**Evaluación de la conformidad mediante control interno de la fabricación de la máquina**

1. El presente anexo describe el procedimiento mediante el cual el fabricante o su representante autorizado, que cumpla las obligaciones establecidas en los puntos 2 y 3, garantiza y declara que la máquina de que se trate cumple los requisitos pertinentes de la presente Directiva.
  2. Para cada tipo representativo de la serie considerada, el fabricante o su representante autorizado elaborará el expediente técnico contemplado en el anexo VII, parte A.
  3. El fabricante tomará las medidas necesarias para que el proceso de fabricación se desarrolle de modo que quede garantizada la conformidad de la máquina fabricada con el expediente técnico contemplado en el anexo VII, parte A, y con los requisitos de la presente Directiva.
-

## ANEXO IX

**Examen CE de tipo**

El examen CE de tipo es el procedimiento por el cual un organismo notificado comprueba y certifica que un modelo representativo de una máquina de las mencionadas en el anexo IV (en lo sucesivo, «el tipo») cumple las disposiciones de la presente Directiva.

1. El fabricante o su representante autorizado elaborará, para cada tipo, el expediente técnico contemplado en el anexo VII, parte A.
2. Para cada tipo, la solicitud del examen CE de tipo será presentada por el fabricante o su representante autorizado ante un organismo notificado de su elección.

La solicitud incluirá:

- nombre y dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado,
- una declaración escrita en la que se especifique que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado,
- el expediente técnico.

Además, el solicitante pondrá a disposición del organismo notificado una muestra del tipo. El organismo notificado podrá solicitar más muestras, si el programa de ensayos lo requiere.

3. El organismo notificado deberá:
  - 3.1. Examinar el expediente técnico, comprobar que el tipo ha sido fabricado de acuerdo con el mismo y determinar los elementos que han sido diseñados de acuerdo con las disposiciones correspondientes de las normas a que se refiere el artículo 7, apartado 2, y los elementos cuyo diseño no se basa en dichas normas;
  - 3.2. Efectuar o hacer efectuar las inspecciones, mediciones y ensayos oportunos para determinar si las soluciones adoptadas se ajustan a los requisitos esenciales de seguridad y de salud de la presente Directiva cuando no se hayan aplicado las normas a que se refiere el artículo 7, apartado 2;
  - 3.3. Efectuar o hacer efectuar las inspecciones, mediciones y ensayos oportunos para comprobar si, en el caso de haberse utilizado las normas armonizadas a que se refiere el artículo 7, apartado 2, estas se han aplicado realmente;
  - 3.4. Acordar con el solicitante el lugar en el que se efectuará la verificación de que el tipo se ha fabricado de conformidad con el expediente técnico examinado así como las inspecciones, mediciones y ensayos necesarios.
4. Si el tipo se ajusta a lo dispuesto en la presente Directiva, el organismo notificado expedirá al solicitante un certificado de examen CE de tipo. En el certificado constarán el nombre y dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado, los datos necesarios para la identificación del tipo aprobado, las conclusiones del examen y las condiciones a las que pueda estar sujeta su expedición.

El fabricante y el organismo notificado conservarán, durante un plazo de quince años a partir de la fecha de expedición del certificado, una copia del mismo, del expediente técnico y de toda la documentación correspondiente.

5. Cuando el tipo no cumpla lo dispuesto en la presente Directiva, el organismo notificado denegará al solicitante la expedición del certificado de examen CE de tipo y motivará de manera detallada la razón de su denegación. Informará de ello al solicitante, a los demás organismos notificados y al Estado miembro que lo ha notificado. Deberá preverse un procedimiento de recurso.
6. El solicitante informará al organismo notificado en posesión del expediente técnico relativo al certificado de examen CE de tipo sobre todas las modificaciones introducidas en el tipo aprobado. El organismo notificado examinará estas modificaciones y deberá confirmar la validez del certificado de examen CE de tipo existente o elaborar uno nuevo cuando las modificaciones puedan comprometer la conformidad del tipo con los requisitos esenciales de salud y de seguridad o con las condiciones de utilización previstas.
7. La Comisión, los Estados miembros y los demás organismos notificados podrán, previa solicitud, obtener una copia de los certificados de examen CE de tipo. Previa petición justificada, la Comisión y los Estados miembros podrán obtener una copia del expediente técnico y de los resultados de los exámenes efectuados por el organismo notificado.
8. Los expedientes y la correspondencia relativos a los procedimientos del examen CE de tipo se redactarán en la lengua o lenguas oficiales comunitarias del Estado miembro en el que esté establecido el organismo notificado o en cualquier otra lengua oficial de la Comunidad aceptada por el organismo notificado.

9. Validez del certificado de examen CE de tipo

- 9.1. El organismo notificado tendrá la responsabilidad constante de garantizar que el certificado de examen CE de tipo siga siendo válido. Comunicará al fabricante todos los cambios de importancia que tengan consecuencias para la validez del certificado. El organismo notificado retirará los certificados que dejen de ser válidos.
- 9.2. El fabricante de la máquina de que se trate tendrá la responsabilidad constante de garantizar que dicha máquina se ajusta al estado de la técnica correspondiente.
- 9.3. El fabricante solicitará al organismo notificado la revisión, cada cinco años, de la validez del certificado de examen CE de tipo.

Si el organismo notificado considera que el certificado sigue siendo válido teniendo en cuenta el estado de la técnica, renovará el certificado para cinco años más.

El fabricante y el organismo notificado conservarán una copia del certificado, del expediente técnico y de todos los documentos relativos al caso durante un plazo de 15 años desde la fecha de expedición del certificado.

- 9.4. En caso de no renovarse la validez del certificado de examen CE de tipo, el fabricante interrumpirá la comercialización de la máquina de que se trate.

---

## ANEXO X

**Aseguramiento de calidad total**

El presente anexo describe la evaluación de conformidad de una máquina contemplada en el anexo IV fabricada con arreglo a un sistema de aseguramiento de calidad total y el procedimiento mediante el cual un organismo notificado evalúa y aprueba el sistema de calidad y supervisa su aplicación.

1. El fabricante aplicará un sistema de calidad aprobado para el diseño, la fabricación, la inspección final y los ensayos tal y como se especifica en el punto 2, y estará sujeto al control mencionado en el punto 3.
2. Sistema de calidad
- 2.1. El fabricante o su representante autorizado presentará una solicitud de evaluación de su sistema de calidad a un organismo notificado de su elección.

La solicitud incluirá:

- el nombre y la dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado,
- los lugares de diseño, fabricación, inspección, ensayo y almacenamiento de las máquinas,
- el expediente técnico descrito en el anexo VII, parte A, para un modelo de cada categoría de máquinas de las enumeradas en el anexo IV que prevea fabricar,
- la documentación sobre el sistema de calidad,
- una declaración escrita en la que se especifique que no se ha presentado la misma solicitud ante ningún otro organismo notificado.

- 2.2. El sistema de calidad asegurará la conformidad de las máquinas con la presente Directiva. Todos los elementos, requisitos y preceptos adoptados por el fabricante deberán figurar en una documentación llevada de manera sistemática y racional en forma de mediciones, procedimientos e instrucciones escritas. La documentación del sistema de calidad permitirá la interpretación uniforme de las medidas de procedimiento y de calidad, como por ejemplo, los programas, planos, manuales y registros de calidad.

En especial, dicha documentación incluirá una descripción adecuada de:

- los objetivos de calidad, el organigrama y las responsabilidades del personal de gestión y su autoridad en lo que se refiere al diseño y a la calidad de las máquinas,
- las especificaciones técnicas del diseño, incluidas las normas que se aplicarán y, cuando las normas a que hace referencia el artículo 7, apartado 2, no se apliquen en su totalidad, los medios que se utilizarán para que se cumplan los requisitos esenciales de seguridad y de salud de la presente Directiva,
- las técnicas de control y verificación del diseño, de los procesos y de las actividades sistemáticas que se utilizarán durante el diseño de las máquinas contempladas en la presente Directiva,
- las técnicas correspondientes de fabricación, control de calidad y garantía de calidad que se utilizarán, así como los procesos y actuaciones sistemáticas que se seguirán,
- las inspecciones y ensayos que se efectuarán antes, durante y después de la fabricación y su frecuencia,
- los registros de calidad, tales como los informes de inspección y los datos de ensayos y de calibración, y los informes sobre la cualificación del personal afectado,
- los medios deseados para verificar la consecución de la calidad y diseño de la máquina, así como el funcionamiento eficaz del sistema de calidad.

- 2.3. El organismo notificado evaluará el sistema de calidad para determinar si cumple los requisitos a que se refiere el punto 2.2.

Los elementos del sistema de calidad que se ajusten a la norma armonizada pertinente se considerarán conformes a los requisitos correspondientes a que se refiere el punto 2.2.

El equipo de auditores tendrá por lo menos un miembro que posea experiencia en la evaluación de la tecnología de las máquinas. El procedimiento de evaluación incluirá una visita de inspección a las instalaciones del fabricante. Durante la inspección, el equipo de auditores revisará el diseño técnico a que se hace referencia en el tercer guión del segundo párrafo del punto 2.1, para cerciorarse de que cumple los criterios de seguridad y sanidad pertinentes.

La decisión se notificará al fabricante o a su representante autorizado. La notificación incluirá las conclusiones del examen y la decisión razonada relativa a la evaluación del sistema. Deberá preverse un procedimiento de recurso.

- 2.4. El fabricante se comprometerá a cumplir las obligaciones que se deriven del sistema de calidad tal como se haya aprobado y a mantenerlo de forma que siga resultando adecuado y eficaz.
- El fabricante o su representante autorizado mantendrá informado al organismo notificado que haya aprobado el sistema de calidad de cualquier cambio del mismo que planee efectuar.
- El organismo notificado evaluará las modificaciones propuestas y decidirá si el sistema de calidad modificado sigue cumpliendo las exigencias contenidas en el punto 2.2, o si se precisa una nueva evaluación.
- El organismo notificado notificará su decisión al fabricante. La notificación incluirá las conclusiones del examen y la decisión razonada relativa a la evaluación del sistema.
3. Vigilancia bajo la responsabilidad del organismo notificado
- 3.1. El objetivo de la vigilancia consiste en asegurar que el fabricante cumple debidamente las obligaciones que le impone el sistema de calidad aprobado.
- 3.2. El fabricante autorizará al organismo notificado a tener acceso, con fines de inspección, a sus instalaciones de diseño, fabricación, inspección, ensayo y almacenamiento y le facilitará toda la información necesaria, en particular:
- la documentación relativa al sistema de calidad,
  - los registros de calidad previstos en la parte del sistema de calidad dedicada al diseño, tales como los resultados de los análisis, cálculos, ensayos, etc.,
  - los registros de calidad previstos en la parte del sistema de calidad dedicada a la fabricación tales como informes de inspección y datos de ensayos, datos de calibración, informes sobre la cualificación del personal afectado, etc.
- 3.3. El organismo notificado realizará auditorías periódicamente para cerciorarse de que el fabricante mantiene y aplica el sistema de calidad; facilitará un informe de auditoría al fabricante. La frecuencia de las auditorías periódicas será tal que se realice una reevaluación completa cada tres años.
- 3.4. Además, el organismo notificado podrá efectuar visitas de inspección de improviso al fabricante. La necesidad de estas visitas adicionales y su frecuencia se determinarán a partir de un sistema de control de visitas gestionado por el organismo notificado. En el sistema de control de visitas se tomarán en consideración, en particular, los factores siguientes:
- los resultados de visitas de inspección anteriores,
  - la necesidad de garantizar el seguimiento de medias correctoras,
  - en su caso, las condiciones especiales para la aprobación del sistema,
  - las modificaciones significativas de la organización del proceso fabricación, las mediciones o las técnicas.
- Con motivo de estas visitas, el organismo notificado podrá, en caso necesario, efectuar o hacer efectuar ensayos para verificar el buen funcionamiento del sistema de calidad. Dicho organismo facilitará al fabricante un informe de la inspección y, cuando se hayan realizado ensayos, un informe del ensayo.
4. El fabricante o su representante autorizado tendrá a disposición de las autoridades nacionales, durante diez años a partir de la última fecha de fabricación:
- la documentación mencionada en el punto 2.1,
  - las decisiones e informes del organismo notificado contemplados en el punto 2.4, párrafos tercero y cuarto, y en los puntos 3.3 y 3.4.
-

## ANEXO XI

**Criterios mínimos que deberán tener en cuenta los Estados miembros para la notificación de organismos**

1. El organismo, su director y el personal encargado de realizar las operaciones de verificación no podrán ser ni el diseñador, ni el fabricante, ni el proveedor, ni el instalador de las máquinas que inspeccionen, ni el representante autorizado de una de estas personas. No podrán intervenir, ni directamente, ni como representantes autorizados, en el diseño, fabricación, comercialización o mantenimiento de dichas máquinas. Esto no excluye la posibilidad de un intercambio de información técnica entre el fabricante y el organismo.
  2. El organismo y su personal deberán realizar las operaciones de verificación con la mayor integridad profesional y la mayor competencia técnica posibles, y deberán estar libres de cualquier presión o coacción, especialmente de orden económico, que puedan influir en su juicio o en los resultados de la inspección, sobre todo las que procedan de personas o agrupaciones de personas interesadas en los resultados de las verificaciones.
  3. El organismo deberá contar, para cada categoría de máquinas para la que esté notificado, con personal que tenga los conocimientos técnicos y la experiencia suficiente y adecuada para realizar la evaluación de la conformidad. Deberá poseer los medios necesarios para llevar a cabo de forma adecuada las tareas técnicas y administrativas relativas a la ejecución de las verificaciones; asimismo, deberá tener acceso al material necesario para las verificaciones excepcionales.
  4. El personal responsable de las inspecciones deberá poseer:
    - una buena formación técnica y profesional,
    - un conocimiento satisfactorio de las disposiciones relativas a los ensayos que realice y una práctica suficiente de dichos ensayos,
    - la aptitud necesaria para redactar los certificados, actas e informes que atestigüen la realización de los ensayos.
  5. Deberá garantizarse la imparcialidad del personal responsable de la inspección. La remuneración de dicho personal no deberá depender ni del número de ensayos que realice ni del resultado de dichos ensayos.
  6. El organismo deberá suscribir un seguro de responsabilidad civil, a menos que dicha responsabilidad esté cubierta por el Estado con arreglo al Derecho nacional o que sea el Estado miembro el que lleve a cabo los controles directamente.
  7. El personal del organismo estará obligado a guardar el secreto profesional sobre toda la información a que acceda en el ejercicio de sus funciones (salvo respecto a las autoridades administrativas competentes del Estado en el que ejerza sus actividades) con arreglo a la presente Directiva o a cualquier disposición de Derecho interno que la desarrolle.
  8. Los organismos notificados participarán en las actividades de coordinación. Asimismo tomarán parte directamente o mediante representación en la normalización europea, o se asegurarán de mantenerse al corriente de la situación de las normas correspondientes.
  9. Los Estados miembros podrán tomar todas las medidas que consideren necesarias para asegurarse de que, en caso de cese de las actividades de un organismo notificado, los expedientes de sus clientes sean remitidos a otro organismo o queden a disposición del Estado miembro que lo haya notificado.
-

## ANEXO XII

Tabla de correspondencias <sup>(1)</sup>

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
artículo 1, apartado 1	artículo 1, apartado 1
artículo 1, apartado 2, letra a)	artículo 2, letras a) y b)
artículo 1, apartado 2, letra b)	artículo 2, letra c)
artículo 1, apartado 3	artículo 1, apartado 2
artículo 1, apartado 4	artículo 3
artículo 1, apartado 5	—
artículo 2, apartado 1	artículo 4, apartado 1
artículo 2, apartado 2	artículo 15
artículo 2, apartado 3	artículo 6, apartado 3
artículo 3	artículo 5, apartado 1, letra a)
artículo 4, apartado 1	artículo 6, apartado 1
artículo 4, apartado 2, párrafo primero	artículo 6, apartado 2
artículo 4, apartado 2, párrafo segundo	—
artículo 4, apartado 3	—
artículo 5, apartado 1, párrafo primero	artículo 7, apartado 1
artículo 5, apartado 1, párrafo segundo	—
artículo 5, apartado 2, párrafo primero	artículo 7, apartados 2 y 3
artículo 5, apartado 2, último párrafo	—
artículo 5, apartado 3	artículo 7, apartado 4
artículo 6, apartado 1	artículo 10
artículo 6, apartado 2	artículo 22
artículo 7, apartado 1	artículo 11, apartados 1 y 2
artículo 7, apartado 2	artículo 11, apartados 3 y 4,
artículo 7, apartado 3	artículo 11, apartado 4
artículo 7, apartado 4	artículo 11, apartado 5
artículo 8, apartado 1, párrafo primero	artículo 5, apartado 1, letra e), y artículo 12, apartado 1
artículo 8, apartado 1, párrafo segundo	artículo 5, apartado 1, letra f)
artículo 8, apartado 2, letra a)	artículo 12, apartado 2
artículo 8, apartado 2, letra b)	artículo 12, apartado 4
artículo 8, apartado 2, letra c)	artículo 12, apartado 3
artículo 8, apartado 3	—
artículo 8, apartado 4	—
artículo 8, apartado 5	—

<sup>(1)</sup> El presente cuadro indica las correspondencias entre las partes de la Directiva 98/37/CE y las de la presente Directiva que se ocupan del mismo tema. Por el contrario, el contenido de las partes correlativas no tiene por qué ser idéntico necesariamente.

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
artículo 8, apartado 6	artículo 5, apartado 4
artículo 8, apartado 7	—
artículo 8, apartado 8	—
artículo 9, apartado 1, párrafo primero	artículo 14, apartado 1
artículo 9, apartado 1, párrafo segundo	artículo 14, apartado 4
artículo 9, apartado 2	artículo 14, apartados 3 y 5
artículo 9, apartado 3	artículo 14, apartado 8
artículo 10, apartados 1 a 3	artículo 16, apartados 1 a 3
artículo 10, apartado 4	artículo 17
artículo 11	artículo 20
artículo 12	artículo 21
artículo 13, apartado 1	artículo 26, apartado 2
artículo 13, apartado 2	—
artículo 14	—
artículo 15	artículo 28
artículo 16	artículo 29
Anexo I, observación preliminar 1	Anexo I, Principios generales, punto 2
Anexo I, observación preliminar 2	Anexo I, Principios generales, punto 3
Anexo I, observación preliminar 3	Anexo I, Principios generales, punto 4
Anexo I, punto 1	Anexo I, punto 1
Anexo I, punto 1.1	Anexo I, punto 1.1
Anexo I, punto 1.1.1	Anexo I, punto 1.1.1
Anexo I, punto 1.1.2	Anexo I, punto 1.1.2
Anexo I, punto 1.1.2, letra d)	Anexo I, punto 1.1.6
Anexo I, punto 1.1.3	Anexo I, punto 1.1.3
Anexo I, punto 1.1.4	Anexo I, punto 1.1.4
Anexo I, punto 1.1.5	Anexo I, punto 1.1.5
Anexo I, punto 1.2	Anexo I, punto 1.2
Anexo I, punto 1.2.1	Anexo I, punto 1.2.1
Anexo I, punto 1.2.2	Anexo I, punto 1.2.2
Anexo I, punto 1.2.3	Anexo I, punto 1.2.3
Anexo I, punto 1.2.4	Anexo I, punto 1.2.4
Anexo I, punto 1.2.4, párrafos primero a tercero	Anexo I, punto 1.2.4.1
Anexo I, punto 1.2.4, párrafos cuarto a sexto	Anexo I, punto 1.2.4.3
Anexo I, punto 1.2.4, párrafo séptimo	Anexo I, punto 1.2.4.4
Anexo I, punto 1.2.5	Anexo I, punto 1.2.5

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
Anexo I, punto 1.2.6	Anexo I, punto 1.2.6
Anexo I, punto 1.2.7	Anexo I, punto 1.2.1
Anexo I, punto 1.2.8	Anexo I, punto 1.1.6
Anexo I, punto 1.3	Anexo I, punto 1.3
Anexo I, punto 1.3.1	Anexo I, punto 1.3.1
Anexo I, punto 1.3.2	Anexo I, punto 1.3.2
Anexo I, punto 1.3.3	Anexo I, punto 1.3.3
Anexo I, punto 1.3.4	Anexo I, punto 1.3.4
Anexo I, punto 1.3.5	Anexo I, punto 1.3.5
Anexo I, punto 1.3.6	Anexo I, punto 1.3.6
Anexo I, punto 1.3.7	Anexo I, punto 1.3.7
Anexo I, punto 1.3.8	Anexo I, punto 1.3.8
Anexo I, punto 1.3.8, A	Anexo I, punto 1.3.8.1
Anexo I, punto 1.3.8, B	Anexo I, punto 1.3.8.2
Anexo I, punto 1.4	Anexo I, punto 1.4
Anexo I, punto 1.4.1	Anexo I, punto 1.4.1
Anexo I, punto 1.4.2	Anexo I, punto 1.4.2
Anexo I, punto 1.4.2.1	Anexo I, punto 1.4.2.1
Anexo I, punto 1.4.2.2	Anexo I, punto 1.4.2.2
Anexo I, punto 1.4.2.3	Anexo I, punto 1.4.2.3
Anexo I, punto 1.4.3	Anexo I, punto 1.4.3
Anexo I, punto 1.5	Anexo I, punto 1.5
Anexo I, punto 1.5.1	Anexo I, punto 1.5.1
Anexo I, punto 1.5.2	Anexo I, punto 1.5.2
Anexo I, punto 1.5.3	Anexo I, punto 1.5.3
Anexo I, punto 1.5.4	Anexo I, punto 1.5.4
Anexo I, punto 1.5.5	Anexo I, punto 1.5.5
Anexo I, punto 1.5.6	Anexo I, punto 1.5.6
Anexo I, punto 1.5.7	Anexo I, punto 1.5.7
Anexo I, punto 1.5.8	Anexo I, punto 1.5.8
Anexo I, punto 1.5.9	Anexo I, punto 1.5.9
Anexo I, punto 1.5.10	Anexo I, punto 1.5.10
Anexo I, punto 1.5.11	Anexo I, punto 1.5.11
Anexo I, punto 1.5.12	Anexo I, punto 1.5.12
Anexo I, punto 1.5.13	Anexo I, punto 1.5.13
Anexo I, punto 1.5.14	Anexo I, punto 1.5.14

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
Anexo I, punto 1.5.15	Anexo I, punto 1.5.15
Anexo I, punto 1.6	Anexo I, punto 1.6
Anexo I, punto 1.6.1	Anexo I, punto 1.6.1
Anexo I, punto 1.6.2	Anexo I, punto 1.6.2
Anexo I, punto 1.6.3	Anexo I, punto 1.6.3
Anexo I, punto 1.6.4	Anexo I, punto 1.6.4
Anexo I, punto 1.6.5	Anexo I, punto 1.6.5
Anexo I, punto 1.7	Anexo I, punto 1.7
Anexo I, punto 1.7.0	Anexo I, punto 1.7.1.1
Anexo I, punto 1.7.1	Anexo I, punto 1.7.1.2
Anexo I, punto 1.7.2	Anexo I, punto 1.7.2
Anexo I, punto 1.7.3	Anexo I, punto 1.7.3
Anexo I, punto 1.7.4	Anexo I, punto 1.7.4
Anexo I, punto 1.7.4, letras b) y h)	Anexo I, punto 1.7.4.1
Anexo I, punto 1.7.4, letras a), c) y e) a g)	Anexo I, punto 1.7.4.2
Anexo I, punto 1.7.4, letra d)	Anexo I, punto 1.7.4.3
Anexo I, punto 2	Anexo I, punto 2
Anexo I, punto 2.1	Anexo I, punto 2.1
Anexo I, punto 2.1, parte primera	Anexo I, punto 2.1.1
Anexo I, punto 2.1, parte segunda	Anexo I, punto 2.1.2
Anexo I, punto 2.2	Anexo I, punto 2.2
Anexo I, punto 2.2, parte primera	Anexo I, punto 2.2.1
Anexo I, punto 2.2, parte segunda	Anexo I, punto 2.2.1.1
Anexo I, punto 2.3	Anexo I, punto 2.3
Anexo I, punto 3	Anexo I, punto 3
Anexo I, punto 3.1	Anexo I, punto 3.1
Anexo I, punto 3.1.1	Anexo I, punto 3.1.1
Anexo I, punto 3.1.2	Anexo I, punto 1.1.4
Anexo I, punto 3.1.3	Anexo I, punto 1.1.5
Anexo I, punto 3.2	Anexo I, punto 3.2
Anexo I, punto 3.2.1	Anexo I, puntos 1.1.7 y 3.2.1
Anexo I, punto 3.2.2	Anexo I, puntos 1.1.8 y 3.2.2
Anexo I, punto 3.2.3	Anexo I, punto 3.2.3
Anexo I, punto 3.3	Anexo I, punto 3.3
Anexo I, punto 3.3.1	Anexo I, punto 3.3.1
Anexo I, punto 3.3.2	Anexo I, punto 3.3.2

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
Anexo I, punto 3.3.3	Anexo I, punto 3.3.3
Anexo I, punto 3.3.4	Anexo I, punto 3.3.4
Anexo I, punto 3.3.5	Anexo I, punto 3.3.5
Anexo I, punto 3.4	Anexo I, punto 3.4
Anexo I, punto 3.4.1, párrafo primero	Anexo I, punto 1.3.9
Anexo I, punto 3.4.1, párrafo segundo	Anexo I, punto 3.4.1
Anexo I, punto 3.4.2	Anexo I, punto 1.3.2
Anexo I, punto 3.4.3	Anexo I, punto 3.4.3
Anexo I, punto 3.4.4	Anexo I, punto 3.4.4
Anexo I, punto 3.4.5	Anexo I, punto 3.4.5
Anexo I, punto 3.4.6	Anexo I, punto 3.4.6
Anexo I, punto 3.4.7	Anexo I, punto 3.4.7
Anexo I, punto 3.4.8	Anexo I, punto 3.4.2
Anexo I, punto 3.5	Anexo I, punto 3.5
Anexo I, punto 3.5.1	Anexo I, punto 3.5.1
Anexo I, punto 3.5.2	Anexo I, punto 3.5.2
Anexo I, punto 3.5.3	Anexo I, punto 3.5.3
Anexo I, punto 3.6	Anexo I, punto 3.6
Anexo I, punto 3.6.1	Anexo I, punto 3.6.1
Anexo I, punto 3.6.2	Anexo I, punto 3.6.2
Anexo I, punto 3.6.3	Anexo I, punto 3.6.3
Anexo I, punto 3.6.3, letra a)	Anexo I, punto 3.6.3.1
Anexo I, punto 3.6.3, letra b)	Anexo I, punto 3.6.3.2
Anexo I, punto 4	Anexo I, punto 4
Anexo I, punto 4.1	Anexo I, punto 4.1
Anexo I, punto 4.1.1	Anexo I, punto 4.1.1
Anexo I, punto 4.1.2	Anexo I, punto 4.1.2
Anexo I, punto 4.1.2.1	Anexo I, punto 4.1.2.1
Anexo I, punto 4.1.2.2	Anexo I, punto 4.1.2.2
Anexo I, punto 4.1.2.3	Anexo I, punto 4.1.2.3
Anexo I, punto 4.1.2.4	Anexo I, punto 4.1.2.4
Anexo I, punto 4.1.2.5	Anexo I, punto 4.1.2.5
Anexo I, punto 4.1.2.6	Anexo I, punto 4.1.2.6
Anexo I, punto 4.1.2.7	Anexo I, punto 4.1.2.7
Anexo I, punto 4.1.2.8	Anexo I, punto 1.5.16
Anexo I, punto 4.2	Anexo I, punto 4.2

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
Anexo I, punto 4.2.1	—
Anexo I, punto 4.2.1.1	Anexo I, punto 1.1.7
Anexo I, punto 4.2.1.2.	Anexo I, punto 1.1.8
Anexo I, punto 4.2.1.3	Anexo I, punto 4.2.1
Anexo I, punto 4.2.1.4	Anexo I, punto 4.2.2
Anexo I, punto 4.2.2	Anexo I, punto 4.2.3
Anexo I, punto 4.2.3	Anexo I, puntos 4.1.2.7 y 4.1.2.8.2
Anexo I, punto 4.2.4	Anexo I, punto 4.1.3
Anexo I, punto 4.3	Anexo I, punto 4.3
Anexo I, punto 4.3.1	Anexo I, punto 4.3.1
Anexo I, punto 4.3.2	Anexo I, punto 4.3.2
Anexo I, punto 4.3.3.	Anexo I, punto 4.3.3
Anexo I, punto 4.4	Anexo I, punto 4.4
Anexo I, punto 4.4.1	Anexo I, punto 4.4.1
Anexo I, punto 4.4.2	Anexo I, punto 4.4.2
Anexo I, punto 5	Anexo I, punto 5
Anexo I, punto 5.1	Anexo I, punto 5.1
Anexo I, punto 5.2	Anexo I, punto 5.2
Anexo I, punto 5.3	—
Anexo I, punto 5.4	Anexo I, punto 5.3
Anexo I, punto 5.5	Anexo I, punto 5.4
Anexo I, punto 5.6	Anexo I, punto 5.5
Anexo I, punto 5.7	Anexo I, punto 5.6
Anexo I, punto 6	Anexo I, punto 6
Anexo I, punto 6.1	Anexo I, punto 6.1
Anexo I, punto 6.1.1	Anexo I, punto 4.1.1, letra g)
Anexo I, punto 6.1.2	Anexo I, punto 6.1.1
Anexo I, punto 6.1.3	Anexo I, punto 6.1.2
Anexo I, punto 6.2	Anexo I, punto 6.2
Anexo I, punto 6.2.1	Anexo I, punto 6.2
Anexo I, punto 6.2.2	Anexo I, punto 6.2
Anexo I, punto 6.2.3	Anexo I, punto 6.3.1
Anexo I, punto 6.3	Anexo I, punto 6.3.2
Anexo I, punto 6.3.1	Anexo I, punto 6.3.2, párrafo tercero
Anexo I, punto 6.3.2	Anexo I, punto 6.3.2, párrafo cuarto
Anexo I, punto 6.3.3	Anexo I, punto 6.3.2, párrafo primero

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
Anexo I, punto 6.4.1	Anexo I, puntos 4.1.2.1, 4.1.2.3 y 6.1.1
Anexo I, punto 6.4.2	Anexo I, punto 6.3.1
Anexo I, punto 6.5	Anexo I, punto 6.5
Anexo II, partes A y B	Anexo II, parte 1, sección A
Anexo II, parte C	—
Anexo III	Anexo III
Anexo IV, parte A, punto 1 (1.1. a 1.4)	Anexo IV, punto 1 (1.1. a 1.4)
Anexo IV, parte A, punto 2	Anexo IV, punto 2
Anexo IV, parte A, punto 3	Anexo IV, punto 3
Anexo IV, parte A, punto 4	Anexo IV, punto 4 (4.1 y 4.2)
Anexo IV, parte A, punto 5	Anexo IV, punto 5
Anexo IV, parte A, punto 6	Anexo IV, punto 6
Anexo IV, parte A, punto 7	Anexo IV, punto 7
Anexo IV, parte A, punto 8	Anexo IV, punto 8
Anexo IV, parte A, punto 9	Anexo IV, punto 9
Anexo IV, parte A, punto 10	Anexo IV, punto 10
Anexo IV, parte A, punto 11	Anexo IV, punto 11
Anexo IV, parte A, punto 12 (primer y segundo guiones)	Anexo IV, punto 12 (12.1 y 12.2)
Anexo IV, parte A, punto 12 (tercer guión)	—
Anexo IV, parte A, punto 13	Anexo IV, punto 13
Anexo IV, parte A, punto 14, primera parte	Anexo IV, punto 15
Anexo IV, parte A, punto 14, segunda parte	Anexo IV, punto 14
Anexo IV, parte A, punto 15	Anexo IV, punto 16
Anexo IV, parte A, punto 16	Anexo IV, punto 17
Anexo IV, parte A, punto 17	—
Anexo IV, parte B, punto 1	Anexo IV, punto 19
Anexo IV, parte B, punto 2	Anexo IV, punto 21
Anexo IV, parte B, punto 3	Anexo IV, punto 20
Anexo IV, parte B, punto 4	Anexo IV, punto 22
Anexo IV, parte B, punto 5	Anexo IV, punto 23
Anexo V, punto 1	—
Anexo V, punto 2	—
Anexo V, punto 3, párrafo primero, letra a)	Anexo VII, parte A, punto 1, párrafo primero, letra a)
Anexo V, punto 3, párrafo primero, letra b)	Anexo VII, parte A, punto 1, párrafo primero, letra b)
Anexo V, punto 3, párrafo segundo	Anexo VII, parte A, punto 1, párrafo segundo
Anexo V, punto 3, párrafo tercero	Anexo VII, parte A, punto 3

Directiva 98/37/CE	Presente Directiva
Anexo V, punto 4, letra a)	Anexo VII, parte A, punto 2, párrafos segundo y tercero
Anexo V, punto 4, letra b)	Anexo VII, parte A, punto 2, párrafo primero
Anexo V, punto 4, letra c)	Anexo VII, parte A, Introducción
Anexo VI, punto 1	Anexo IX, Introducción
Anexo VI, punto 2	Anexo IX, puntos 1 y 2
Anexo VI, punto 3	Anexo IX, punto 3
Anexo VI, punto 4, párrafo primero	Anexo IX, punto 4, párrafo primero
Anexo VI, punto 4, párrafo segundo	Anexo IX, punto 7
Anexo VI, punto 5	Anexo IX, punto 6
Anexo VI, punto 6, primera frase	Anexo IX, punto 5
Anexo VI, punto 6, segunda y tercera frases	artículo 14, apartado 6
Anexo VI, punto 7	Anexo IX, punto 8
Anexo VII, punto 1	Anexo XI, punto 1
Anexo VII, punto 2	Anexo XI, punto 2
Anexo VII, punto 3	Anexo XI, punto 3
Anexo VII, punto 4	Anexo XI, punto 4
Anexo VII, punto 5	Anexo XI, punto 5
Anexo VII, punto 6	Anexo XI, punto 6
Anexo VII, punto 7	Anexo XI, punto 7
Anexo VIII	—
Anexo IX	—



## **VI.2. NTP 552 – PROTECCIÓN DE MÁQUINAS FRENTE A EQUIPOS MECÁNICOS.**



## NTP 552: Protección de máquinas frente a peligros mecánicos: resguardos

Protection des machines face aux risques mécaniques: Protecteurs  
Machinery protection for mechanical hazards: Guards



Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactores:

Tomás Piqué Ardanuy  
Ingeniero Técnico Químico  
Licenciado en Derecho

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

*La presente Nota Técnica de prevención sustituye a la NTP-10 que, publicada en 1982, había quedado obsoleta.*

### Introducción

Se denomina peligro mecánico el conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos.

Las formas elementales del peligro mecánico son principalmente: aplastamiento; cizallamiento; corte; enganche; atrapamiento o arrastre; impacto; perforación o punzonamiento; fricción o abrasión; proyección de sólidos o fluidos.

El peligro mecánico generado por partes o piezas de la máquina está condicionado fundamentalmente por: su forma (aristas cortantes, partes agudas); su posición relativa (zonas de atrapamiento); su masa y estabilidad (energía potencial); su masa y velocidad (energía cinética); su resistencia mecánica a la rotura o deformación y su acumulación de energía, por muelles o depósitos a presión.

Existen otros peligros relacionados con la naturaleza mecánica y las máquinas, tales como: riesgos de resbalones o pérdidas de equilibrio y peligros relativos a la manutención, ya sean de la propia máquina, de sus partes o de sus piezas.

Los resguardos se deben considerar como la primera medida de protección a tomar para el control de los peligros mecánicos en máquinas, entendiendo como resguardo: "un medio de protección que impide o dificulta el acceso de las personas o de sus miembros al punto o zona de peligro de una máquina". Un resguardo es un elemento de una máquina utilizado específicamente para garantizar la protección mediante una barrera material. Dependiendo de su forma, un resguardo puede ser denominado carcasa, cubierta, pantalla, puerta, etc.

Un resguardo puede desempeñar su función por sí solo, en cuyo caso sólo es eficaz cuando está cerrado, o actuar asociado a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento con bloqueo, en cuyo caso la protección está garantizada cualquiera que sea la posición del resguardo.

Aunque en esta NTP se haga referencia tan sólo a los resguardos, es obvio que en la práctica para evitar el contacto con los órganos móviles de las máquinas requerirá en muchas ocasiones combinar los distintos tipos de resguardos y dispositivos de protección.

### Tipos de resguardos

Los resguardos pueden clasificarse del siguiente modo:

- Fijos: Resguardos que se mantienen en su posición, es decir, cerrados, ya sea de forma permanente (por soldadura, etc.) o bien por medio de elementos de fijación (tornillos, etc.) que impiden que puedan ser retirados/abiertos sin el empleo de una herramienta. Los resguardos fijos, a su vez, se pueden clasificar en: envolventes (encierran completamente la zona peligrosa) y distanciadores (no encierran totalmente la zona peligrosa, pero, por sus dimensiones y distancia a la zona, la hace inaccesible).
- Móviles: Resguardos articulados o guiados, que es posible abrir sin herramientas. Para garantizar su eficacia protectora deben ir asociados a un dispositivo de enclavamiento, con o sin bloqueo.
- Regulables: Son resguardos fijos o móviles que son regulables en su totalidad o que incorporan partes regulables. Cuando se ajustan a una cierta posición, sea manualmente (reglaje manual) o automáticamente (autorreglable), permanecen en ella durante una operación determinada.

### Criterios para la selección de los resguardos

Los resguardos son siempre una barrera material que se interpone entre el operario y la zona peligrosa de la máquina y, por tanto, su elección dependerá de la necesidad y frecuencia de acceso a dicha zona. En tal sentido deben diferenciarse distintas situaciones:

- a. Zonas peligrosas de la máquina a las que no se debe acceder durante el desarrollo del ciclo operativo de la máquina y a las que no se debe acceder tampoco en condiciones habituales de funcionamiento de la máquina, estando limitado su acceso a operaciones de mantenimiento, limpieza, reparaciones, etc... Se trata de elementos móviles que no intervienen en el trabajo en tanto que no ejercen una acción directa sobre el material a trabajar.

Debe distinguirse entre los peligros generados por los elementos móviles de transmisión tales como po-leas, correas, engranajes, cadenas, bielas, etc.... y los peligros generados por elementos móviles alejados del punto de operación de la máquina como el disco de corte de una sierra circular por debajo de la mesa, las cuchillas de una cepilladora por detrás de la guía de apoyo, etc....

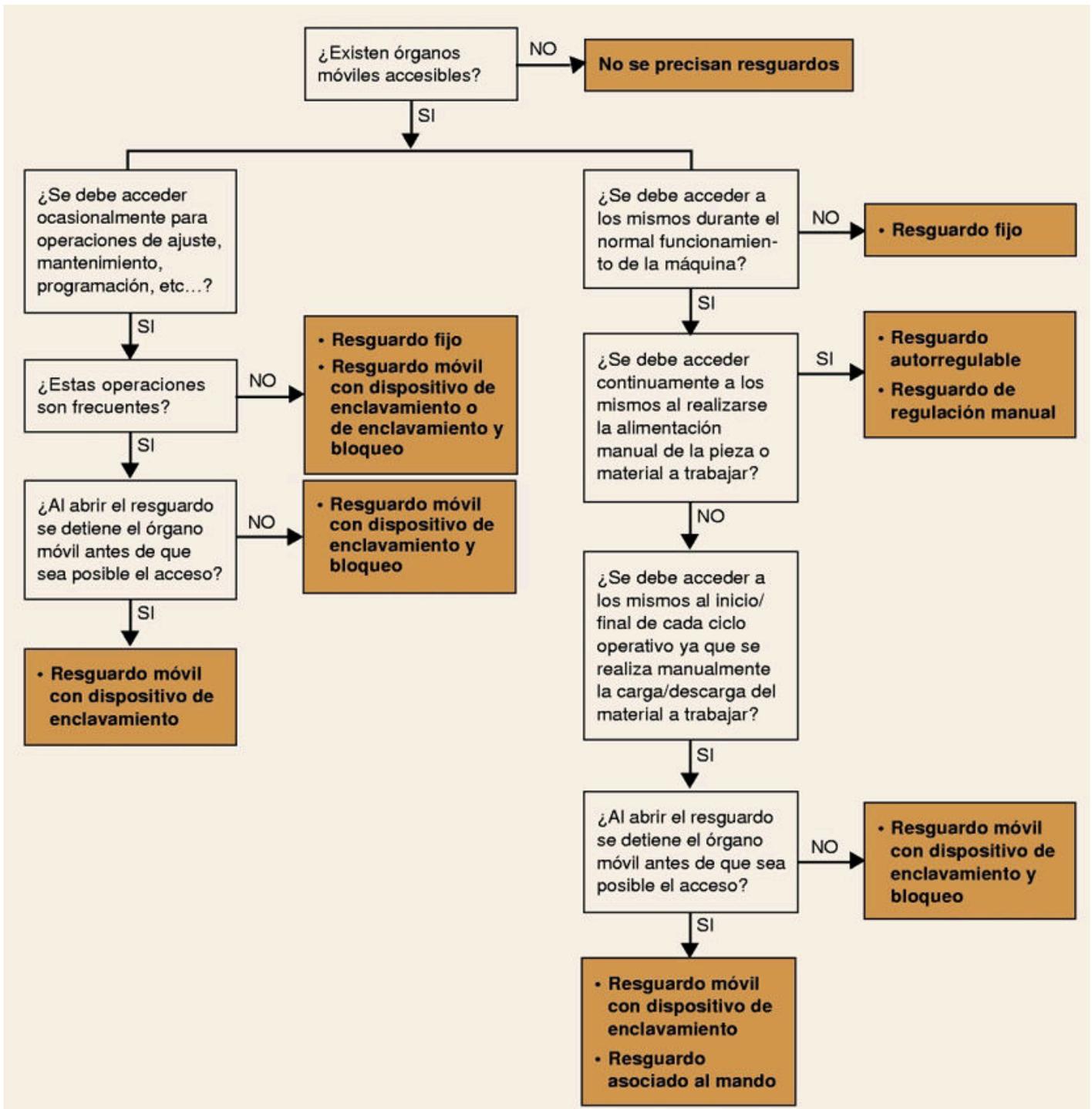
Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos fijos cuando se deba acceder ocasional o excepcionalmente a la zona y con resguardos móviles con dispositivo de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo cuando la necesidad de acceso sea frecuente.

- b. Zonas peligrosas de la máquina a las que se debe acceder al inicio y final de cada ciclo operativo ya que se realiza la carga y descarga manual del material a trabajar (ej. : prensas de alimentación manual de piezas, guillotinas de papel, etc....). Se trata de elementos móviles que intervienen en el trabajo, es decir, que ejercen una acción directa sobre el material a trabajar (herramientas, cilindros, matrices, etc....). Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos móviles asociados a dispositivos de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo; recurriendo, cuando se precise, a dispositivos de protección.
- c. Zonas peligrosas de la máquina a las que se debe acceder continuamente ya que el operario realiza la alimentación manual de la pieza o material a trabajar y por consiguiente se encuentra en el campo de influencia de los elementos móviles durante el desarrollo de la operación (ej. : máquinas para trabajar la madera, muelas, etc ... ).

Las situaciones peligrosas se deberán evitar mediante resguardos regulables. En la selección de tales resguardos serán preferibles y preferentes los de ajuste automático (autorregulables) a los de regulación manual.

Para la selección de resguardos contra los peligros generados por los elementos se propone el diagrama de la Tabla 1.

**TABLA 1**  
**Crterios para seleccin de resguardos**



**Requisitos generales que deben cumplir los resguardos**

Para que cumpla con los requisitos exigibles a todo resguardo, cualquiera de ellos ha de respetar ciertos requisitos mínimos:

- Ser de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionar peligros suplementarios.
- No poder ser fácilmente burlados o puestos fuera de funcionamiento con facilidad.
- Estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No limitar más de lo imprescindible la observación del ciclo de trabajo.
- Permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o sustitución de las herramientas, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso al sector donde deba realizarse el trabajo, y ello, a ser posible, sin desmontar el resguardo.
- Retener/captar, tanto como sea posible, las proyecciones (fragmentos, astillas, polvo,...) sean de la propia máquina o del material que se trabaja.

## Dimensionamiento de los resguardos

Para garantizar la inaccesibilidad a las partes peligrosas de la máquina, los resguardos deben dimensionarse correctamente, es decir, deben asegurar que no se puede acceder al órgano agresivo por encima, por debajo, alrededor, por detrás o a través del mismo cuando permanece correctamente ubicado.

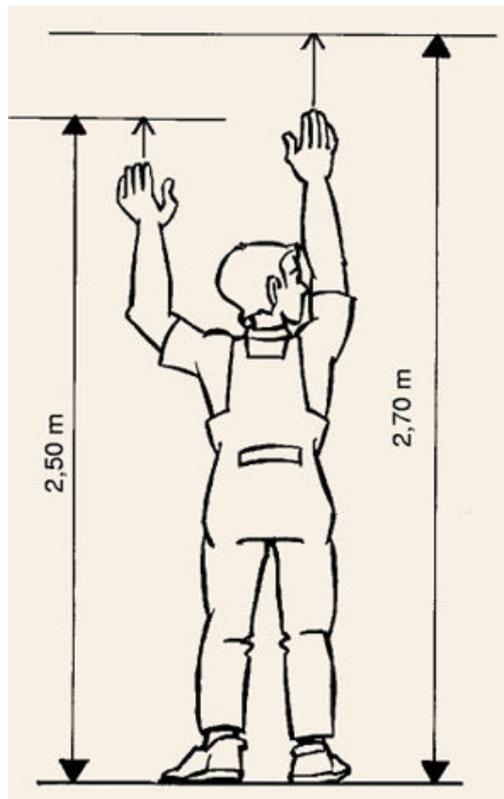
El dimensionamiento de los resguardos exige valorar conjunta e integradamente su abertura o posicionamiento y la distancia a la zona de peligro.

### Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance hacia arriba o por encima de una estructura de protección

Se deben determinar las distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.

Las normas armonizadas elaboradas por el CEN establecen que, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo (las posibles lesiones son de carácter leve, en general lesiones reversibles), se considera protegida por ubicación (distanciamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,50 m; mientras que si el riesgo en la zona peligrosa es alto (en general lesiones o daños irreversibles), se considera protegida por ubicación (alejamiento) toda zona peligrosa situada por encima de 2,70 m (figura 1).

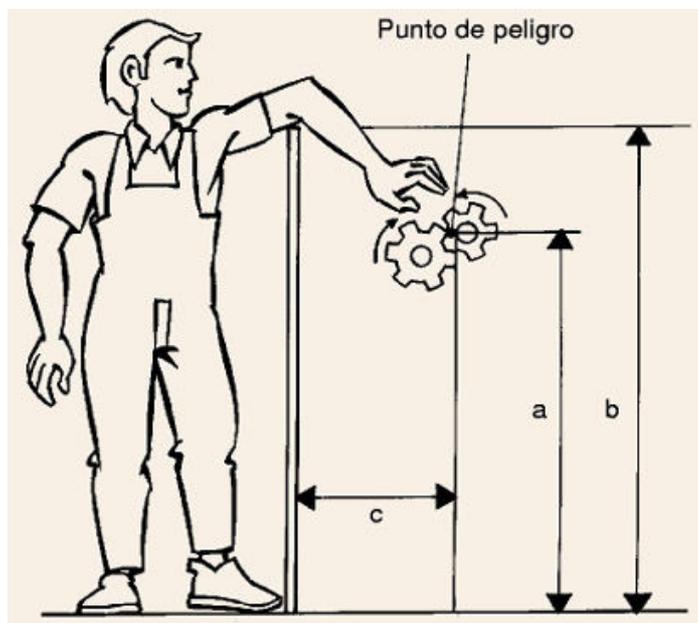
Figura 1.



Para dimensionar la protección cuando el elemento peligroso está a una determinada altura, inferior a 2,50 - 2,70 m, con respecto al plano de referencia del trabajador (nivel en el que la persona se sitúa normalmente), se valoran conjuntamente tres parámetros que influyen en el alcance por encima de una estructura de protección (figura 2):

- a. distancia de un punto de peligro al suelo.
- b. altura del borde del resguardo.
- c. distancia horizontal desde el punto de peligro al resguardo.

Figura 2.



En la Tabla 2 se representan, cuando el riesgo en la zona peligrosa es bajo, los valores mínimos que deben tener esos parámetros a fin de garantizar la inaccesibilidad al elemento peligroso, fijando como criterio de aplicación que no se deben hacer interpolaciones a partir de los valores de la tabla. Así pues, cuando los valores de a, b o c estén situados entre dos valores de la tabla, se elegirá el valor que entrañe el mayor nivel de seguridad.

**TABLA 2.**

DISTANCIAS DE UN PUNTO DE PELIGRO DESDE EL SUELO a mm	ALTURA DEL BORDE DE LA BARRERA b mm							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
	DISTANCIA HORIZONTAL DESDE EL PUNTO DE PELIGRO c mm							
2400	100	100	100	100	100	100	100	100
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800	-	-	-	600	900	900	1000	1100
1600	-	-	-	500	900	900	1000	1300
1400	-	-	-	100	800	900	1000	1300
1200	-	-	-	-	500	900	1000	1400
1000	-	-	-	-	300	900	1000	1400
800	-	-	-	-	-	600	900	1300
600	-	-	-	-	-	-	500	1200
400	-	-	-	-	-	-	300	1200
200	-	-	-	-	-	-	200	1100
0	-	-	-	-	-	-	200	1100

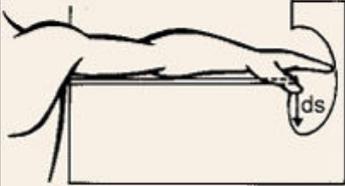
### Ejemplos de aplicación

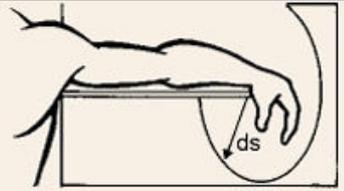
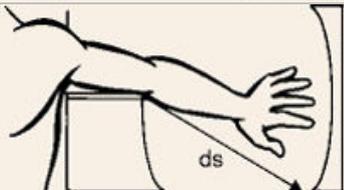
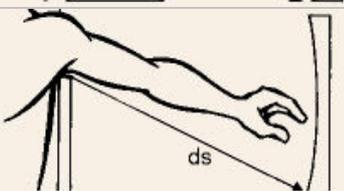
1. ¿A qué distancia horizontal debe colocarse un resguardo de un elemento peligroso si éste se encuentra a una altura de 1300 mm y la altura del resguardo es a su vez de 1300 mm? Usando la Tabla 2, la distancia mínima entre el resguardo y el elemento peligroso será de 1000 mm.
2. ¿Qué altura debe tener un resguardo para que sea inaccesible un elemento peligroso situado a una altura de 1800 mm y a una distancia horizontal de 700 mm del resguardo? Usando la Tabla 2, la altura mínima del resguardo debe ser de 1800 mm.
3. ¿A qué altura debe encontrarse un elemento peligroso para que sea inaccesible si disponemos de un resguardo de 1300 mm de altura y está situado a una distancia horizontal de 900 mm del elemento peligroso? Usando la Tabla 2, el elemento peligroso no debe estar entre 800 y 2000 mm de altura.

### Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance alrededor de un obstáculo

La Figura 3 permite determinar las distancias de seguridad ( $d_s$ ) que se deben aplicar para impedir que personas a partir de 14 años alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores a través de una abertura de hasta 120 mm y los efectos que sobre la limitación de movimientos producen medidas supletorias en el diseño de los resguardos cuando en los mismos se deban practicar aberturas.

**Figura 3**

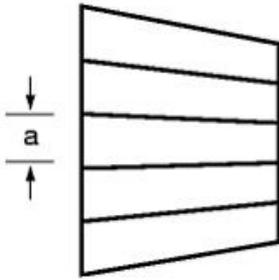
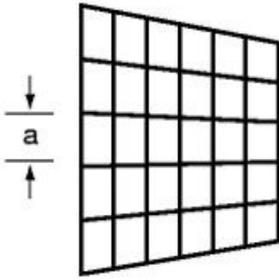
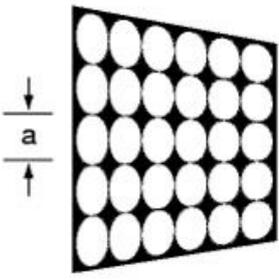
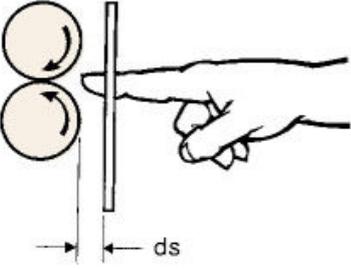
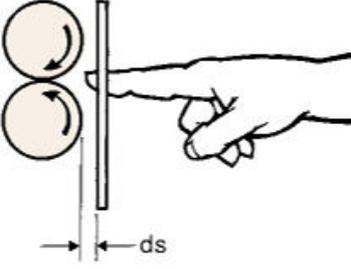
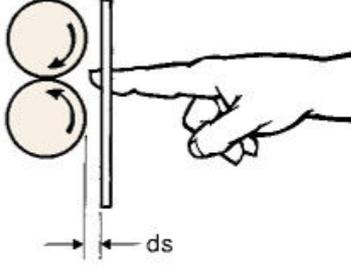
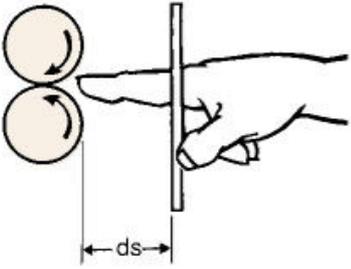
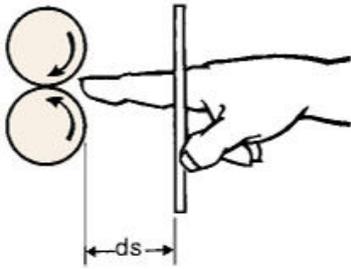
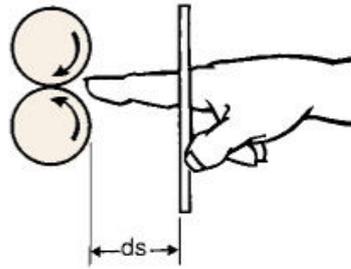
Parte del brazo	Distancia de seguridad (mm)	
Mano desde la raíz de los dedos a la punta	> 130	

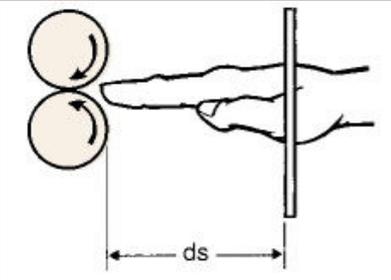
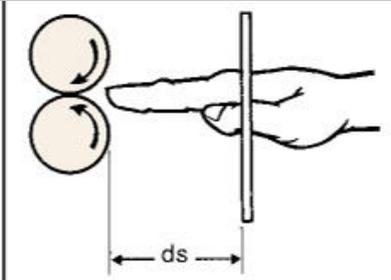
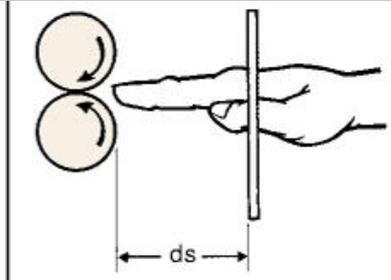
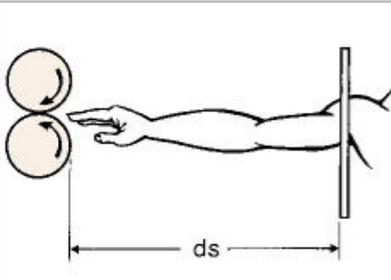
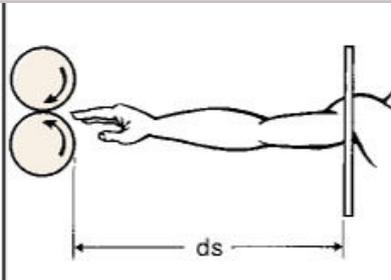
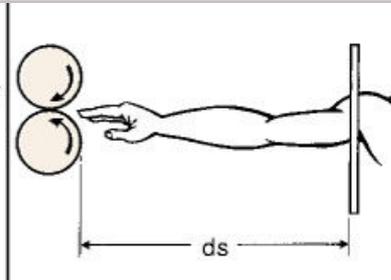
Mano desde la muñeca hasta la punta de los dedos	> 230	
Brazo desde el codo hasta la punta de los dedos	> 550	
Brazo desde la axila a la punta de los dedos	> 850	

### Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance a través de aberturas en la protección

La figura 4 permite determinar las distancias de seguridad (ds) que se deben aplicar para impedir que personas a partir de 14 años alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores a través de aberturas regulares; correspondiendo las medidas de las aberturas (a) al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular o a la menor medida de una abertura en forma de ranura.

Figura 4.

	RENDIJAS			
	Paralelas	Cuadradas	Circulares	
Tamaño de la abertura (mm)				
<b>DISTANCIA DE SEGURIDAD ds (mm)</b>				
Parte del cuerpo	PUNTA DEL DEDO (1ª falange) $4 < a \leq 6$	 $\geq 10$	 $\geq 5$	 $\geq 5$
	DEDO HASTA LA RAZA $12 < a \leq 20$	 $\geq 120$	 $\geq 120$	 $\geq 120$

MANO HASTA EL PULPEJO $20 < a \leq 30$			
	$\geq 850^*$	$\geq 120$	$\geq 120$
BRAZO HASTA LA AXILA $40 < a \leq 120$			
	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

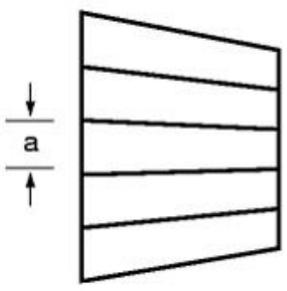
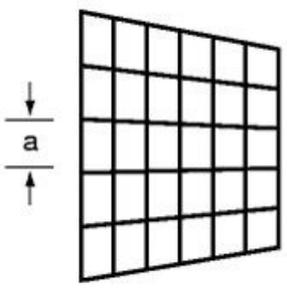
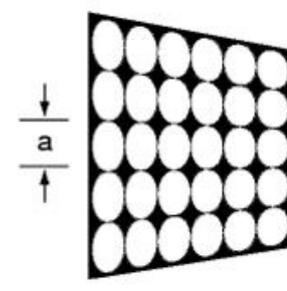
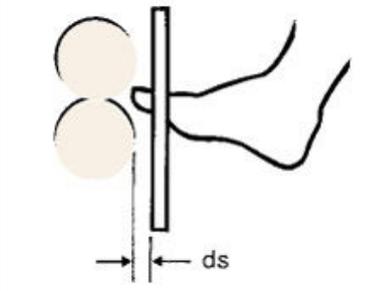
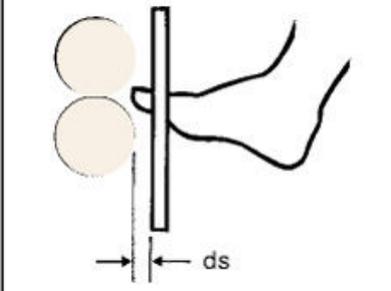
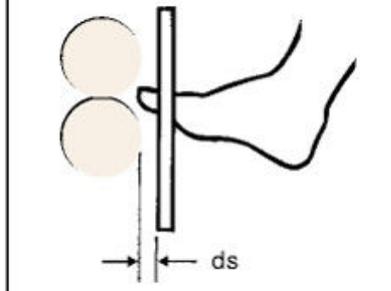
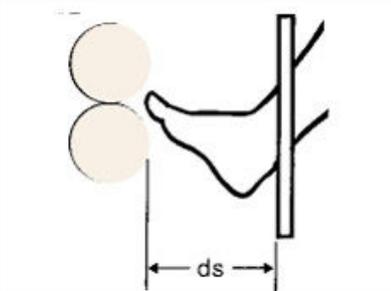
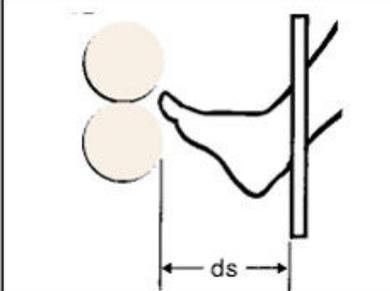
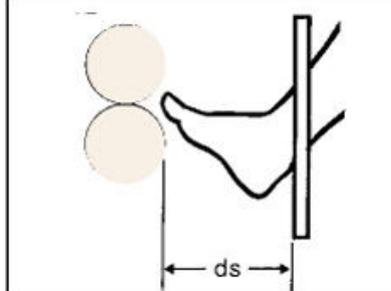
\*Si la anchura de la ranura es  $< 65$  mm, la  $ds$  puede reducirse a 200 mm ya que el pulgar actúa como tope

En el caso de aberturas irregulares, se deben determinar el diámetro de la abertura circular más pequeña y el lado de la abertura cuadrada más pequeña y la anchura de la ranura más estrecha en las que la abertura irregular pueda ser inscrita completamente y determinar en la figura 4 las tres distancias de seguridad correspondientes. La distancia de seguridad es la más pequeña de las tres dimensiones.

Análogamente en la figura 5 se determinan las distancias de seguridad ( $ds$ ) que se deben aplicar para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores a través de aberturas regulares; correspondiendo las medidas de las aberturas ( $a$ ) al lado de una abertura cuadrada, al diámetro de una abertura circular o a la menor medida de una abertura en forma de ranura.

En el caso de aberturas irregulares se opera de modo análogo al indicado para miembros superiores.

Figura 5

	Tamaño de la abertura (mm)	RENDIJAS		
		Paralelas	Cuadradas	Circulares
				
<b>DISTANCIA DE SEGURIDAD <math>ds</math> (mm)</b>				
DEDO $15 < a \leq 35$				
		$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 25$
PIE $35 < a \leq 60$				
		$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 25$

Parte del cuerpo	$\geq 180$	$\geq 80$	$\geq 80$
PIERNA HASTA RODILA $80 < a \leq 95$	$\geq 1100^*$	$\geq 650$	$\geq 650$
TODA LA PIERNA $180 < a \leq 240$			
	Inadmisible	$\geq 1100$	$\geq 1100$

\*El valor correspondiente a pierna hasta la entrepierna

### Ejemplo de aplicación

¿A qué distancia debe ubicarse un punto peligroso si se precisa practicar en un resguardo una abertura de inspección de 18 mm? Usando la Figura 4 vemos que la distancia mínima de seguridad es de 120 mm, independientemente de la forma que tenga la abertura.

### Dimensionamiento de resguardos para impedir el alcance por debajo de las estructuras de protección

Figura 6.

**Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores con la persona de pie**

LIMITACIÓN DEL ACCESO POR DEBAJO DE LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN			
a) Suelo de apoyo del operario. b) Articulación de la cadera c) Resguardo h) Distancia entre el reborde inferior del resguardo y el suelo			
	DISTANCIA DE SEGURIDAD $d_s$ ( m )		
DISTANCIA ENTRE EL REBORDE INFERIOR DEL RESGUARDO Y EL SUELO	CASO 1	CASO 2	CASO 3
$h \leq 200$	$> 340$	$> 665$	$> 290$
$200 < h \leq 400$	$> 550$	$> 765$	$> 615$
$400 < h \leq 600$	$> 850$	$> 950$	$> 800$
$600 < h \leq 800$	$> 950$	$> 950$	$> 900$
$800 < h \leq 1.000$	$> 1.125$	$> 1.195$	$> 1.015$

### Bibliografía

- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los Equipos de Trabajo.  
INSHT Madrid  
UNE EN 292 - 1 y 2  
Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño
- UNE EN 294  
Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.

4. UNE EN 811  
Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.
5. UNE EN 953  
Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.

**Nota : Las normas anteriores han sido anuladas y sustituidas por:**

292 - 1 por UNE EN ISO 12100 -1 : 2004

292 - 2 por UNE EN ISO 12100 -2 : 2004

294 por EN ISO 13857 : 2008

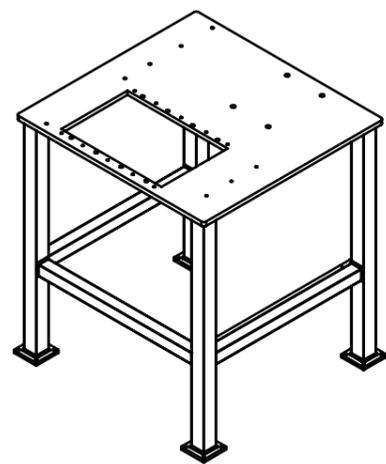
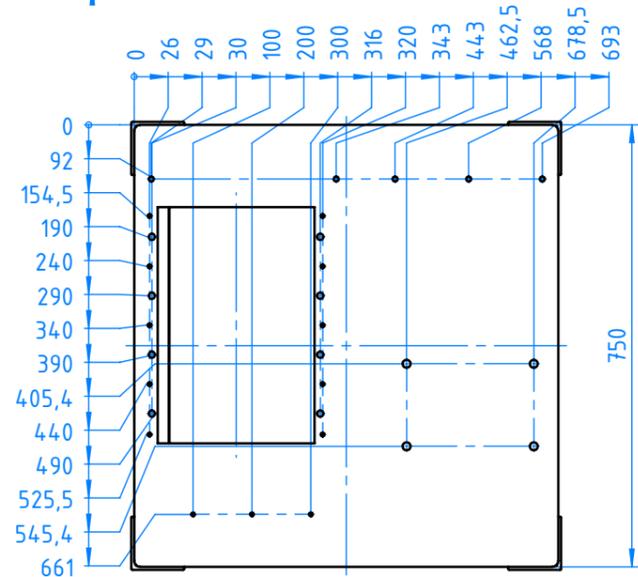
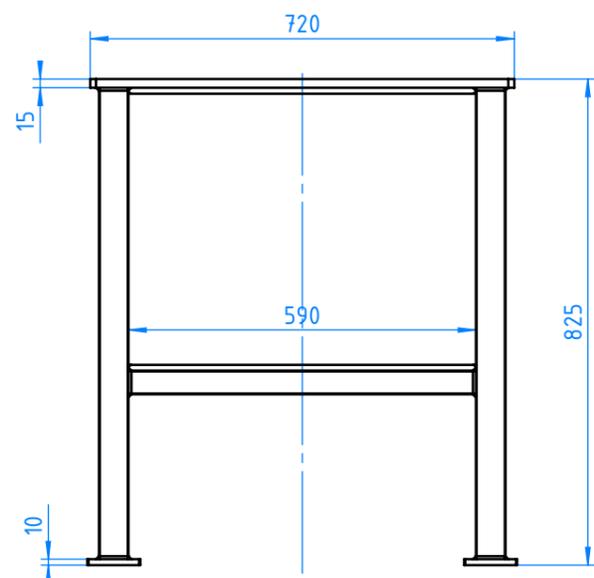
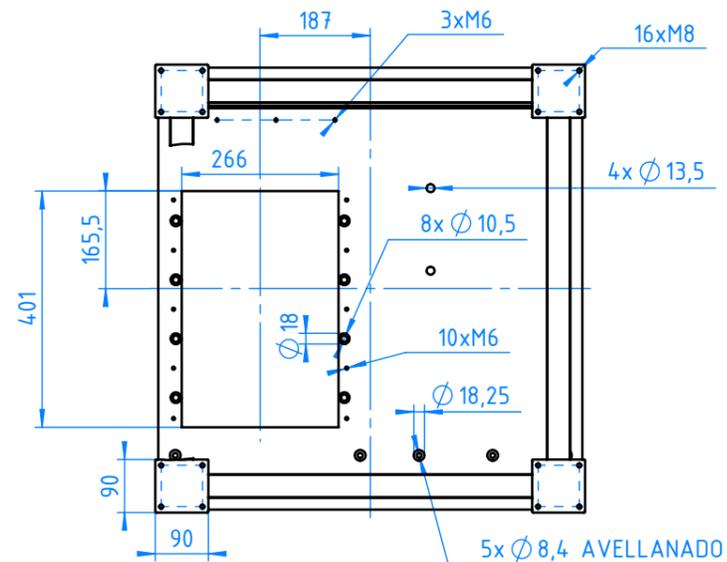
811 por EN ISO 13857 : 2008

953 por UNE EN 953 : 1998 + A1 : 2009

### **VI.3. PLANOS DE LAS PIEZAS A FABRICAR.**

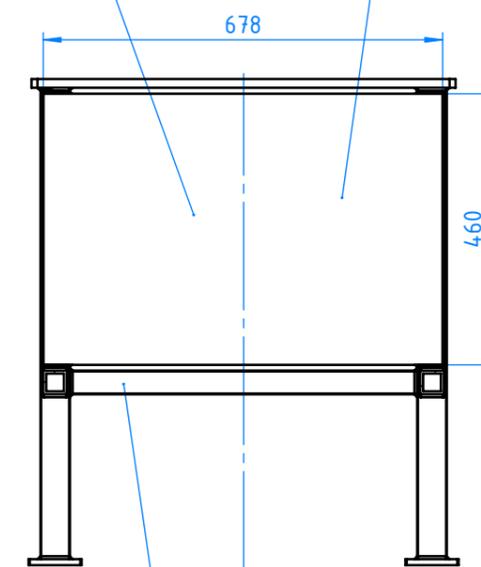
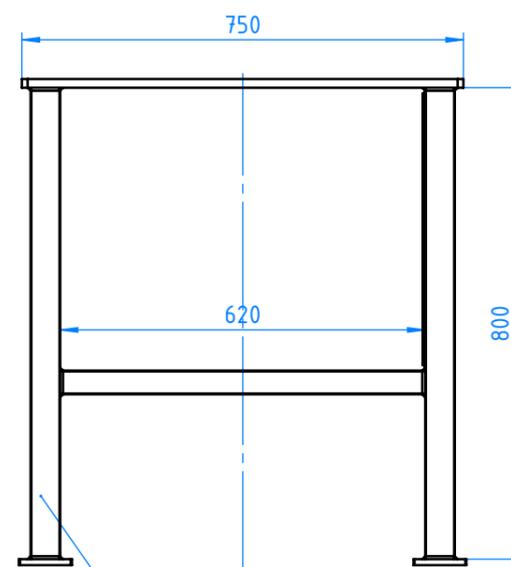


Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



LOS AGUJEROS DEL REGISTRO ELECTRICO HACEROLS AL MONTAJE

SOLDAR CHAPA DE 3mm ESPESOR



PATAS DE PERFILERIA 50x50x5mm

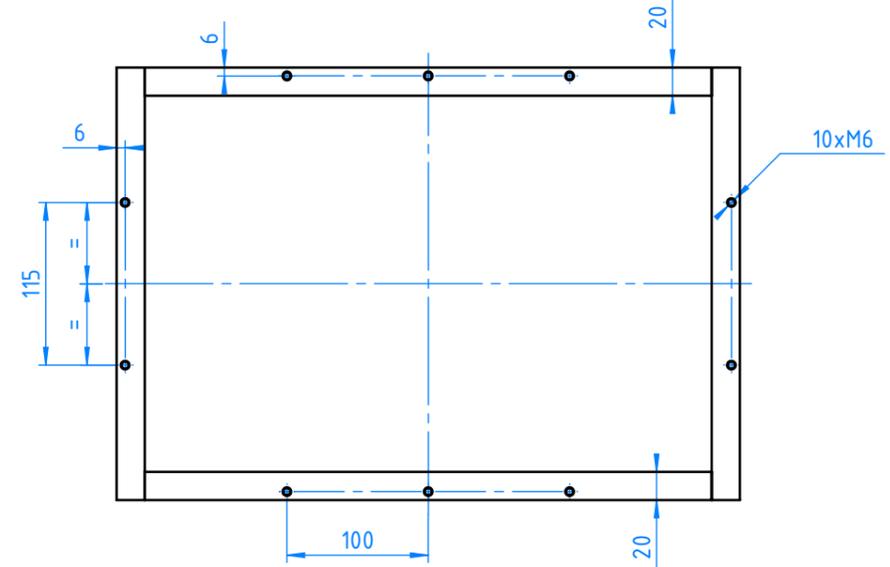
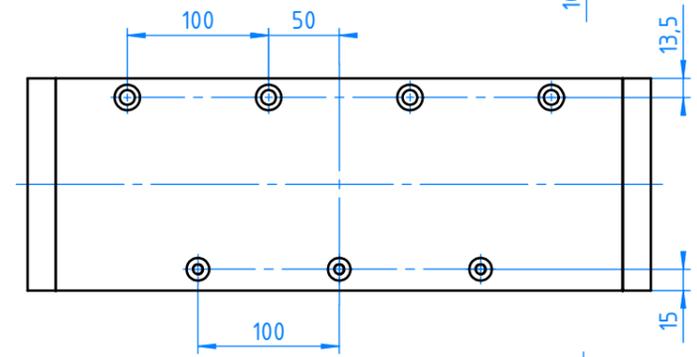
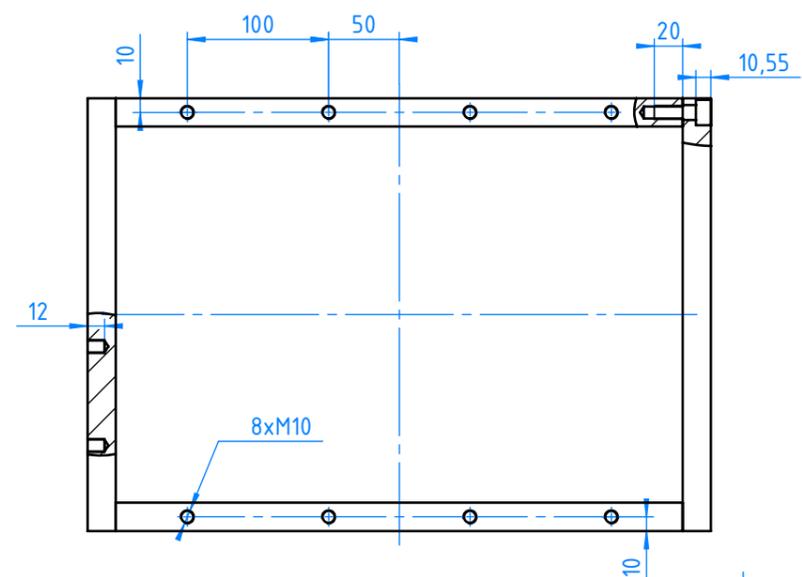
TRAVSAÑOS DE REFUERZO DE PERFILERIA 40x40x5mm



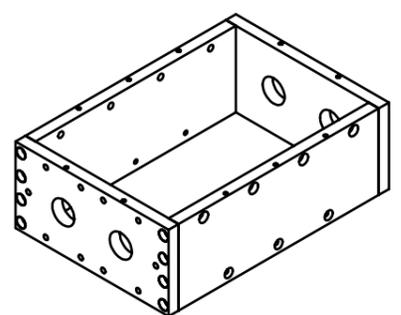
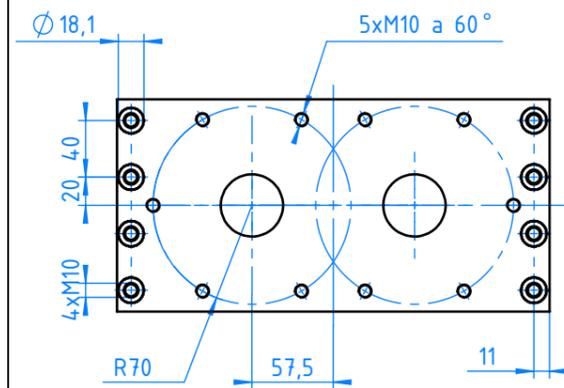
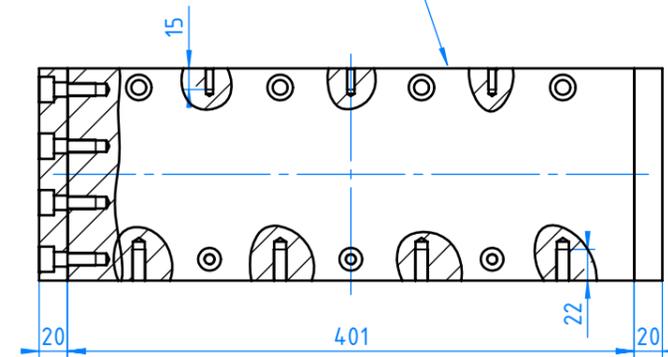
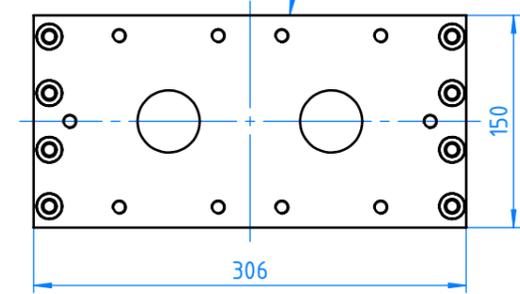
 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL	
	Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--	--
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO: OSCAR S. 25/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3	
ESCALA: 1:12	>30 - 120	±0.3		CONJUNTO: --	HOJA: 1/1			
OP. EXT.	>120 - 400	±0.5		DENOMINACIÓN: MESA BASE				CANTIDAD: 1
	>400 - 1000	±0.8		MATERIAL: F-114		Nº PLANO: 29118-001-R00		
ING.	>1000 - 2000	±1.2	DIMENSIONES BRUTAS: 750x720x825		P.V./O.F.			

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7



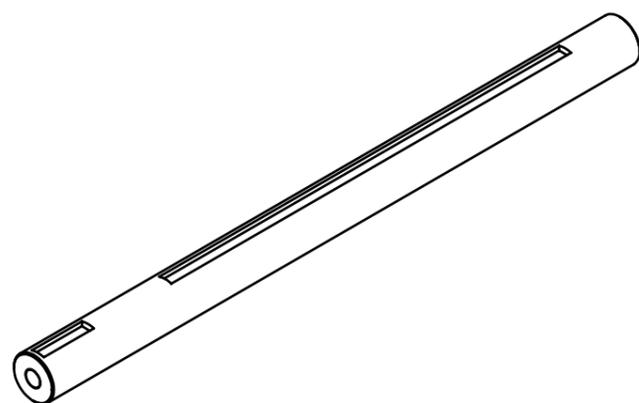
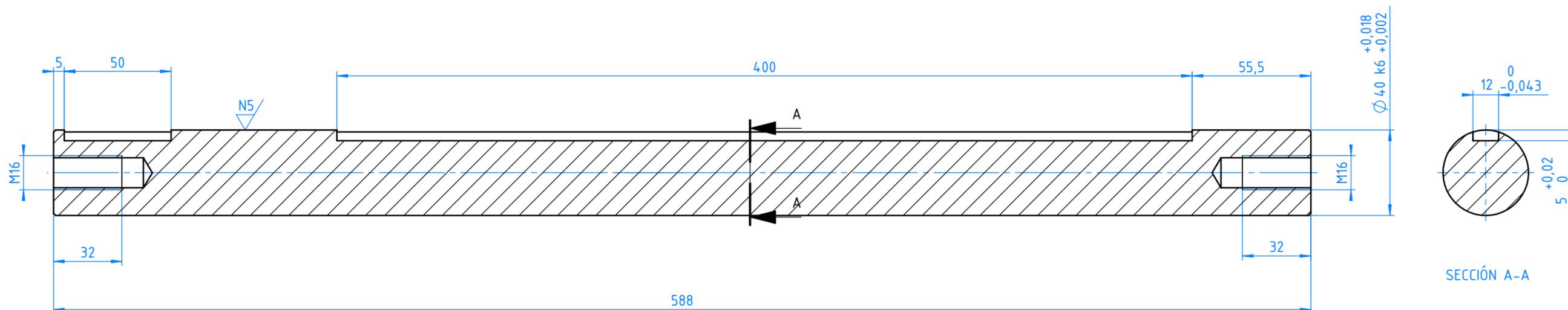
Simétrica respecto a los planos de alzado y perfil, por lo que los taladros son exactamente los mismos



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
	Chafilanes no acotados: 0,5x45º	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--
Radios no acotados: R 0,2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO OSCAR S. 25/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0,2mm. **Matar cantos por defecto 0,5x45º	MÁQUINA: TRITURADORA DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
ESCALA: 1:5	>30 - 120	±0.3		CONJUNTO: CONJUNTO TRITURACIÓN			HOJA: 1/1
OP. EXT.	>120 - 400	±0.5		DENOMINACIÓN: CAJA CUCHILLAS			CANTIDAD: 1
	>400 - 1000	±0.8		MATERIAL: F-114			Nº PLANO: 29118-002-R00
ING.	>1000 - 2000	±1.2	DIMENSIONES BRUTAS: 441x301			P.V./O.F.	
	MEC.		Preparación			Operación	
AJUST.							

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

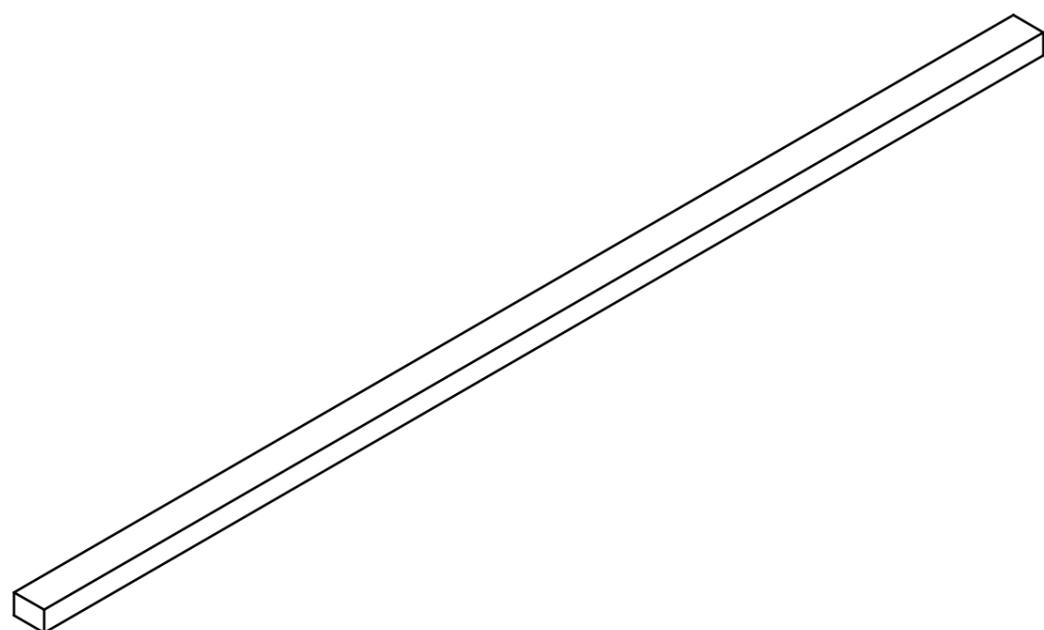
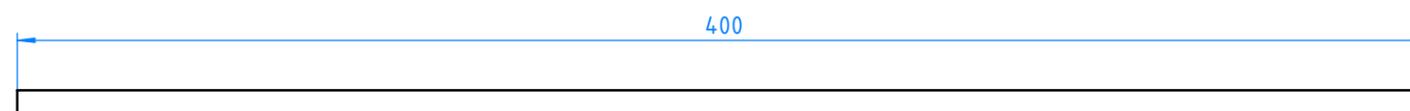
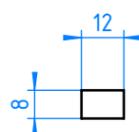
N7/ (▽)  
N5/ (▽)



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
	Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6		±0.1	TEMPLE Y REVENIDO	55 HRC	--
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO OSCAR S.	MÁQUINA: TRIRURADORA POLÍMEROS	FORMATO: A3		
ESCALA: 1:2	>30 - 120	±0.3	FECHA 25/07/2017	CONJUNTO: CONJUNTO TRITURACIÓN	HOJA: 1/1		
	>120 - 400	±0.5	COMPROB. OSCAR S.	FECHA 25/07/2017	DENOMINACIÓN: ARBOL CUCHILLAS		
	>400 - 1000	±0.8	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º		CANTIDAD: 2		
	>1000 - 2000	±1.2	Preparación	Operación	MATERIAL: AISI 4340		
OP. EXT.		MEC.			Nº PLANO: 29118-003-R00		
ING.		AJUST.			DIMENSIONES BRUTAS: ϕ 40x605		
					P.V./O.F.		

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

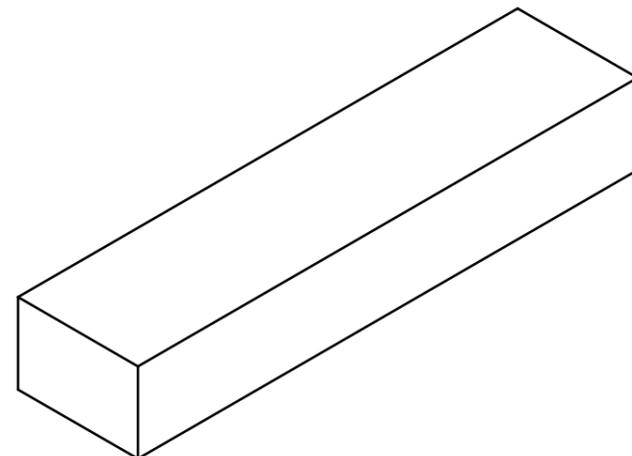
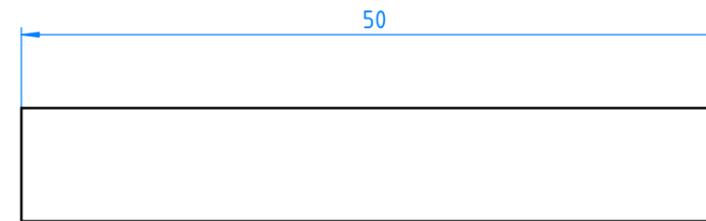
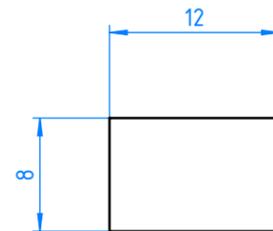
N7



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.P.G.S.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
	Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO	FECHA	MÁQUINA: TRITURADORA DE POLÍMEROS		FORMATO: A3
ESCALA: <b>1:2</b>	>30 - 120	±0.3	OSCAR S.	25/07/2017	CONJUNTO: CONJUNTO TRITURACIÓN		HOJA: 1/1
	>120 - 400	±0.5	COMPROB.	FECHA	DENOMINACIÓN: CHAVETA CUCHILAS		CANTIDAD:
	>400 - 1000	±0.8	OSCAR S.	25/07/2017	MATERIAL: F-114		Nº PLANO: 29118-004-R00
	>1000 - 2000	±1.2	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º		DIMENSIONES BRUTAS: 12x8x4.05		
OP. EXT.	MEC.	Preparación	Operación	P.V./O.F.			
ING.	AJUST.						

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7



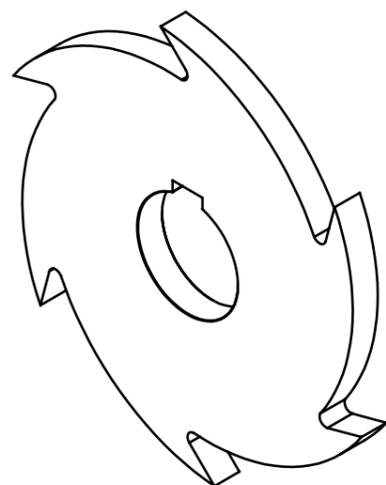
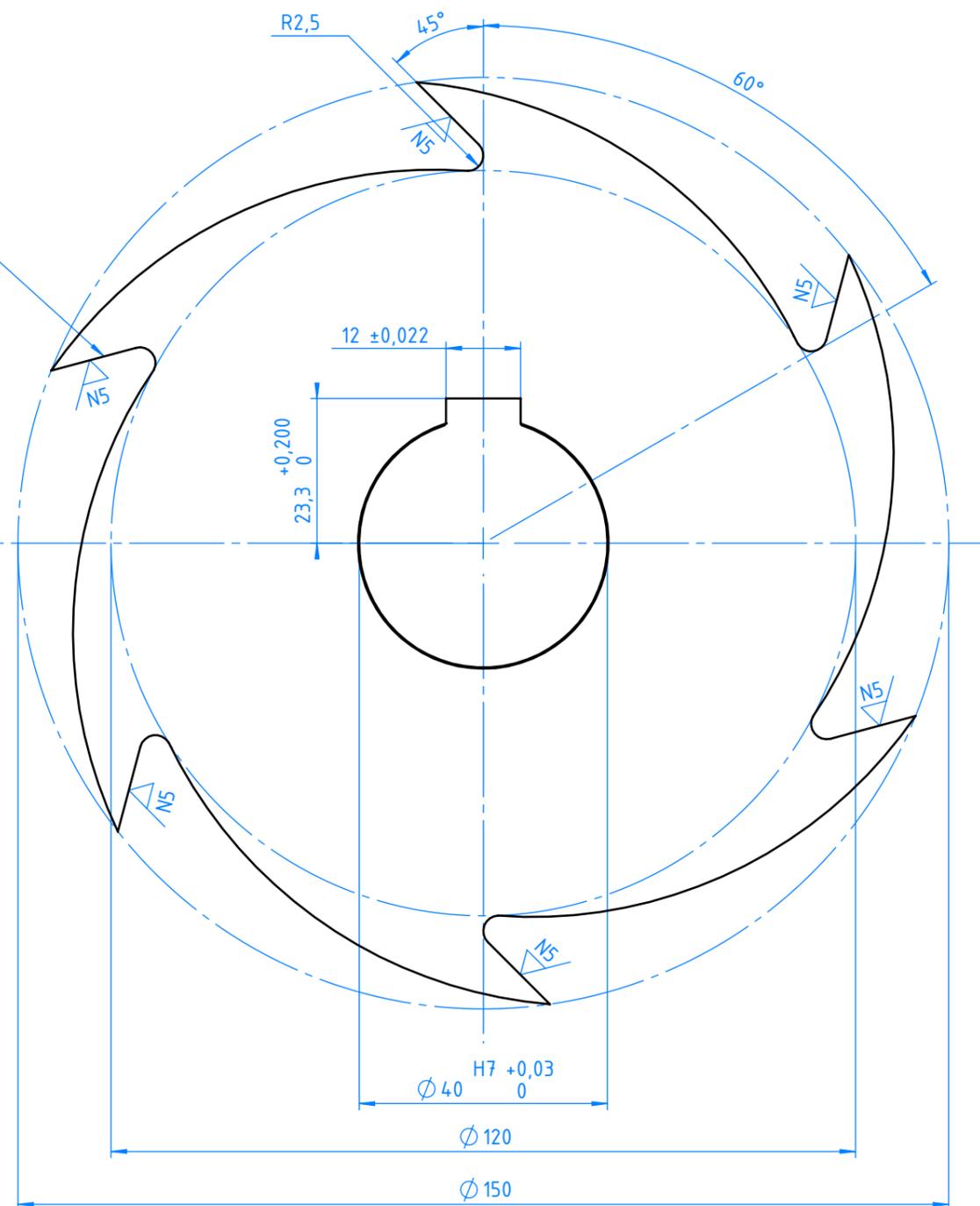
 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m	 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
			--	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6 ±0.1	DIBUJADO      FECHA OSCAR S.      25/07/2017  COMPROB.      FECHA OSCAR S.      25/07/2017  *Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	MÁQUINA:TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30 ±0.2		CONJUNTO:CONJUNTO TRITURACIÓN			HOJA: 1/1
ESCALA:  2:1	>30 - 120 ±0.3		DENOMINACIÓN: CHAVETA ENGRANAJES ARBOL			CANTIDAD: 2
	>120 - 400 ±0.5		MATERIAL: F-114			Nº PLANO: 29118-005-R00
	>400 - 1000 ±0.8		DIMENSIONES BRUTAS: 12x8x55			P.V./O.F.
>1000 - 2000 ±1.2	OP. EXT.	MEC.				
	ING.	AJUST.				

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7/ (N5/)

-0,10  
10  
-0,15

LOS FILOS VAN RECTIFICADOS



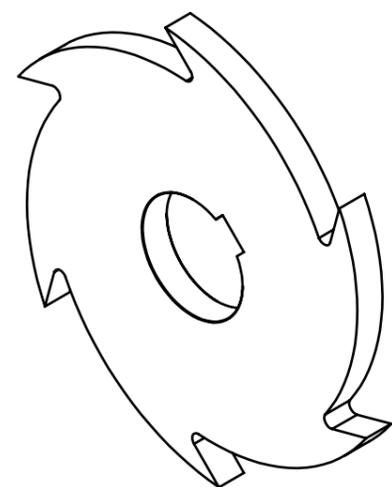
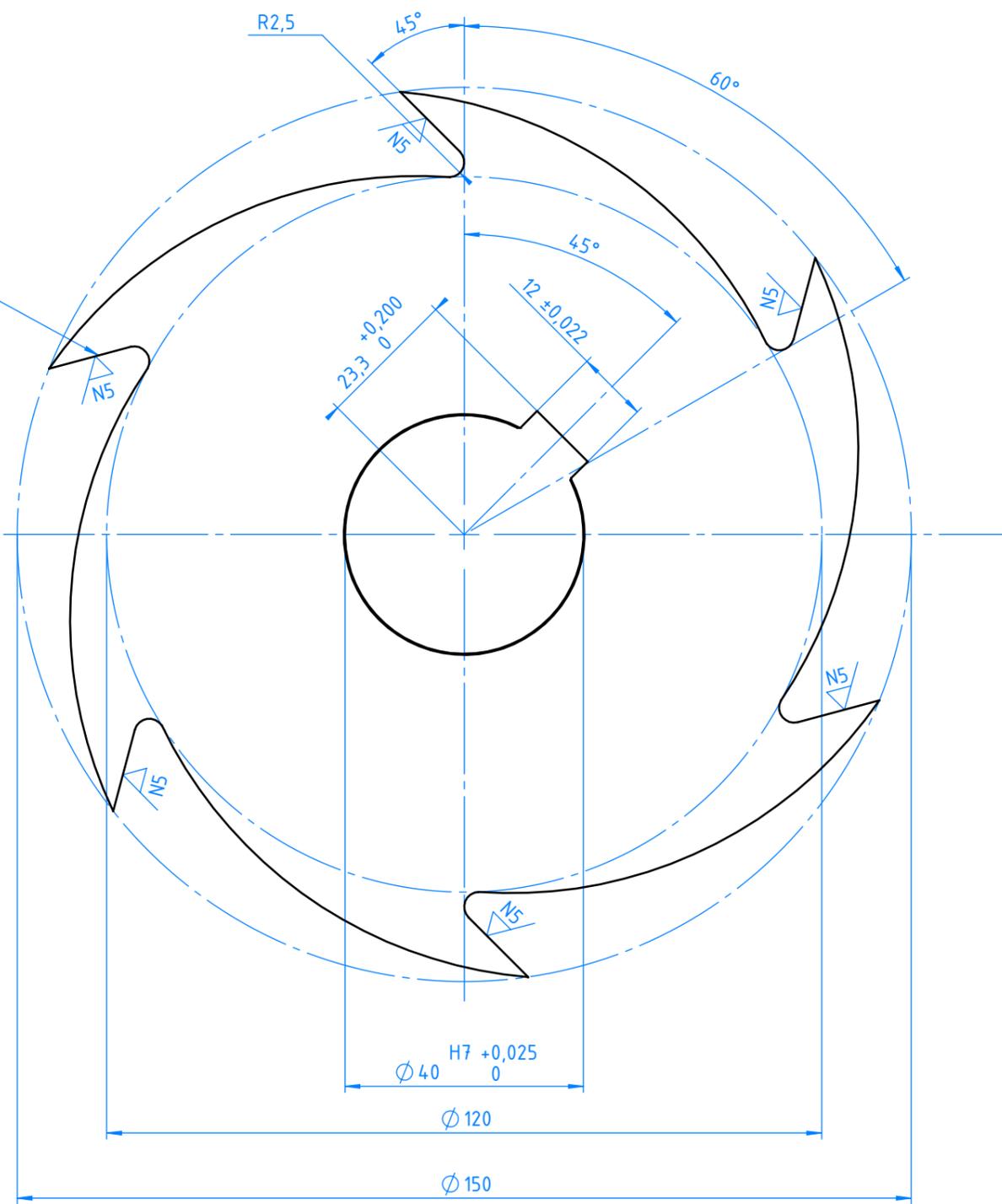
Vista europea		Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Chafilanes no acotados: $0,5 \times 45^\circ$		>0.5 - 6	$\pm 0.1$	DIBUJADO		CEMENTADO, TEMPLADO Y REVENIDO	62HRC	--	--
Radios no acotados: R 0.2		>6 - 30	$\pm 0.2$	FECHA		MAQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			
ESCALA:		>30 - 120	$\pm 0.3$	OSCAR S. 25/07/2017		FORMATO: A3			
1:1		>120 - 400	$\pm 0.5$	COMPROB.		CONJUNTO: CONJUNTO TRITURACIÓN			
		>400 - 1000	$\pm 0.8$	FECHA		DENOMINACIÓN: CUCHILLA_1			
		>1000 - 2000	$\pm 1.2$	OSCAR S. 25/07/2017		CANTIDAD: 10			
		*Tolerancia entre taladros $\pm 0.2$ mm. **Matar cantos por defecto $0.5 \times 45^\circ$		Preparación		MATERIAL: F-521			
OP. EXT.	MEC.			Operación		Nº PLANO: 29118-006-R00			
ING.	AJUST.					DIMENSIONES BRUTAS: $\phi 150 \times 13$			
						P.V./O.F.			

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7 / (N5)

-0,100  
10 -0,150

LOS FILOS VAN RECTIFICADOS



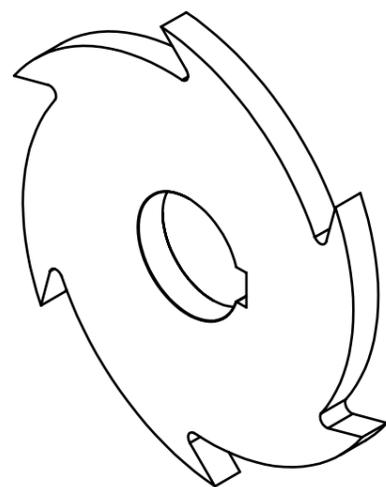
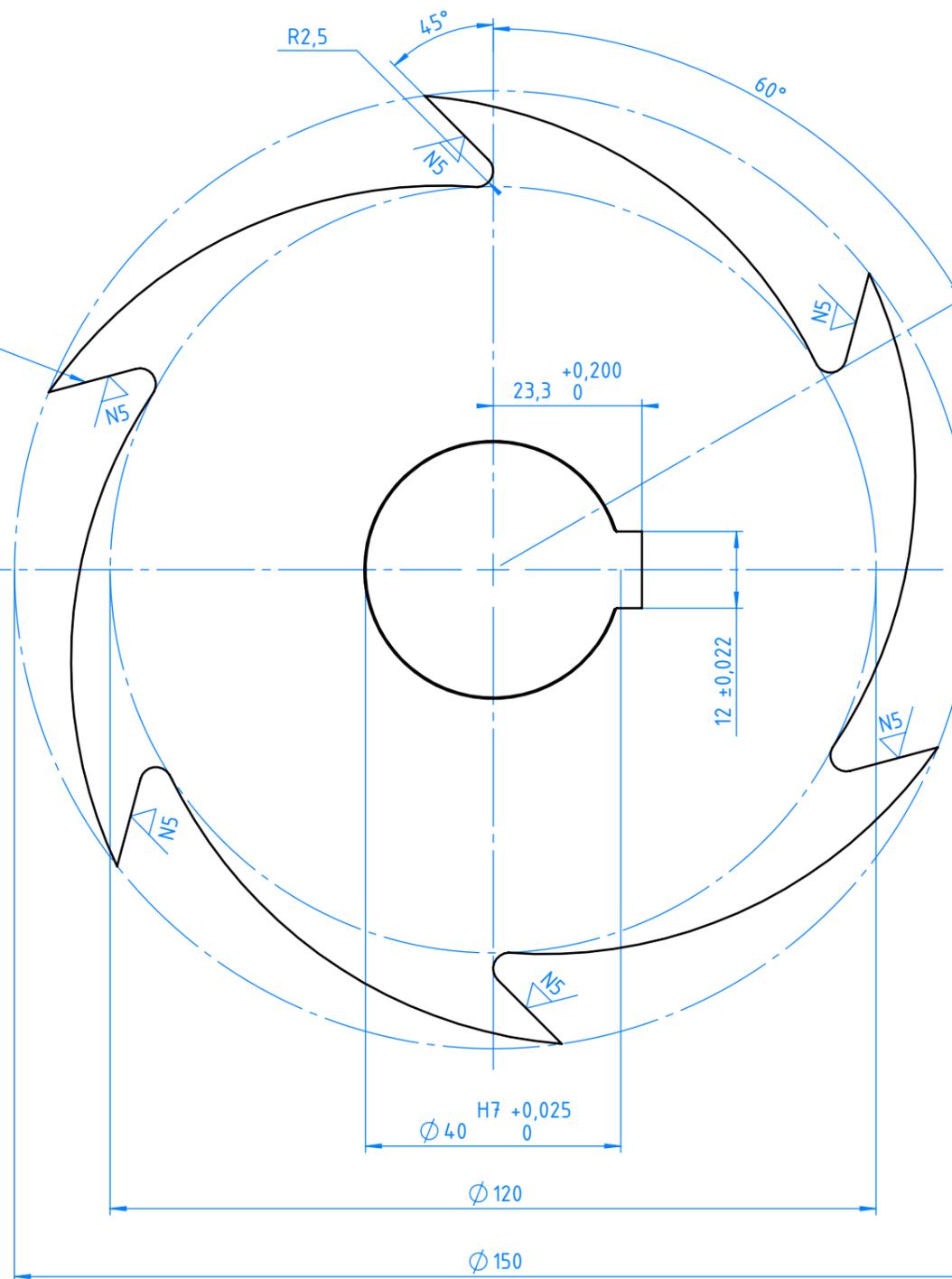
Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Vista europea				CEMENTADO, TEMPLADO Y REVENIDO	62HRC	--	--
Chafilanes no acotados: 0,5x45°	>0,5 - 6	±0,1	DIBUJADO	MAQUINA: TRITURADORA DE POLÍMEROS			
Radios no acotados: R 0,2	>6 - 30	±0,2	OSCAR S.	FECHA	FORMATO: A3		
ESCALA:	>30 - 120	±0,3	COMPROB.	25/07/2017	HOJA: 1/1		
	>120 - 400	±0,5	OSCAR S.	25/07/2017	CANTIDAD:		
	>400 - 1000	±0,8	*Tolerancia entre taladros ±0,2mm.		10		
	>1000 - 2000	±1,2	**Matar cantos por defecto 0,5x45°		DENOMINACIÓN: CUCHILLA_2		
OP. EXT.		MEC.	Preparación	Operación	MATERIAL: F-521	Nº PLANO: 29118-007-R00	
ING.		AJUST.			DIMENSIONES BRUTAS: $\phi 150 \times 13$	P.V./O.F.	

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

-0,10  
10  
-0,15

N7 / (N5)

LOS FILOS VAN RECTIFICADOS



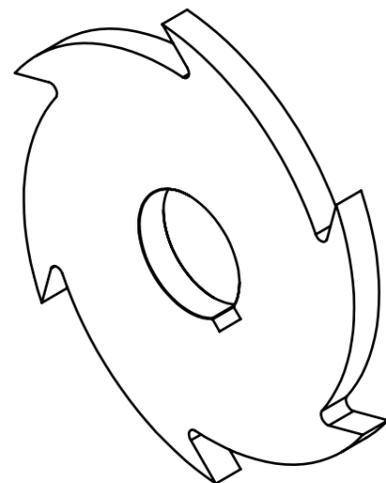
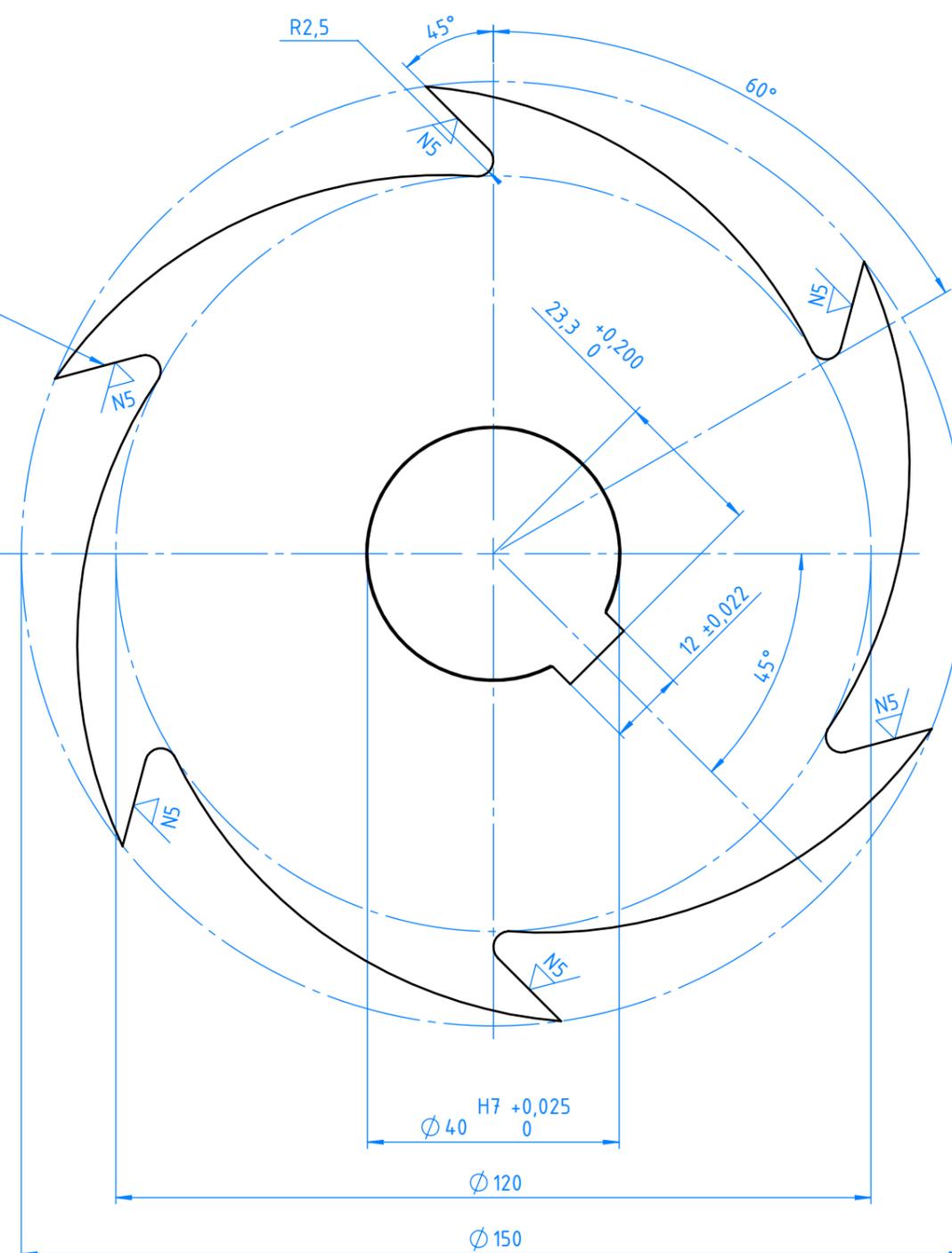
Vista europea Chafilanes no acotados: 0.5x45° Rios no acotados: R 0.2 ESCALA: 1:1	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m <table border="1"> <tr><td>&gt;0.5 - 6</td><td>±0.1</td></tr> <tr><td>&gt;6 - 30</td><td>±0.2</td></tr> <tr><td>&gt;30 - 120</td><td>±0.3</td></tr> <tr><td>&gt;120 - 400</td><td>±0.5</td></tr> <tr><td>&gt;400 - 1000</td><td>±0.8</td></tr> <tr><td>&gt;1000 - 2000</td><td>±1.2</td></tr> </table>	>0.5 - 6	±0.1	>6 - 30	±0.2	>30 - 120	±0.3	>120 - 400	±0.5	>400 - 1000	±0.8	>1000 - 2000	±1.2	 DIBUJADO OSCAR S. 25/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45°	TRATAMIENTO TÉRMICO CEMENTADO, TEMPLADO Y REVENIDO MAQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS	DUREZA 62HRC	TRATAMIENTO SUPERFICIAL --	RAL --
		>0.5 - 6	±0.1															
>6 - 30	±0.2																	
>30 - 120	±0.3																	
>120 - 400	±0.5																	
>400 - 1000	±0.8																	
>1000 - 2000	±1.2																	
MATERIAL: F-521 DIMENSIONES BRUTAS: Ø 150x13	Nº PLANO: 29118-008-R00 P.V./O.F.	FORMATO: A3 HOJA: 1/1 CANTIDAD: 10																

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7 / (N5)

-0,100  
10 -0,150

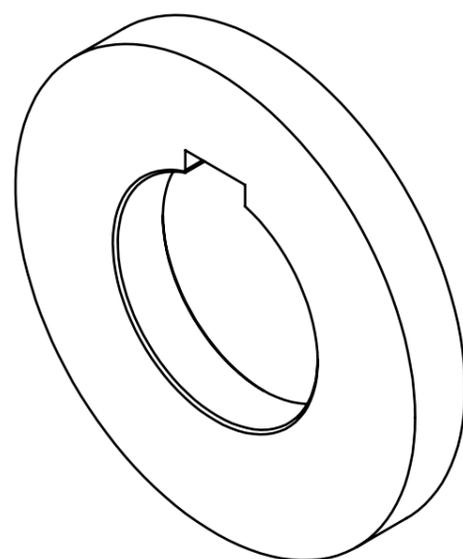
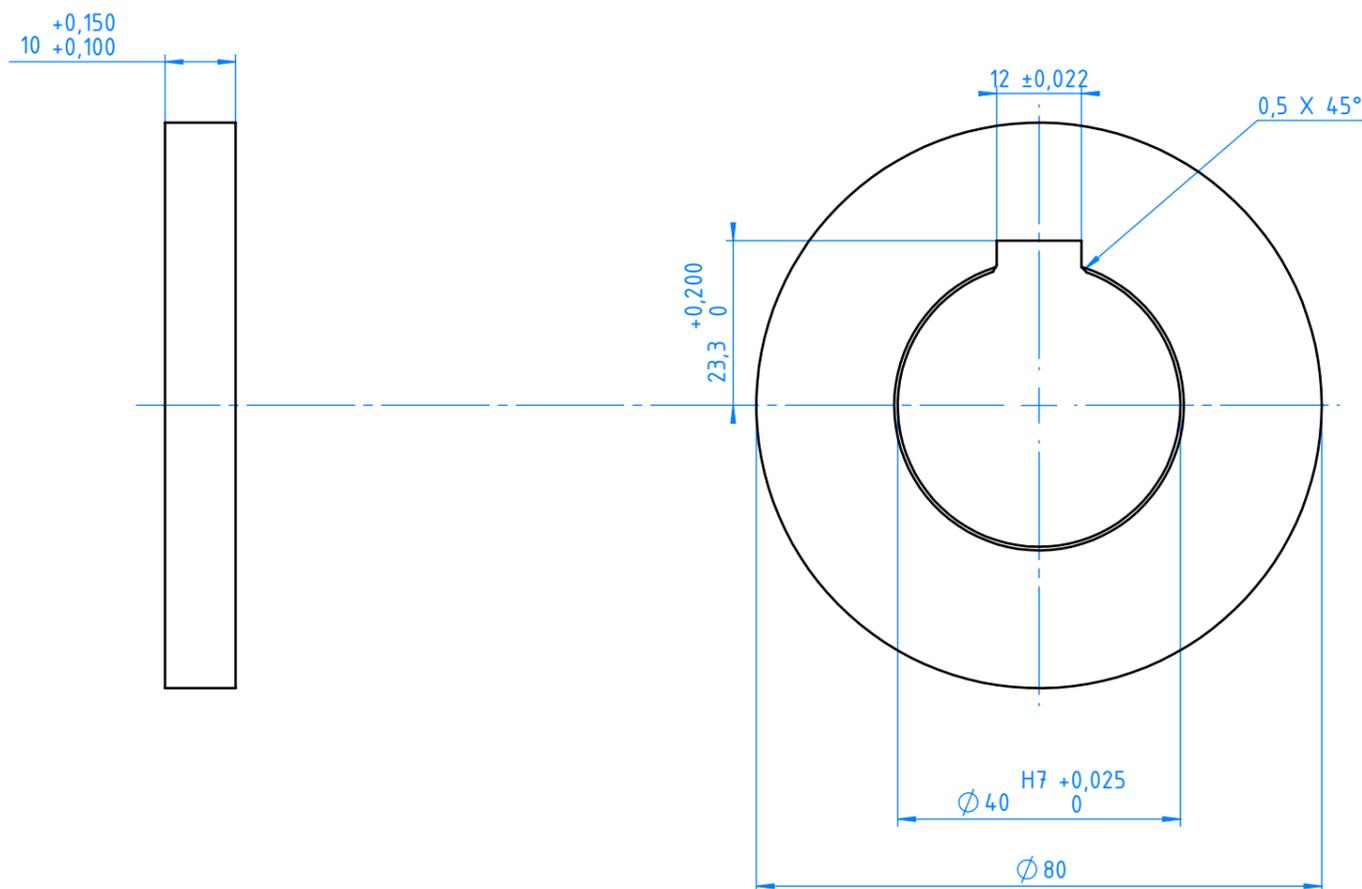
LOS FILOS VAN RECTIFICADOS



Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.S.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Vista europea				CEMENTADO, TEMPLADO Y REVENIDO	62HRC	--	--
Chafilanes no acotados: 0,5x45°	>0.5 - 6	±0.1	DIBUJADO	MAQUINA:TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0,2	>6 - 30	±0.2	OSCAR S.	FECHA	CONJUNTO:CONJUNTO TRITURACIÓN		HOJA: 1/1
ESCALA:	>30 - 120	±0.3	COMPROB.	FECHA	DENOMINACIÓN:		CANTIDAD:
	>120 - 400	±0.5	OSCAR S.	25/07/2017	CUCHILLA_4		
	>400 - 1000	±0.8	*Tolerancia entre taladros ±0,2mm. **Matar cantos por defecto 0,5x45°		MATERIAL: F-521		Nº PLANO: 29118-009-R00
	>1000 - 2000	±1.2	Preparación	Operación	DIMENSIONES BRUTAS: Ø 150x13		
OP. EXT.		MEC.				P.V./O.F.	
ING.		AJUST.					

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

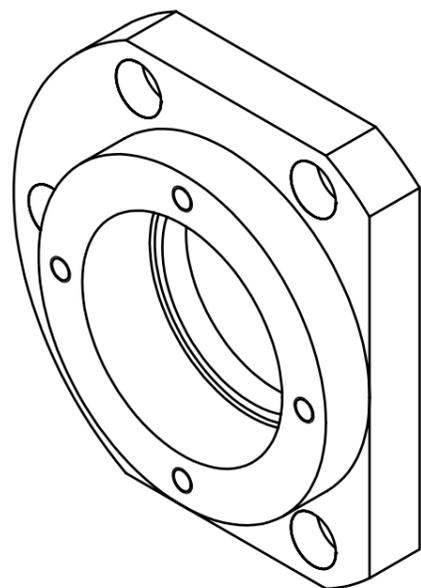
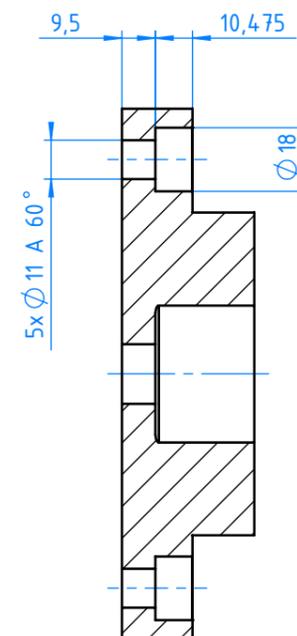
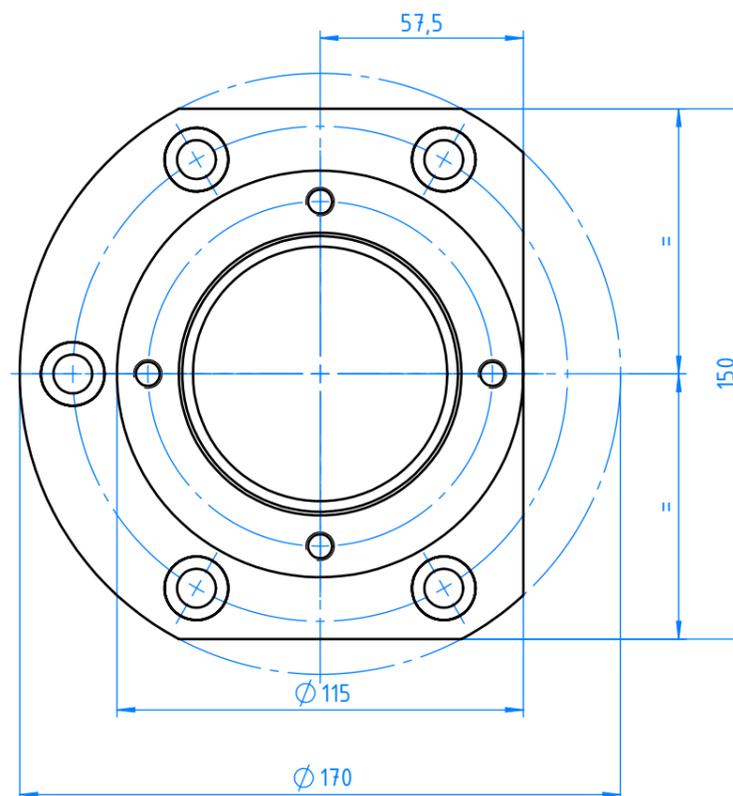
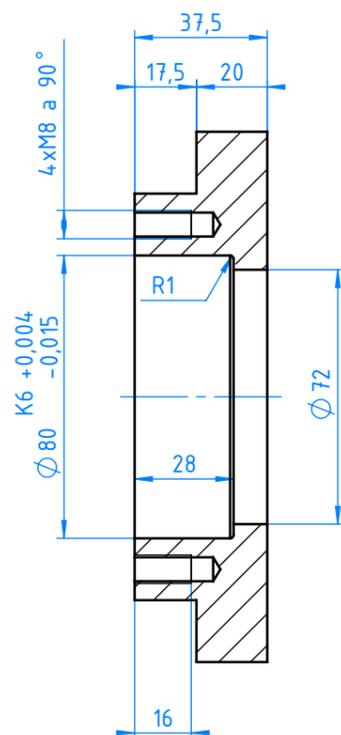
N7



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL										
	<table border="1"> <tr> <td>&gt;0.5 - 6</td> <td>±0.1</td> </tr> <tr> <td>&gt;6 - 30</td> <td>±0.2</td> </tr> <tr> <td>&gt;30 - 120</td> <td>±0.3</td> </tr> <tr> <td>&gt;120 - 400</td> <td>±0.5</td> </tr> <tr> <td>&gt;400 - 1000</td> <td>±0.8</td> </tr> <tr> <td>&gt;1000 - 2000</td> <td>±1.2</td> </tr> </table>			>0.5 - 6	±0.1	>6 - 30	±0.2	>30 - 120	±0.3	>120 - 400	±0.5	>400 - 1000	±0.8	>1000 - 2000	±1.2	CEMENTADO, TEMPLADO Y REVENIDO	62HRC
>0.5 - 6	±0.1																
>6 - 30	±0.2																
>30 - 120	±0.3																
>120 - 400	±0.5																
>400 - 1000	±0.8																
>1000 - 2000	±1.2																
Chafilanes no acotados: 0.5x45°			DIBUJADO	FECHA	MAQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS		FORMATO: A3										
Radios no acotados: R 0.2			OSCAR S.	25/07/2017	CONJUNTO: CONJUNTO TRITURACIÓN		HOJA: 1/1										
ESCALA: 1:1			COMPROB.	FECHA	DENOMINACIÓN: DISCOS INTERMEDIOS SEPARACION CUCHILLAS		CANTIDAD: 40										
			OSCAR S.	25/07/2017	MATERIAL: F-521		Nº PLANO: 29118-010-R00										
			*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45°		DIMENSIONES BRUTAS: Ø 80x13		P.V./O.F.										
OP. EXT.	MEC.		Preparación	Operación													
ING.	AJUST.																

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

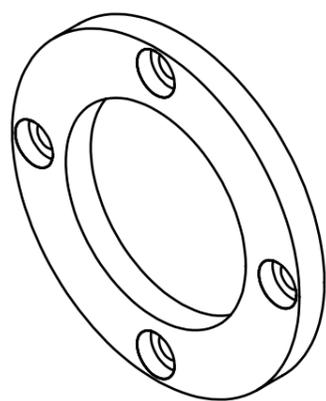
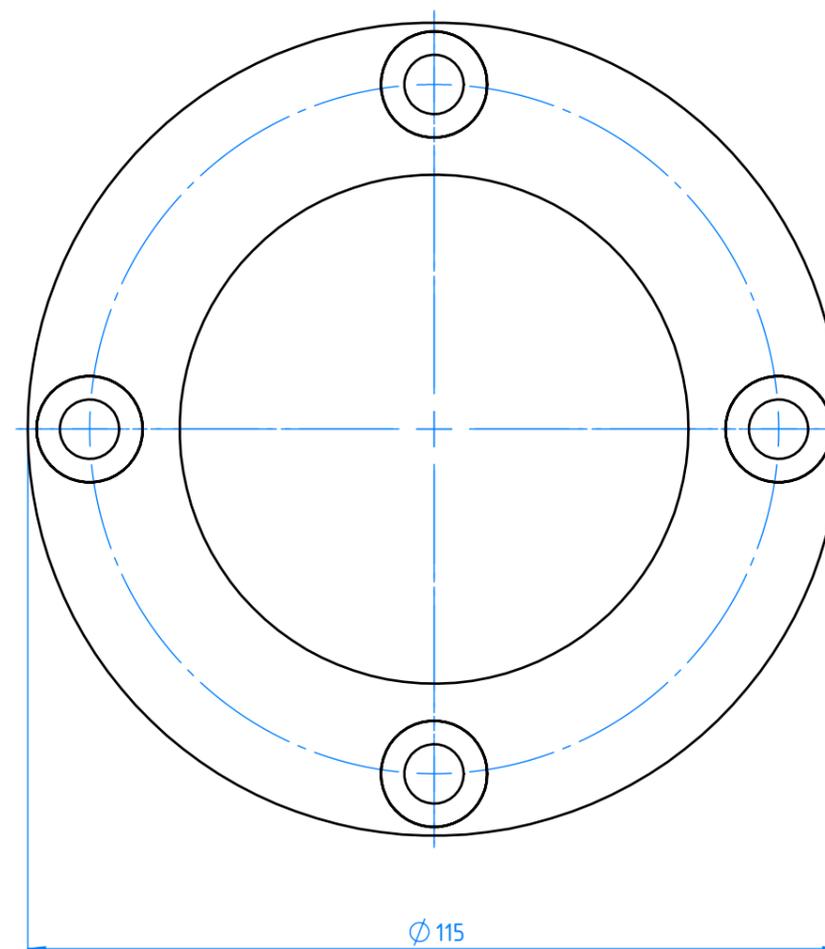
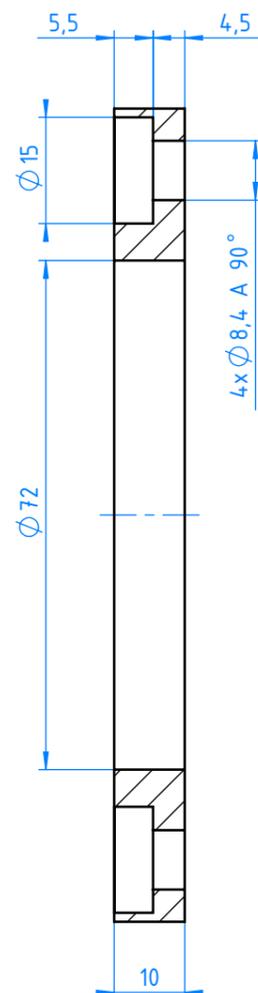
N7



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
	Chafilanes no acotados: 0.5x45°	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--
Rádios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO OSCAR S.	MÁQUINA:TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
	>30 - 120	±0.3		FECHA 25/07/2017	CONJUNTO:CONJUNTO TRITURACIÓN		
ESCALA:  1:2	>120 - 400	±0.5	COMPROB. OSCAR S.	DENOMINACIÓN:			CANTIDAD:
	>400 - 1000	±0.8		SOPORTE RODAMIENTO			
	>1000 - 2000	±1.2		*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45°			4
				Preparación	Operación	MATERIAL: F-114	
OP. EXT.		MEC.		DIMENSIONES BRUTAS:		29118-011-R00	
ING.		AJUST.		Ø 170x40		P.V./O.F.	

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

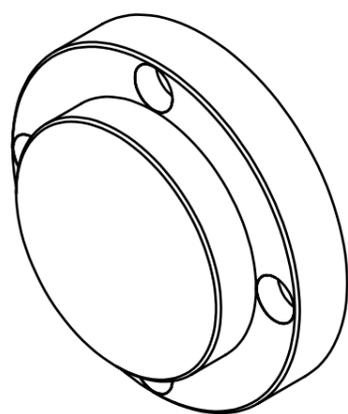
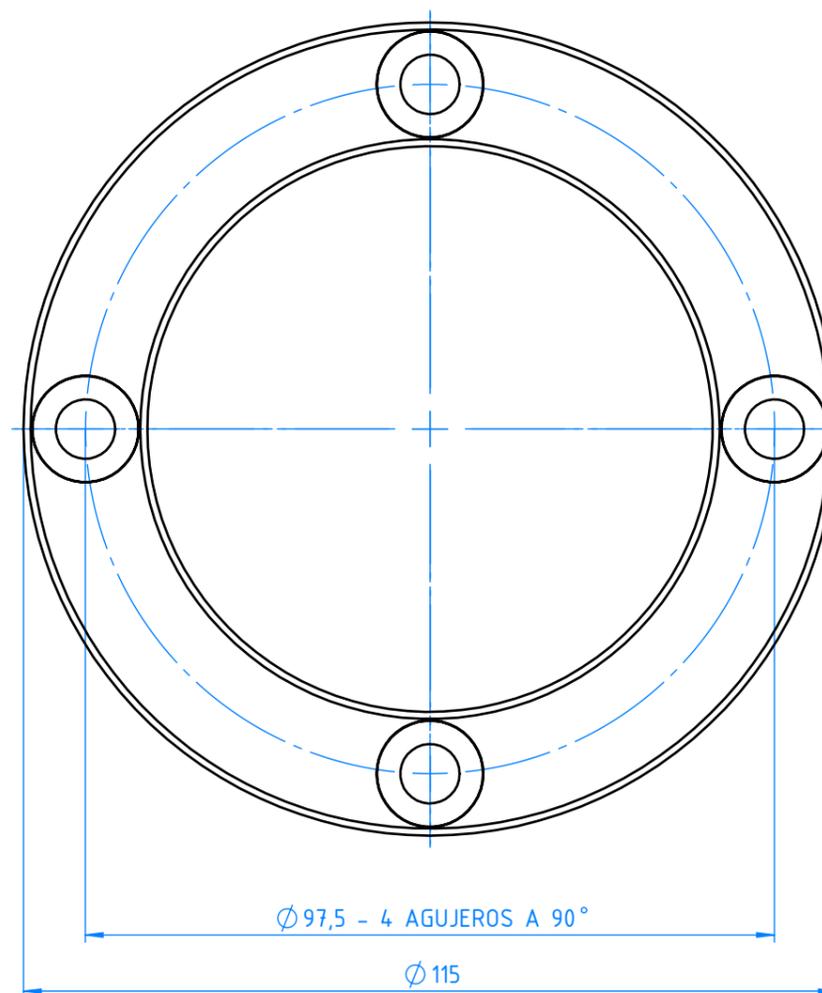
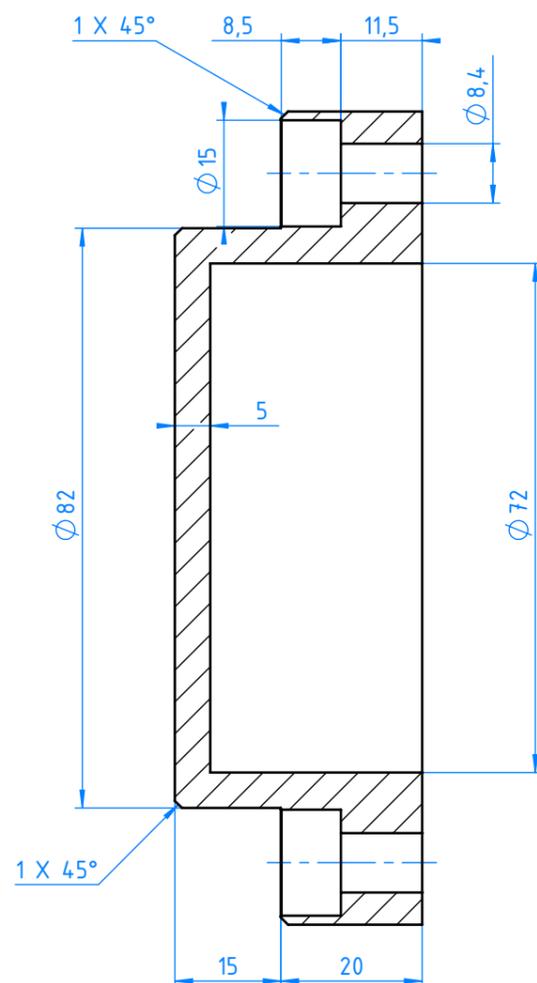
N7



Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Vista europea				--	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45°	>0.5 - 6	±0.1	DIBUJADO	MÁQUINA:TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	OSCAR S.	CONJUNTO:CONJUNTO TRITURACIÓN			HOJA: 1/1
ESCALA: <b>1:1</b>	>30 - 120	±0.3	COMPROB.	DENOMINACIÓN: TAPA RODAMIENTOS LADO ENGRANAJE			CANTIDAD: 2
	>120 - 400	±0.5	OSCAR S.	MATERIAL: F-114			Nº PLANO: 29118-012-R00
	>400 - 1000	±0.8	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45°		DIMENSIONES BRUTAS: Ø 115x13		
	>1000 - 2000	±1.2	Preparación Operación		P.V./O.F.		
OP. EXT.		MEC.					
ING.		AJUST.					

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

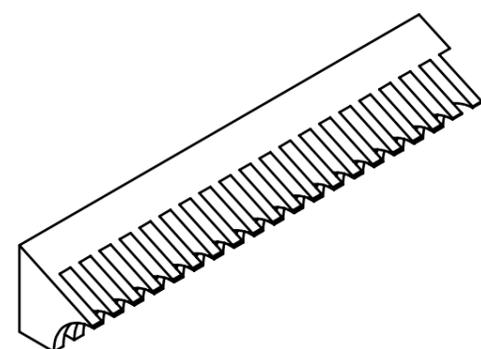
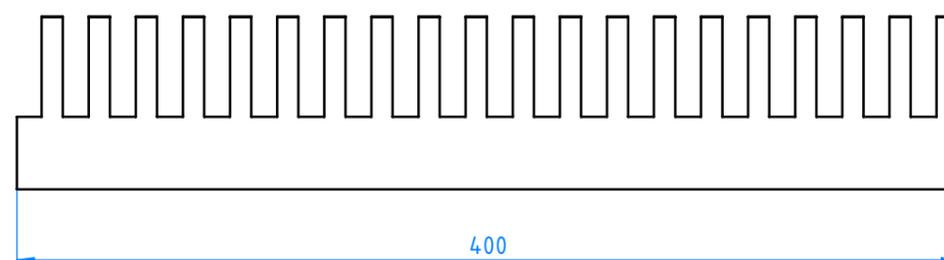
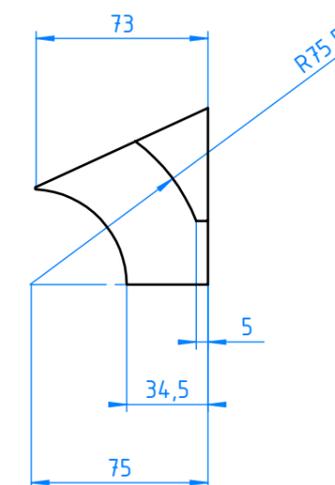
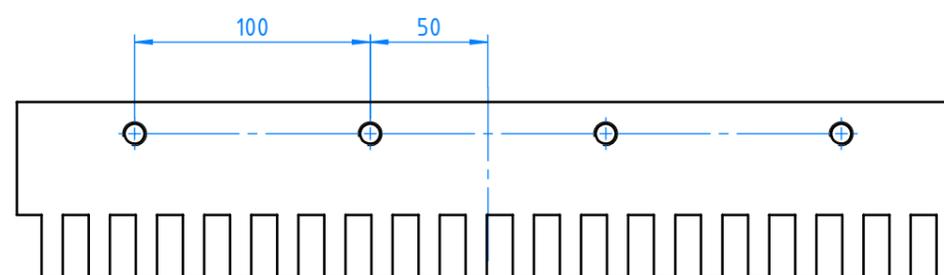
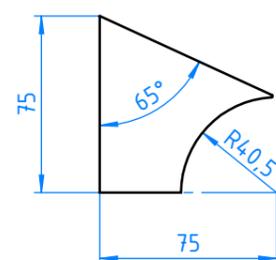
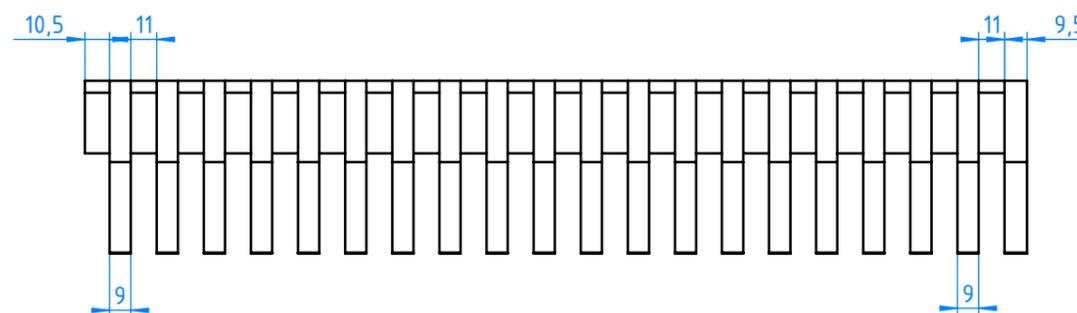
N7



Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Chafilanes no acotados: 0,5x45°	>0.5 - 6	±0.1	DIBUJADO OSCAR S. 25/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0,2mm. **Matar cantos por defecto 0,5x45°	--	--	--	--
Radios no acotados: R 0,2	>6 - 30	±0.2		MÁQUINA: TRITURADORA DE POLÍMEROS	FORMATO: A3		
ESCALA: <b>1:1</b>	>30 - 120	±0.3		CONJUNTO: CONJUNTO TRITURACIÓN	HOJA: 1/1		
	>120 - 400	±0.5		DENOMINACIÓN: <b>TAPA RODAMIENTOS</b>	CANTIDAD: <b>2</b>		
	>400 - 1000	±0.8		MATERIAL: F-114	Nº PLANO: <b>29118-013-R00</b>		
OP. EXT.	>1000 - 2000	±1.2	Preparación	Operación	DIMENSIONES BRUTAS: Ø 115x40		P.V./O.F.
ING.		AJUST.					

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7/

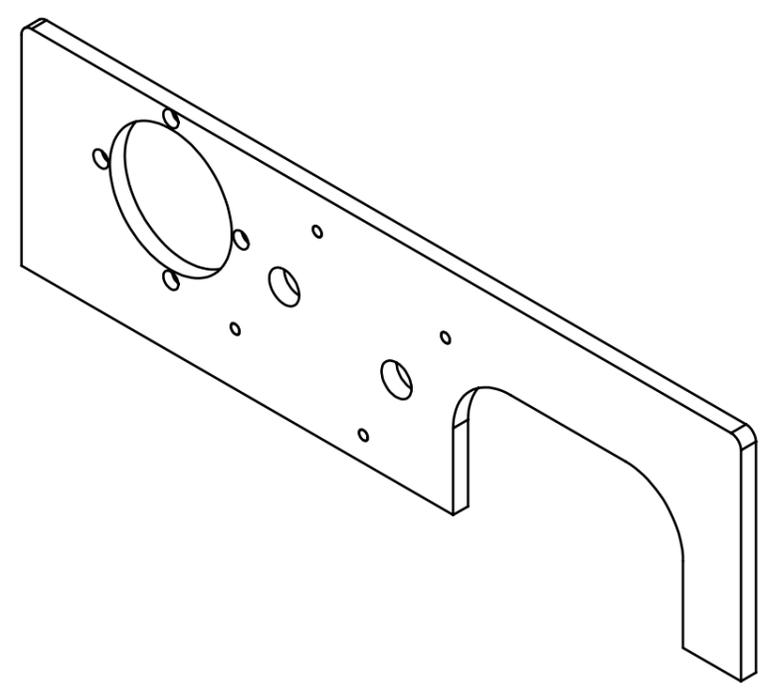
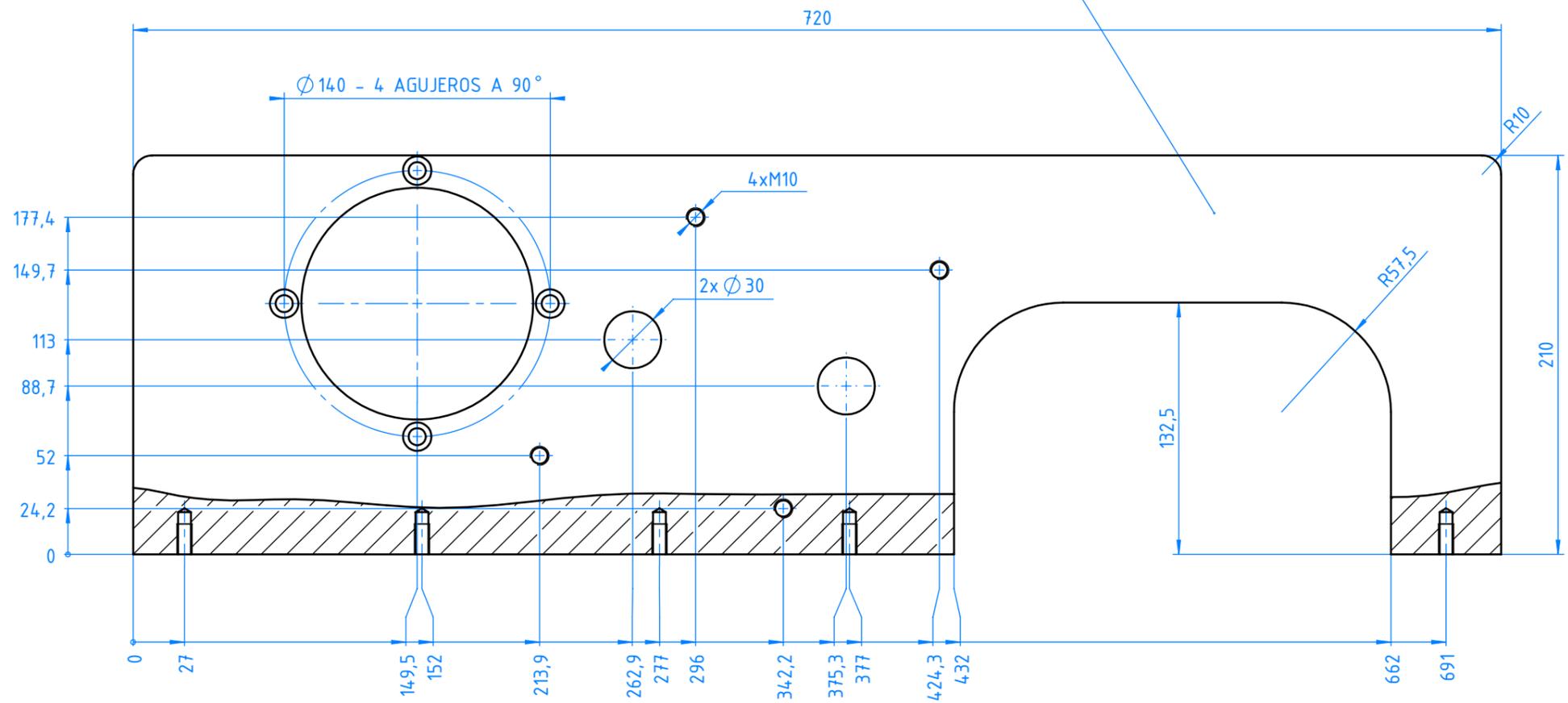
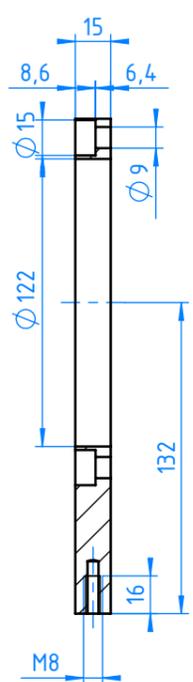


 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m	 I.P.G.S.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
			TEMPLADO Y REVENIDO	50-52HRC	--	--
Chafilanes no acotados: 0,5x45°	>0.5 - 6 ±0.1	DIBUJADO	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0,2	>6 - 30 ±0.2	OSCAR S.	FECHA	CONJUNTO: CONJUNTO TRITURACIÓN		HOJA: 1/1
ESCALA: 1:3	>30 - 120 ±0.3	COMPROB.	FECHA	DENOMINACIÓN: RASCADOR		CANTIDAD: 2
	>120 - 400 ±0.5	OSCAR S.	25/07/2017			
	>400 - 1000 ±0.8	*Tolerancia entre taladros ±0,2mm.		MATERIAL: F-114		Nº PLANO: 29118-014-R00
	>1000 - 2000 ±1.2	**Matar cantos por defecto 0,5x45°		DIMENSIONES BRUTAS: 75x75x405		P.V./O.F.
OP. EXT.	MEC.	Preparación	Operación			
ING.	AJUST.					

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7

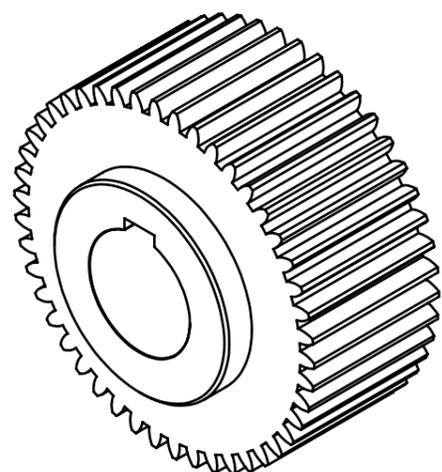
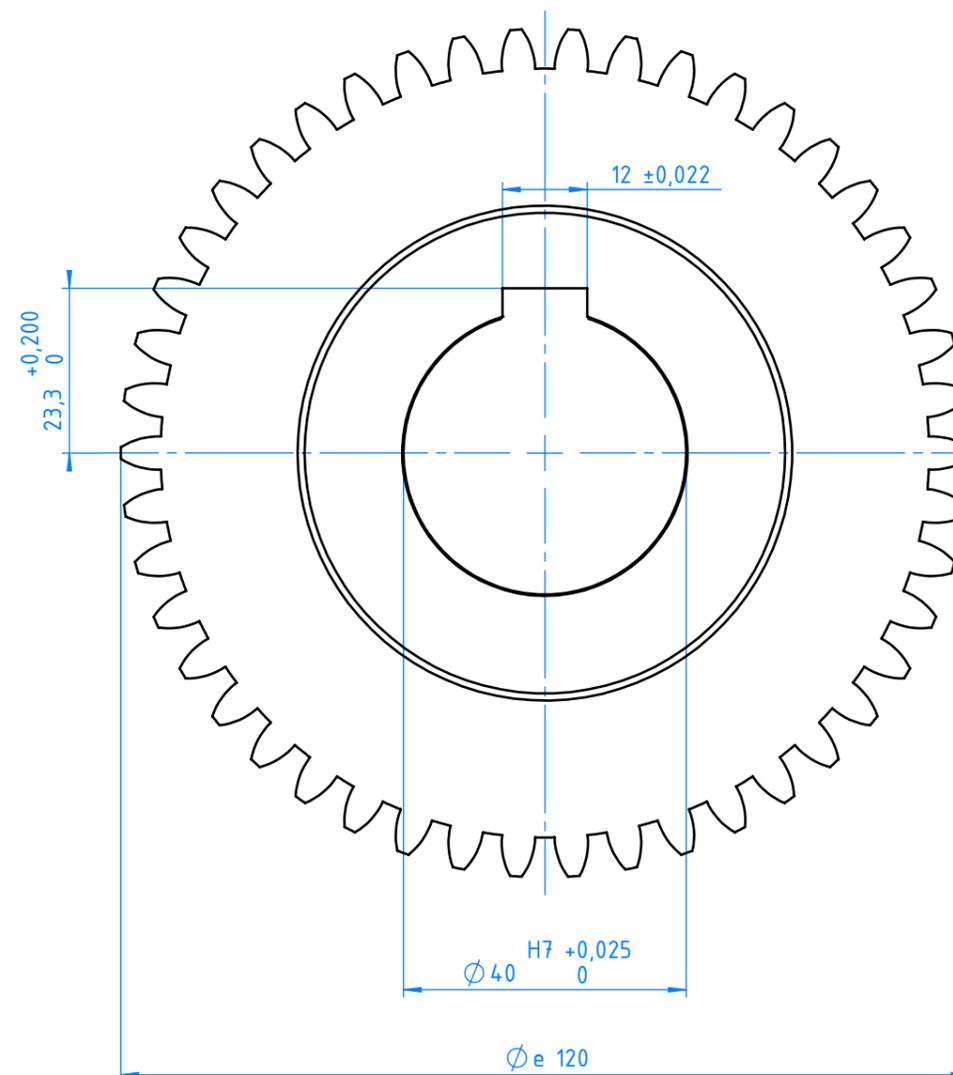
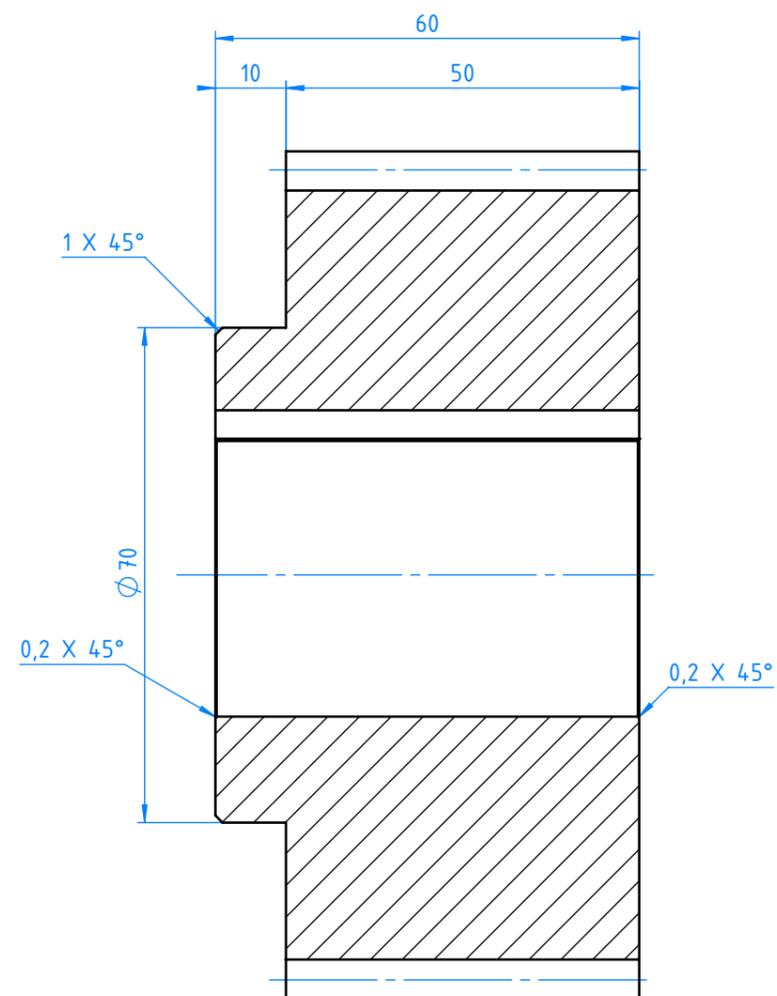
LOS AGUJEROS DE LA TAPA SE REALIZARAN AL MONTAJE



Vista europea Chafilanes no acotados: 0,5x45° Rios no acotados: R 0,2 ESCALA: 1:3	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.P.G. DIBUJADO OSCAR S. 25/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0,2mm. **Matar cantos por defecto 0,5x45°	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
	>0,5 - 6 ±0,1 >6 - 30 ±0,2 >30 - 120 ±0,3 >120 - 400 ±0,5 >400 - 1000 ±0,8 >1000 - 2000 ±1,2			MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES DENOMINACIÓN: PLACA ANCLAJE TREN ENGRANAJES MATERIAL: F-114	-- -- -- --	FORMATO: A3 HOJA: 1/1 CANTIDAD: 1	
OP. EXT.	MEC.	ING.	AJUST.	Nº PLANO: 29118-015-R00 DIMENSIONES BRUTAS: 720x210x15 P.V./O.F.			

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7

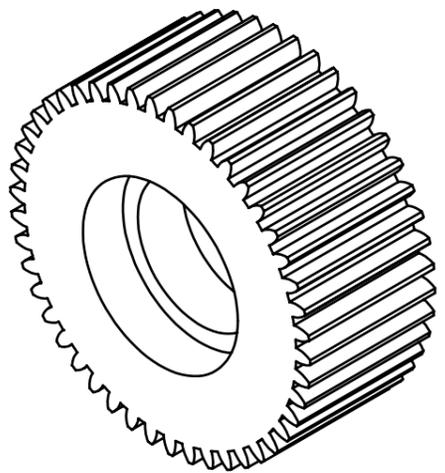
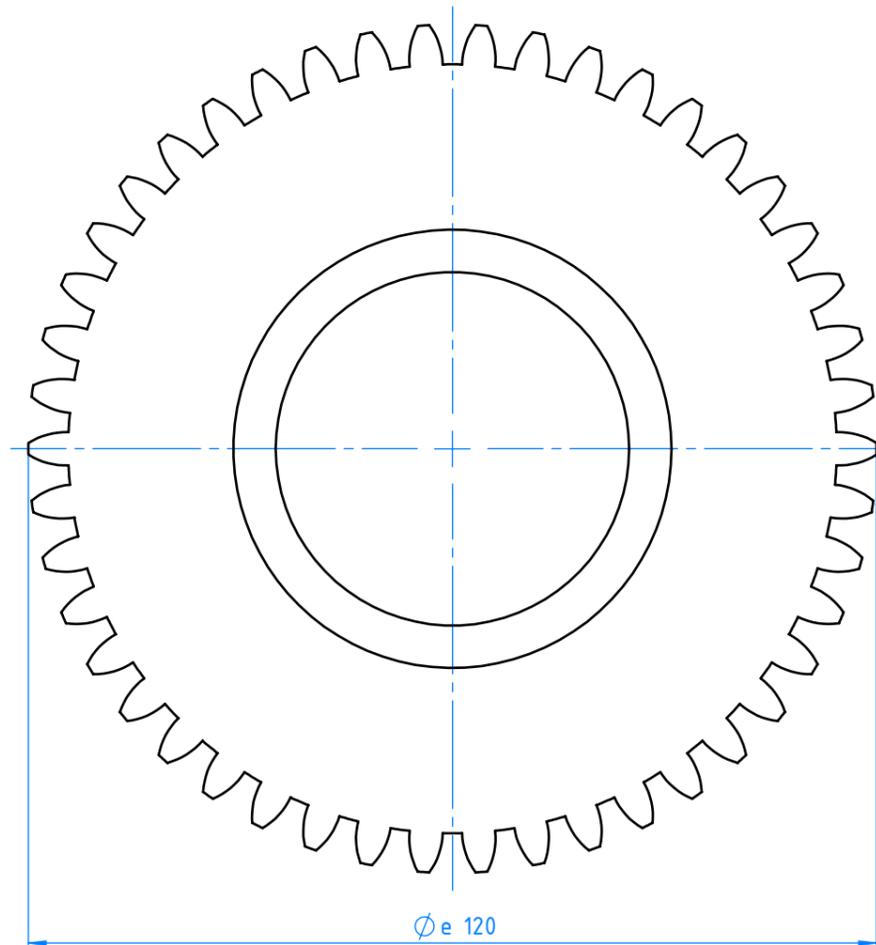
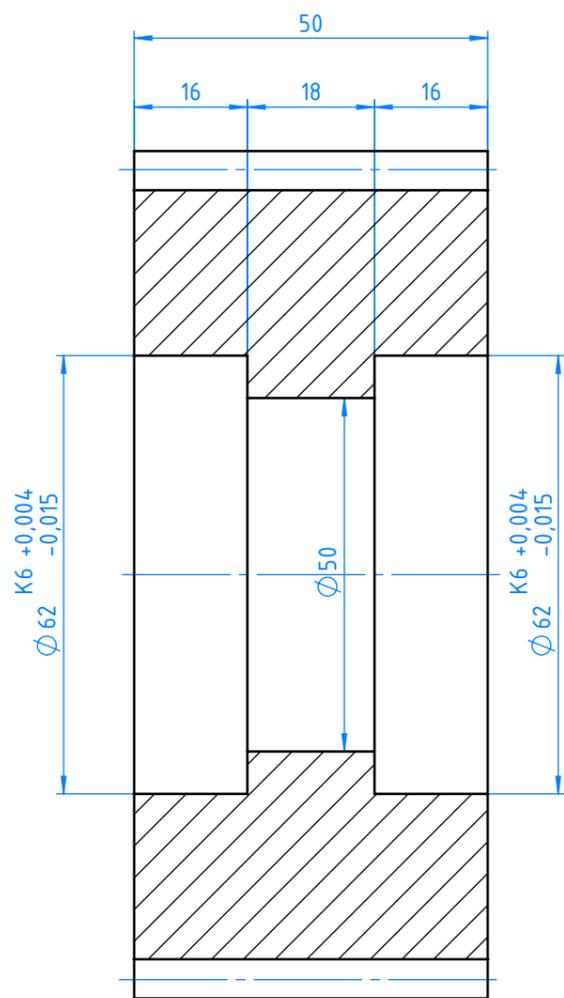


DENTADO		
MODULO	m	2.5
NÚMERO DE DIENTES	Z	46
Ø PRIMITIVO		115
Ø INTERIOR TALLADO		108.75

 Vista europea Chafilanes no acotados: 0.5x45° Radios no acotados: R 0.2 ESCALA: 1:1 OP. EXT. ING.	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m >0.5 - 6 ±0.1 >6 - 30 ±0.2 >30 - 120 ±0.3 >120 - 400 ±0.5 >400 - 1000 ±0.8 >1000 - 2000 ±1.2 *Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45°	 I.F.G. DIBUJADO OSCAR S. 25/07/2017 FECHA COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017 FECHA *Preparación Operación	TRATAMIENTO TÉRMICO TEMPLADO Y REVENIDO	DUREZA 50-52HRC	TRATAMIENTO SUPERFICIAL --	RAL --
			MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS		FORMATO: A3	
CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES		HOJA: 1/1				
DENOMINACIÓN: ENGRANAJE Z46 M2.5		CANTIDAD: 3				
MATERIAL: F-114		Nº PLANO: 29118-016-R00				
DIMENSIONES BRUTAS: Ø 120x65		P.V./O.F.				

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7

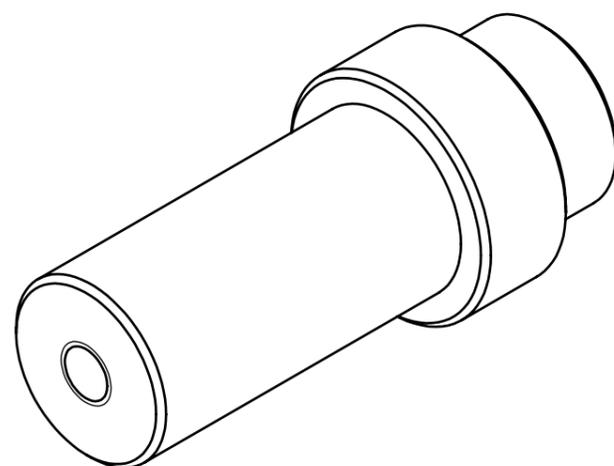
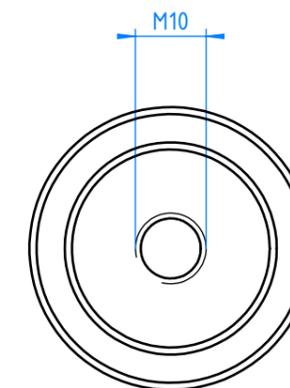
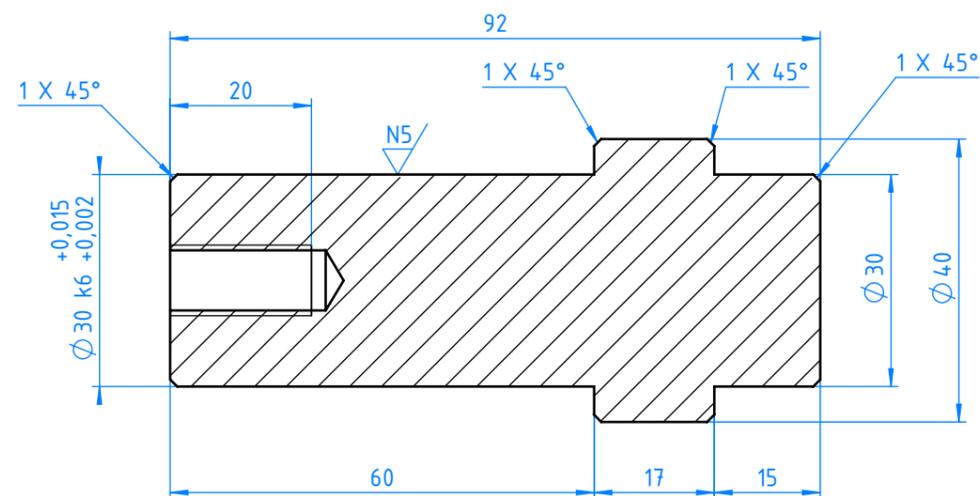


DENTADO		
MÓDULO	m	2.5
NÚMERO DE DIENTES	Z	46
Ø PRIMITIVO		115
Ø INTERIOR TALLADO		108.75

 Vista europea Chafilanes no acotados: 0.5x45º Radios no acotados: R 0.2	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m >0.5 - 6 ±0.1 >6 - 30 ±0.2 >30 - 120 ±0.3 >120 - 400 ±0.5 >400 - 1000 ±0.8 >1000 - 2000 ±1.2	 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
			TEMPLADO Y REVENIDO	50-52HRC	--	--
ESCALA:	1:1	DIBUJADO OSCAR S. 25/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS		FORMATO:	A3
OP. EXT.		MEC.	CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES		HOJA:	1/1
ING.		AJUST.	DENOMINACIÓN: ENGRANAJE LOCO Z46 M2.5		CANTIDAD:	2
			MATERIAL: F-114		Nº PLANO: 29118-017-R00	
			DIMENSIONES BRUTAS: Ø 120x55		P.V./O.F.	

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

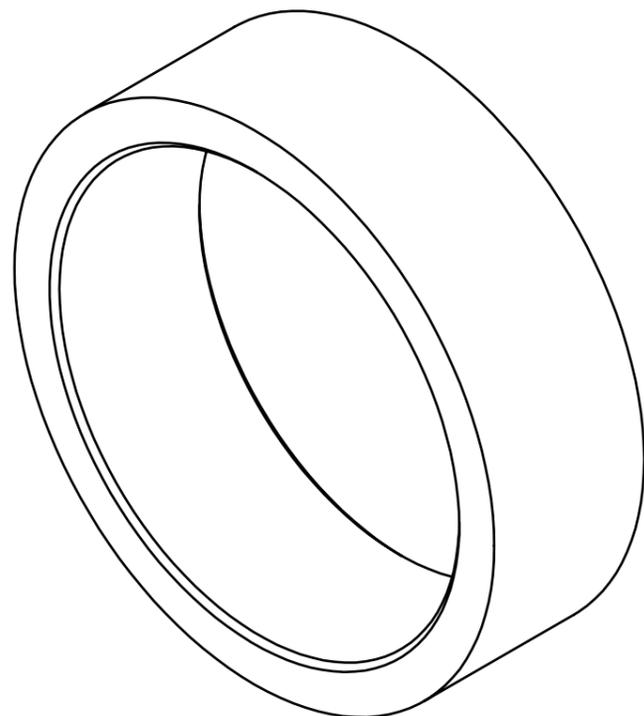
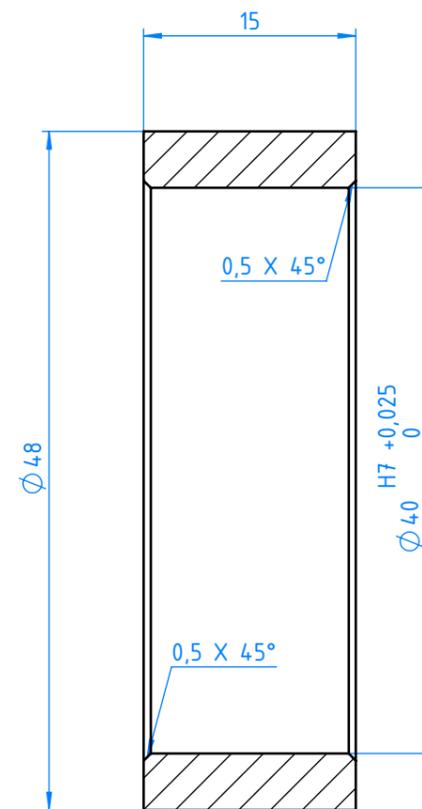
N7/ (N5/)



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.P.G.S.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
				TEMPLADO Y REVENIDO	55HRC	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6	±0.1	DIBUJADO OSCAR S. 25/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 25/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2		CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES			HOJA: 1/1
ESCALA: 1:1	>30 - 120	±0.3		DENOMINACIÓN: EJE ENGRANAJE LOCO			CANTIDAD: 2
	>120 - 400	±0.5		MATERIAL: AISI 4340			
	>400 - 1000	±0.8		Nº PLANO: 29118-018-R00			
	>1000 - 2000	±1.2	DIMENSIONES BRUTAS: Ø 40x95			P.V./O.F.	
OP. EXT.		MEC.	Preparación	Operación			
ING.		AJUST.					

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

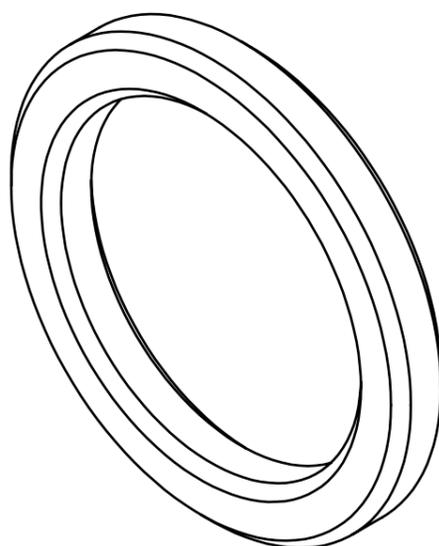
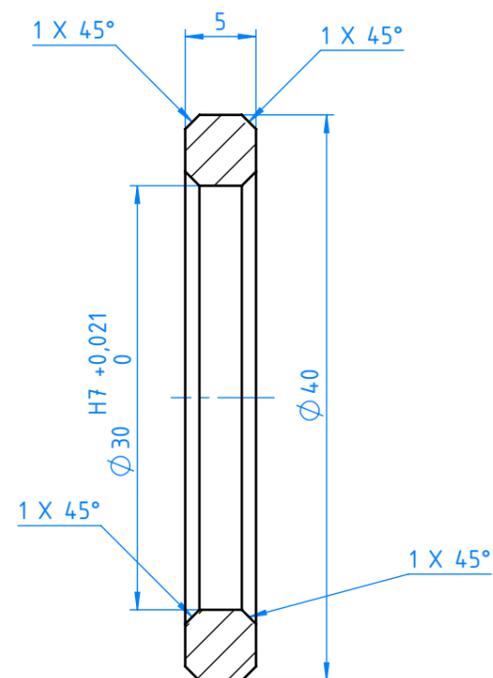
N7



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.P.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
	Chafilanes no acotados: 0,5x45º	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO	MÁQUINA: TRITURADOR POLÍMEROS		FORMATO: A3	
ESCALA: <b>2:1</b>	>30 - 120	±0.3	FECHA	CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES		HOJA: 1/1	
	>120 - 400	±0.5	OSCAR S.	DENOMINACIÓN:		CANTIDAD:	
	>400 - 1000	±0.8	COMPROB.	CASQUILLO RODAMIENTO-ENGRANAJE		2	
	>1000 - 2000	±1.2	OSCAR S.	25/07/2017			
OP. EXT.		MEC.	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º		MATERIAL: F-114		Nº PLANO:
ING.		AJUST.	Preparación		DIMENSIONES BRUTAS:		29118-019-R00
			Operación		Ø 50x20		P.V./O.F.

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

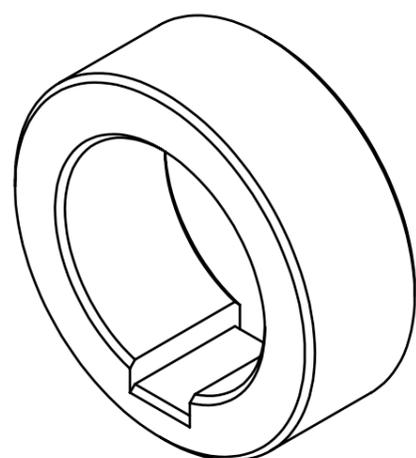
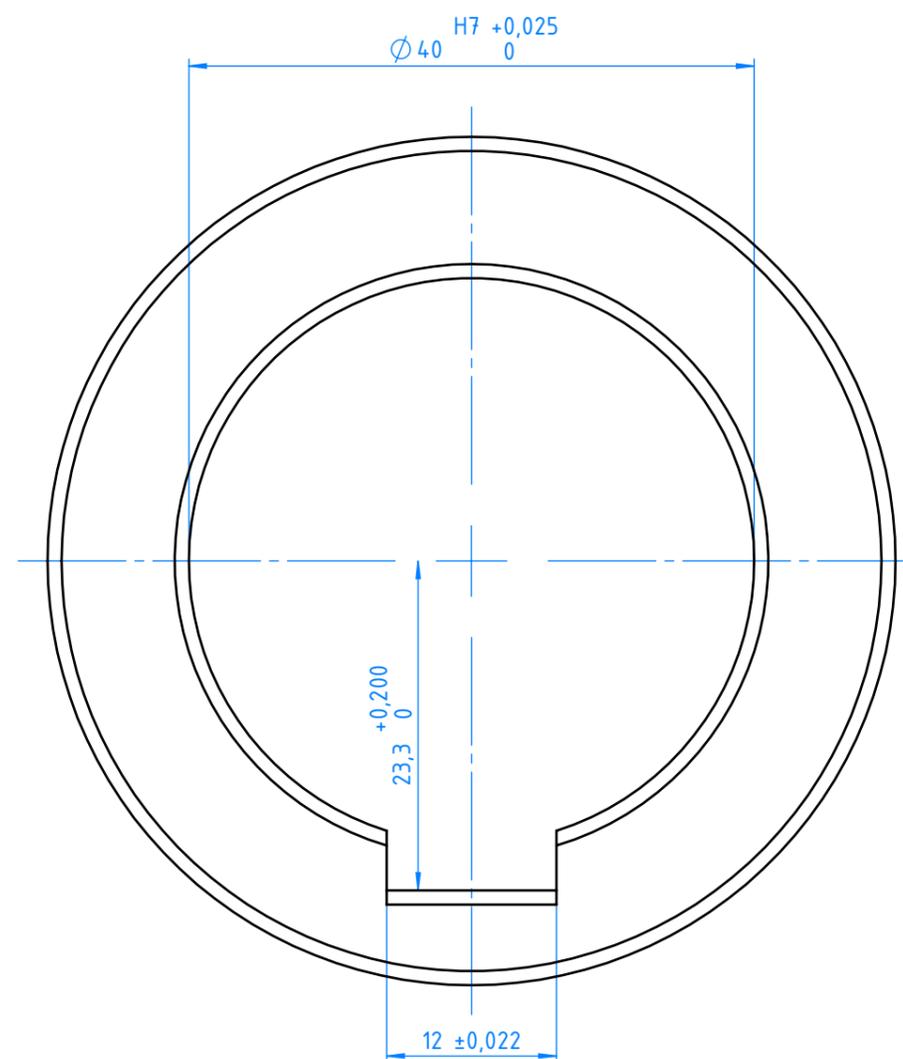
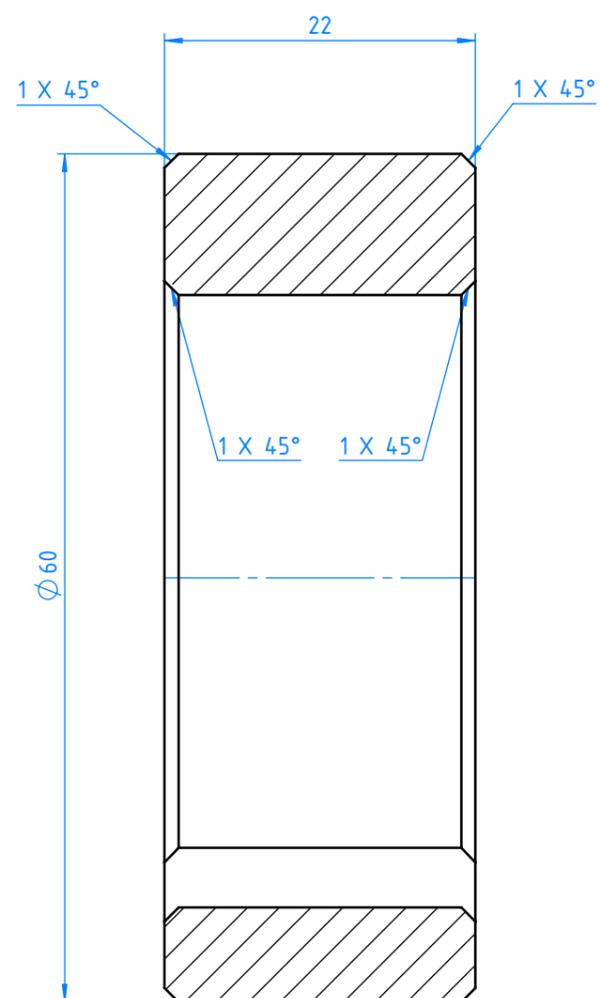
N7



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.P.G.S.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL		
	Chafilanes no acotados: 0.5x45°	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--	--	
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS				FORMATO: A3	
ESCALA: <b>2:1</b>	>30 - 120	±0.3	OSCAR S.	FECHA	CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES				HOJA: 1/1
	>120 - 400	±0.5	COMPROB.	FECHA	DENOMINACIÓN: CASQUILLO ENGRANAJE LOCO				CANTIDAD: 2
	>400 - 1000	±0.8	OSCAR S.	25/07/2017	MATERIAL: F-114				Nº PLANO: 29118-020-R00
	>1000 - 2000	±1.2	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45°		DIMENSIONES BRUTAS: $\varnothing 40 \times 8$				P.V./O.F.
OP. EXT.	MEC.		Preparación	Operación					
ING.	AJUST.								

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

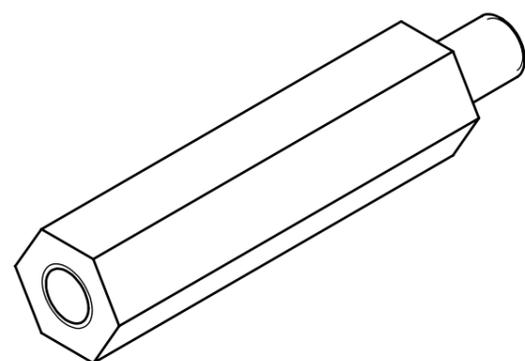
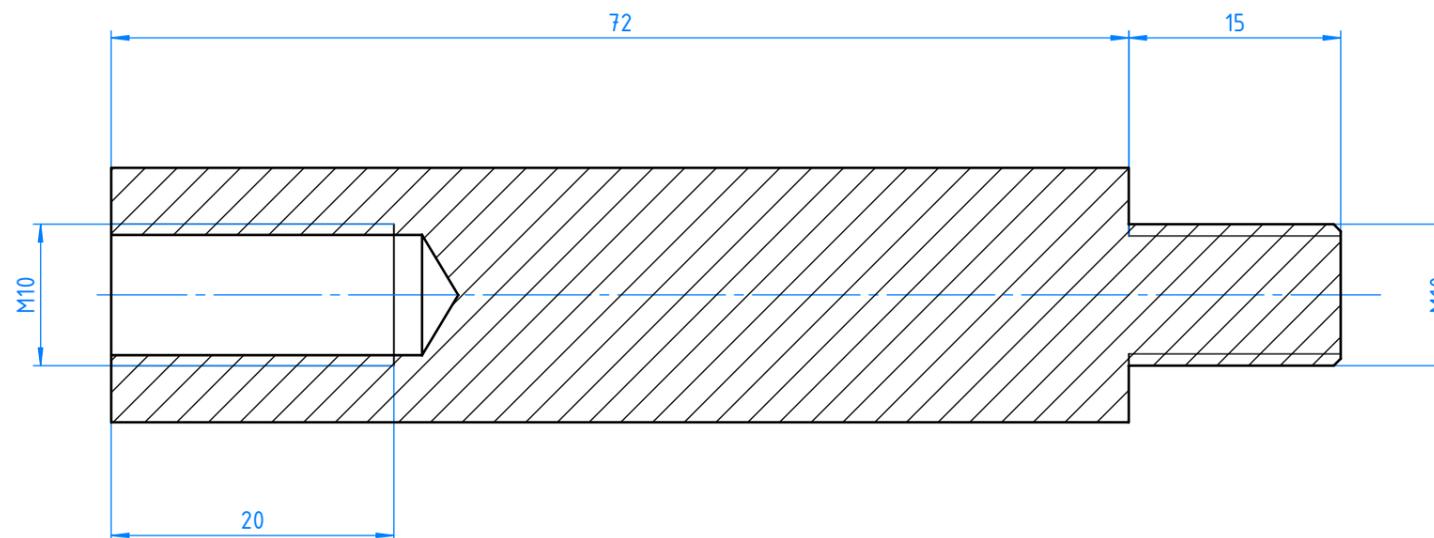
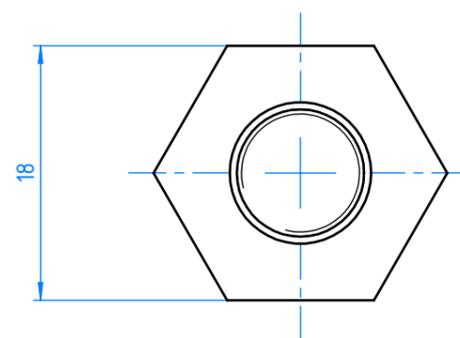
N7



Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Vista europea				--	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0,5x45°	>0.5 - 6	±0.1	DIBUJADO	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	OSCAR S.	CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES			HOJA: 1/1
ESCALA: 2:1	>30 - 120	±0.3	COMPROB.	DENOMINACIÓN:			CANTIDAD:
	>120 - 400	±0.5	OSCAR S.	CASQUILLO BRONCE ENGRANAJE REDUCTOR			
	>400 - 1000	±0.8	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45°		MATERIAL: B12		Nº PLANO: 29118-021-R00
	>1000 - 2000	±1.2	Preparación	Operación	DIMENSIONES BRUTAS: Ø 60x25		
OP. EXT.		MEC.		P.V./O.F.			
ING.		AJUST.					

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

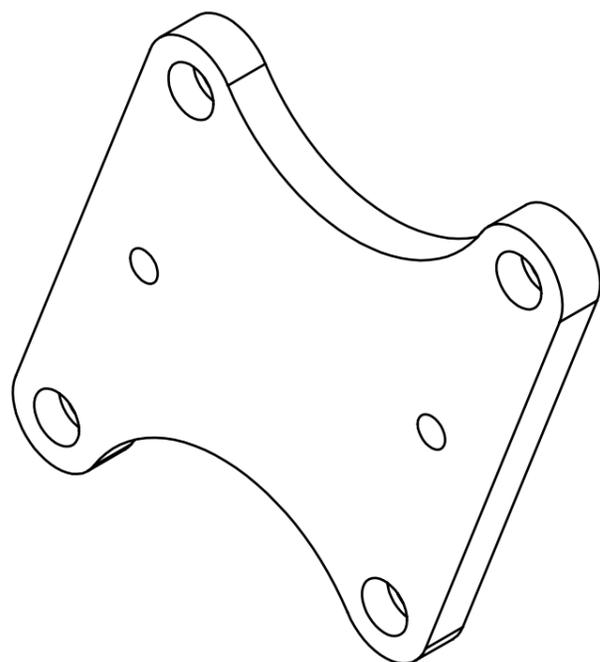
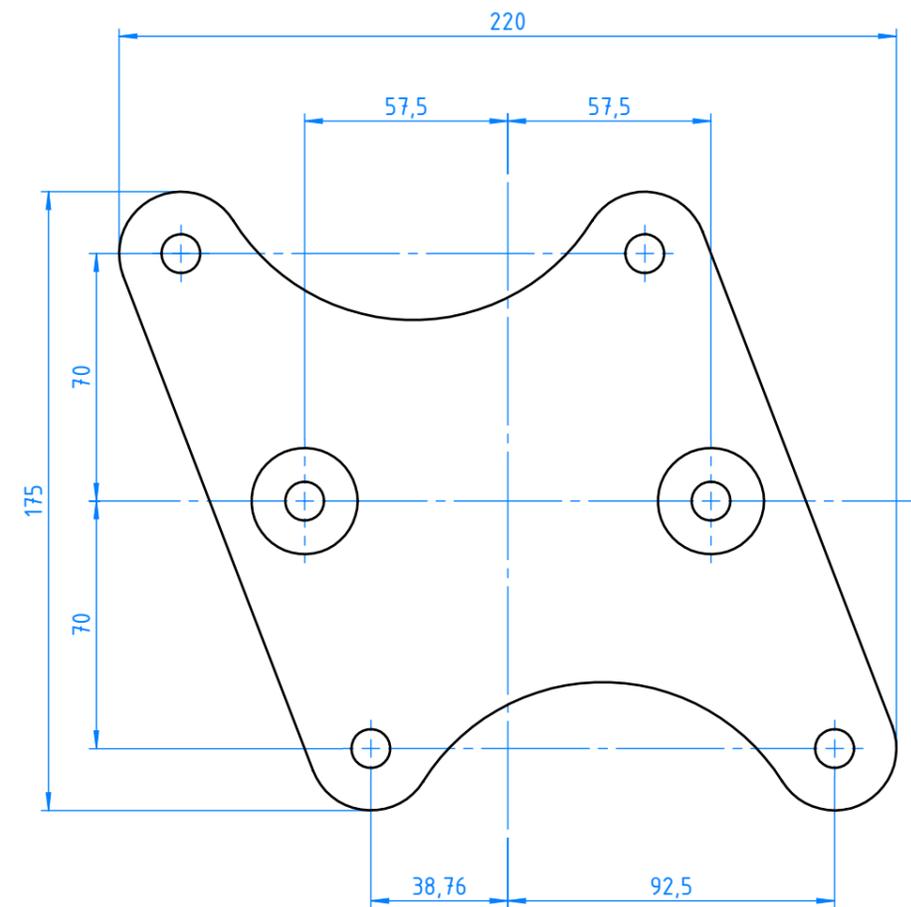
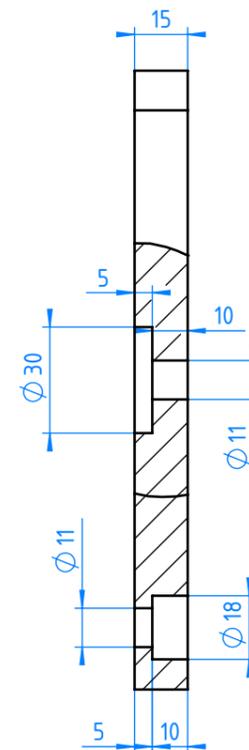
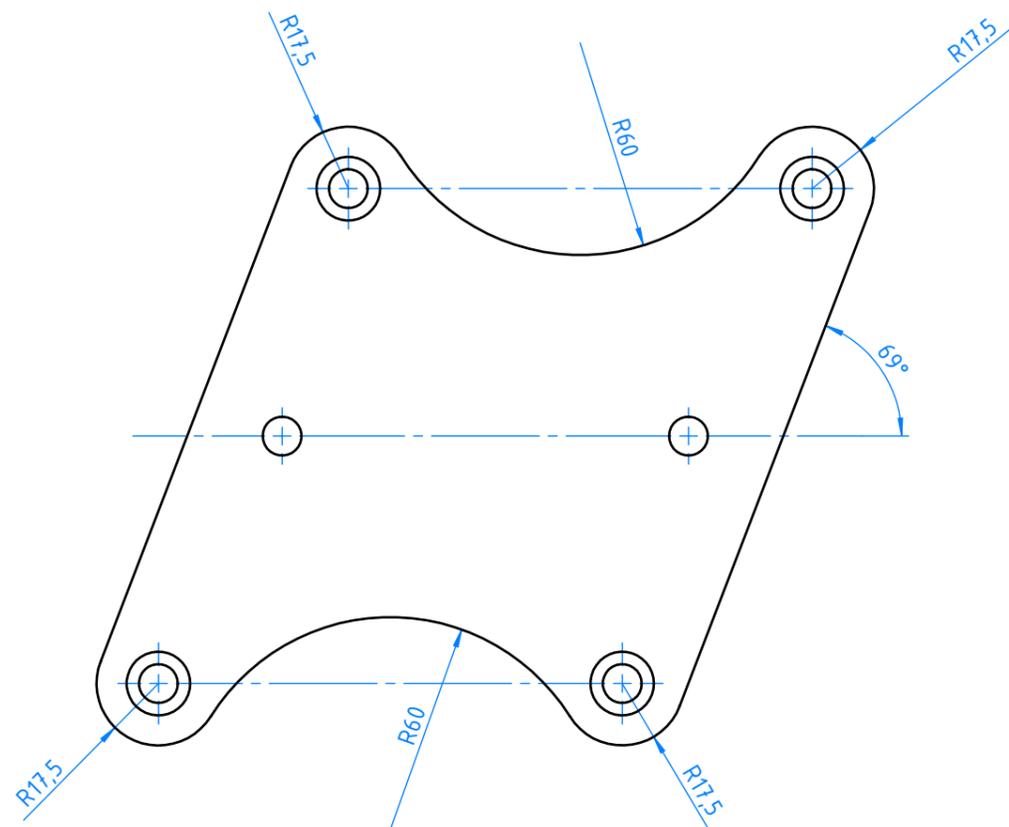
N7



 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m	 I.F.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
			--	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6 ±0.1 >6 - 30 ±0.2	DIBUJADO OSCAR S. 26/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 26/07/2017	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0.2	>30 - 120 ±0.3 >120 - 400 ±0.5 >400 - 1000 ±0.8 >1000 - 2000 ±1.2		FECHA 26/07/2017 FECHA 26/07/2017	CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES		
ESCALA: 2:1		*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	DENOMINACIÓN: TORRETA PLANTILLA ENGRANAJES LOCOS			CANTIDAD: 4
OP. EXT.	MEC.	Preparación	MATERIAL: F-114	Nº PLANO: 29118-022-R00		
ING.	AJUST.	Operación	DIMENSIONES BRUTAS: HEX.18x90	P.V./O.F.		

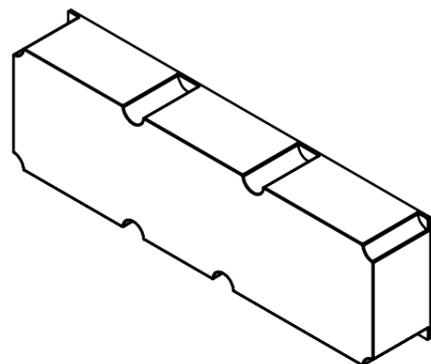
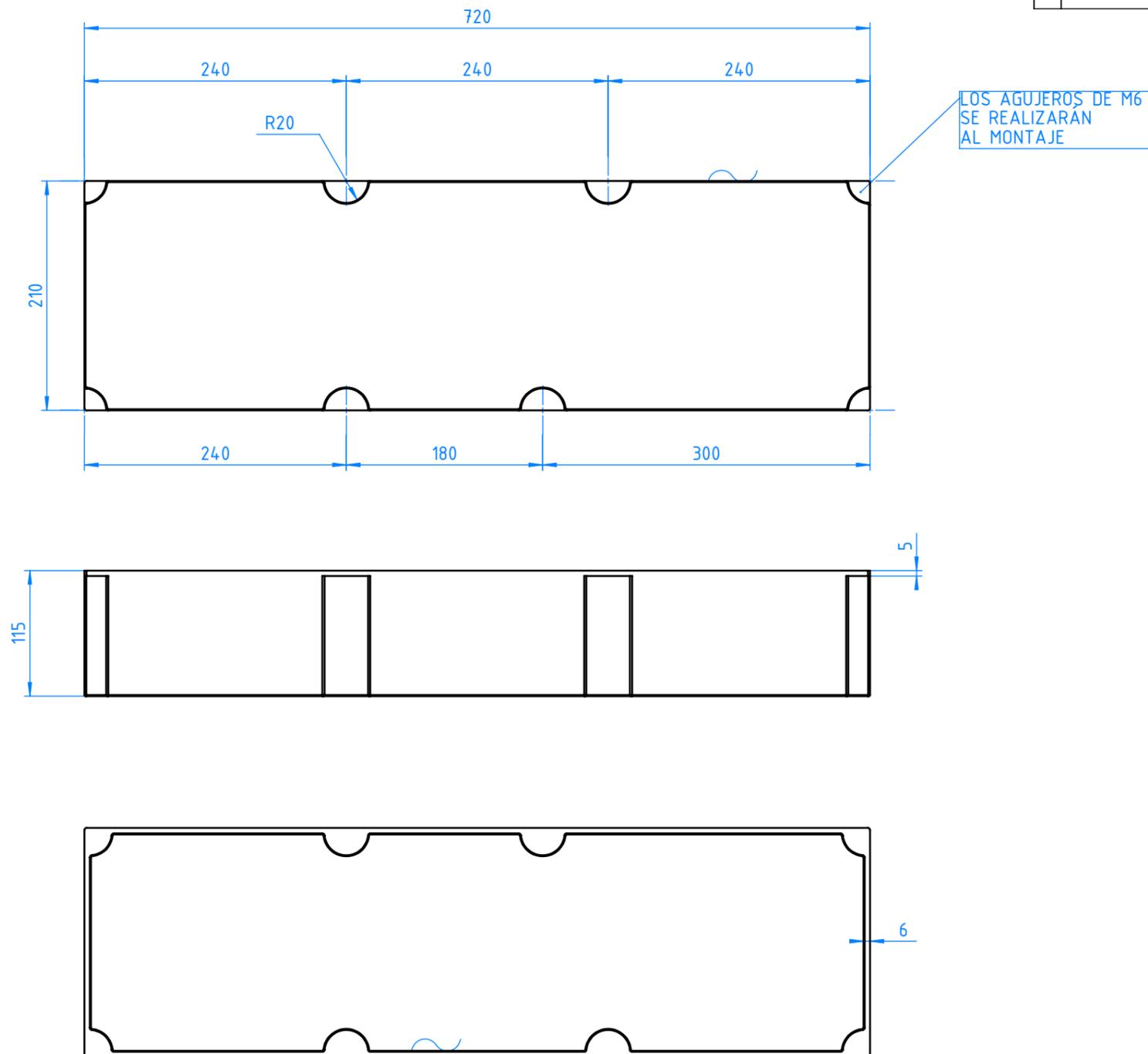
Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE

N7



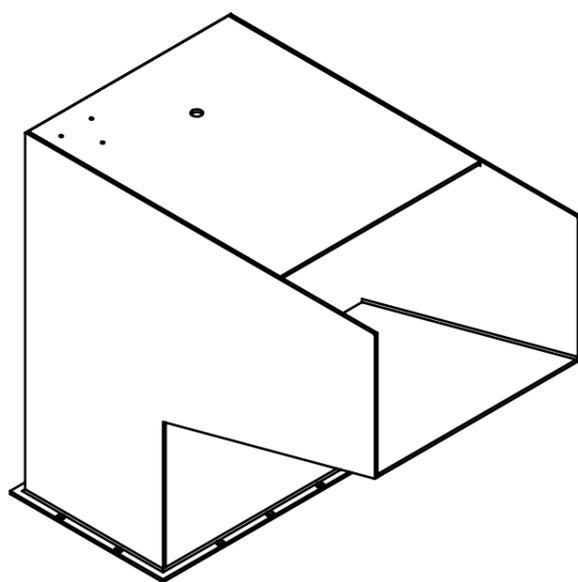
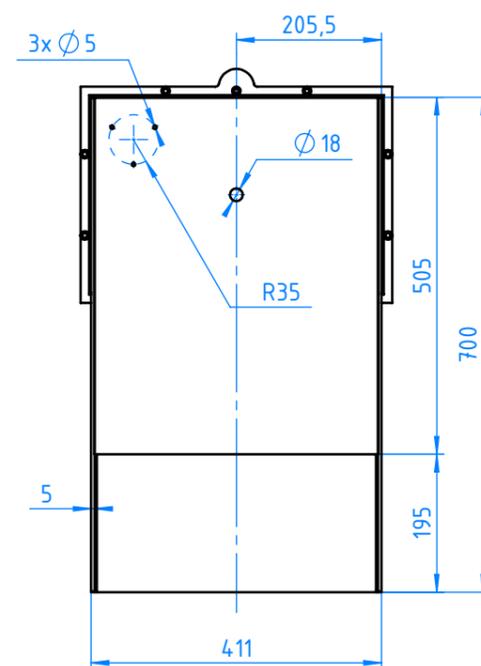
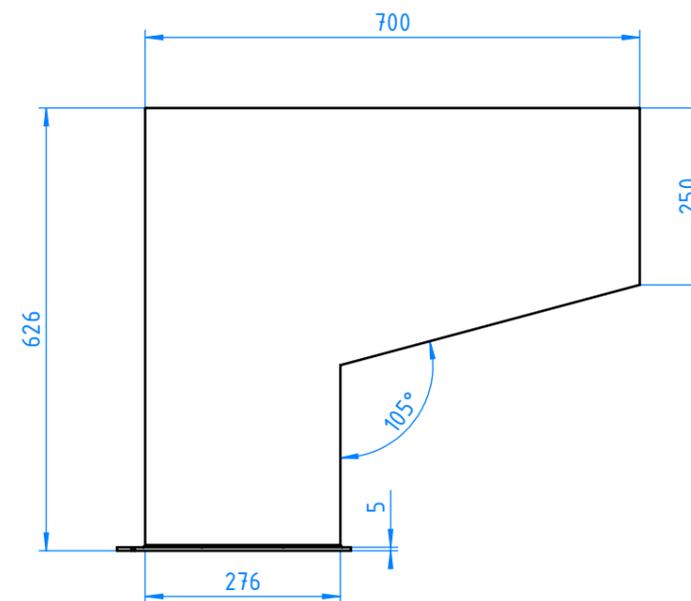
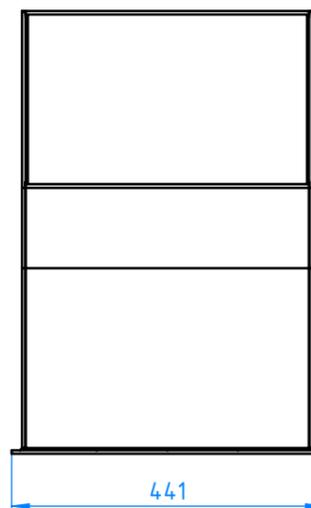
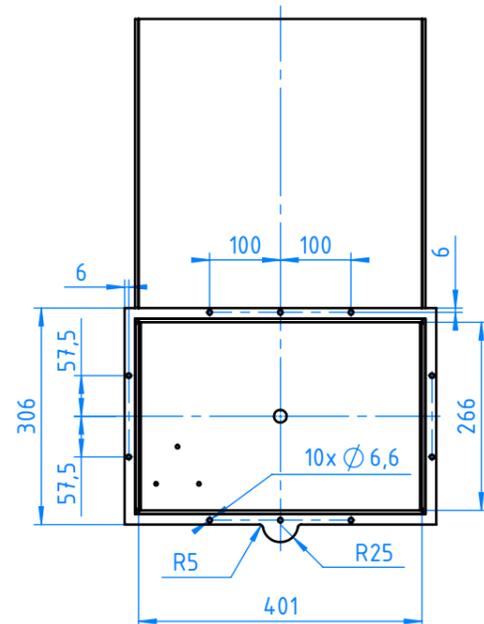
Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Vista europea				--	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6	±0.1	DIBUJADO	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	OSCAR S.	FECHA	CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES		HOJA: 1/1
ESCALA:	>30 - 120	±0.3	COMPROB.	FECHA	DENOMINACIÓN:		CANTIDAD:
	>120 - 400	±0.5	OSCAR S.	26/07/2017	PLANTILLA ANCLAJE ENGRANAJES LOCOS		
	>400 - 1000	±0.8	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm.		MATERIAL: F-114		Nº PLANO:
	>1000 - 2000	±1.2	**Matar cantos por defecto 0.5x45º		DIMENSIONES BRUTAS:		
OP. EXT.		MEC.	Preparación	Operación	225x180x15		29118-023-R00
ING.		AJUST.					P.V./O.F.

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



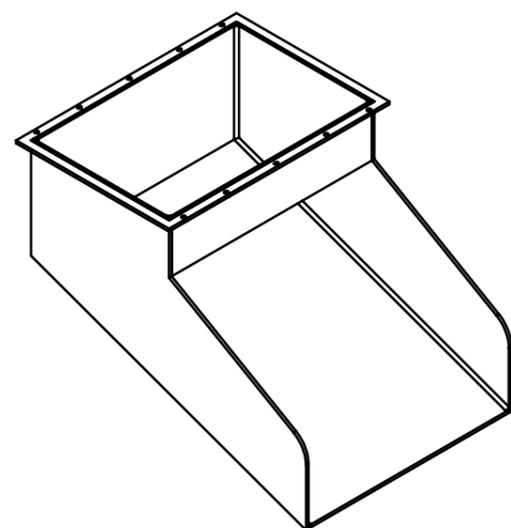
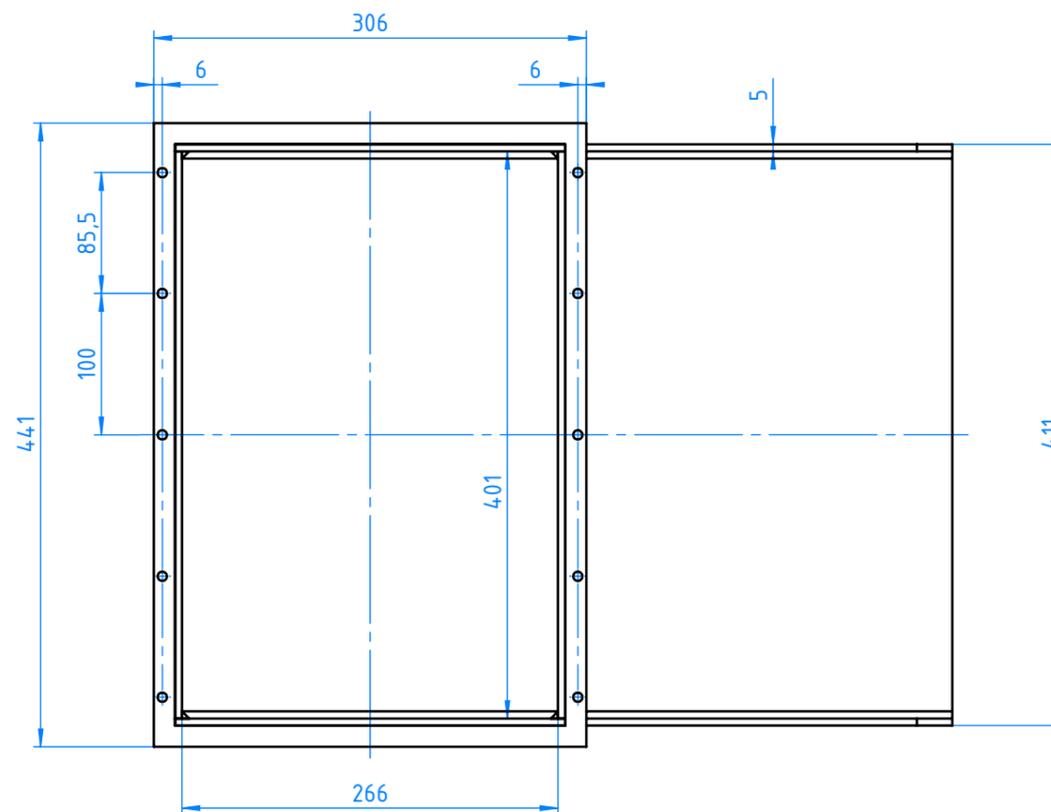
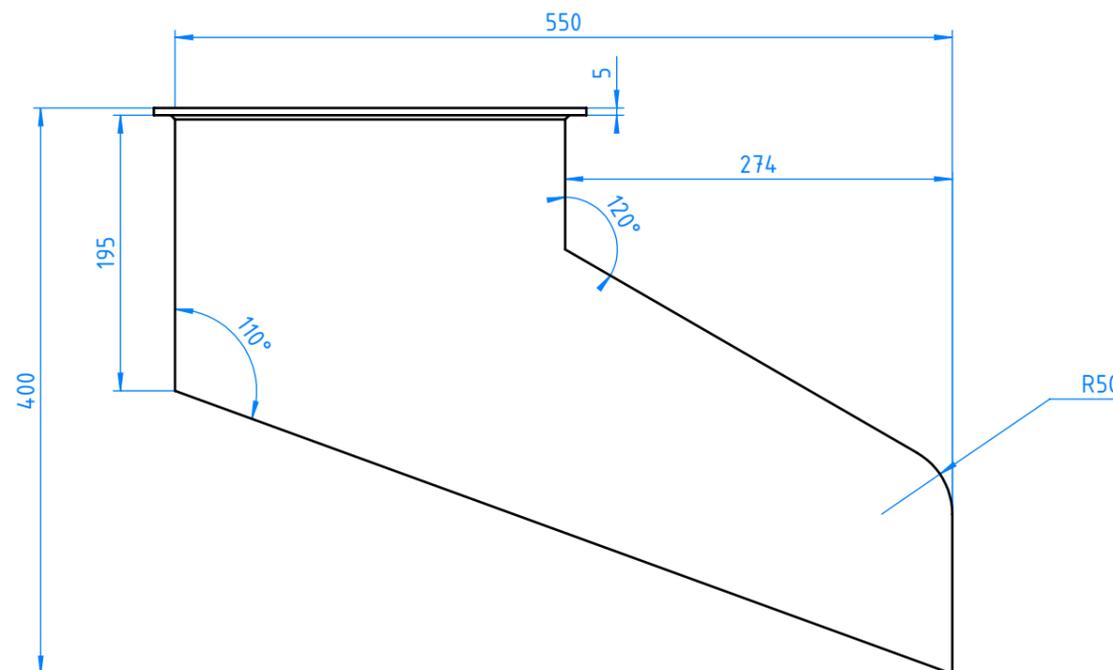
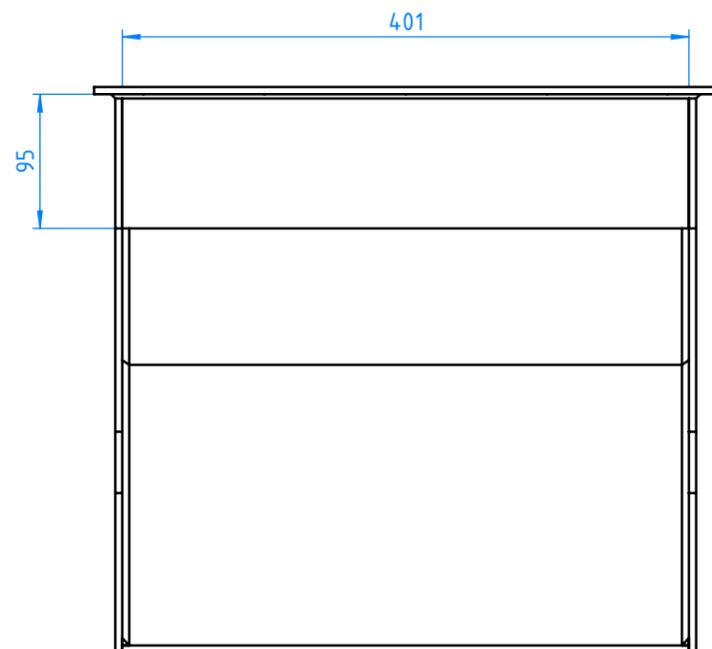
 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.P.G.S.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
	Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO OSCAR S. 26/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 26/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
ESCALA: 1:5	>30 - 120	±0.3		CONJUNTO: TREN DE ENGRANAJES			HOJA: 1/1
OP. EXT.	>120 - 400	±0.5		DENOMINACIÓN: TAPA CAJA ENGRANAJES			CANTIDAD: 1
ING.	>400 - 1000	±0.8		MATERIAL: PC			Nº PLANO: 29118-024-R00
	>1000 - 2000	±1.2	Preparación	Operación	DIMENSIONES BRUTAS: 720x210x115		P.V./O.F.

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.F.G.		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Vista europea				--	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6	±0.1		MÁQUINA:TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO	FECHA	CONJUNTO:--		HOJA: 1/1
ESCALA: <b>1:10</b>	>30 - 120	±0.3	OSCAR S.	26/07/2017	DENOMINACIÓN:		CANTIDAD: <b>1</b>
	>120 - 400	±0.5	COMPROB.	FECHA	<b>TOLVA ENTRADA</b>		
	>400 - 1000	±0.8	OSCAR S.	26/07/2017			
	>1000 - 2000	±1.2					
OP. EXT.		MEC.	Preparación	Operación	MATERIAL: F-114	Nº PLANO: <b>29188-025-R00</b>	
ING.		AJUST.			DIMENSIONES BRUTAS: <b>700x626x441</b>	P.V./O.F.	

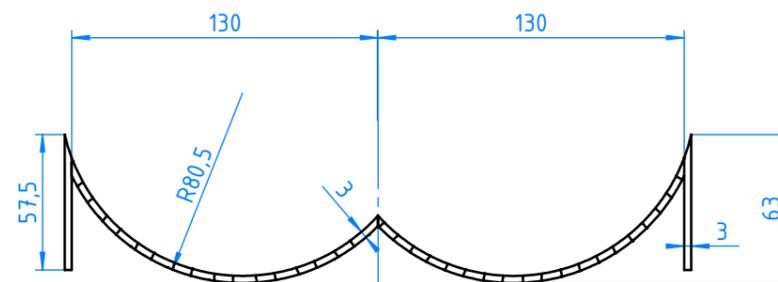
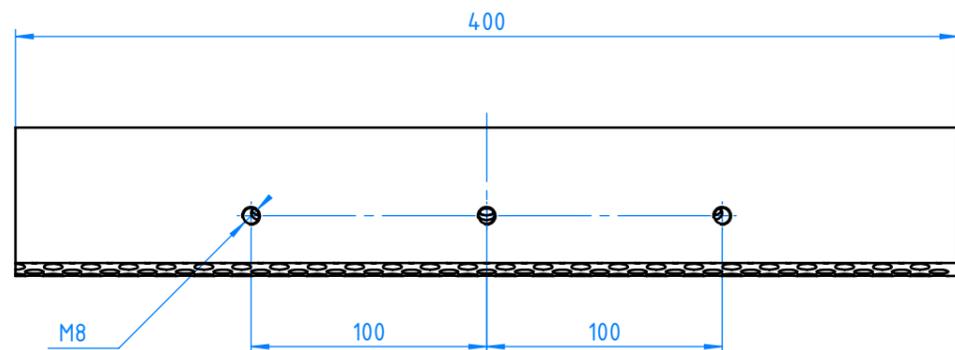
Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



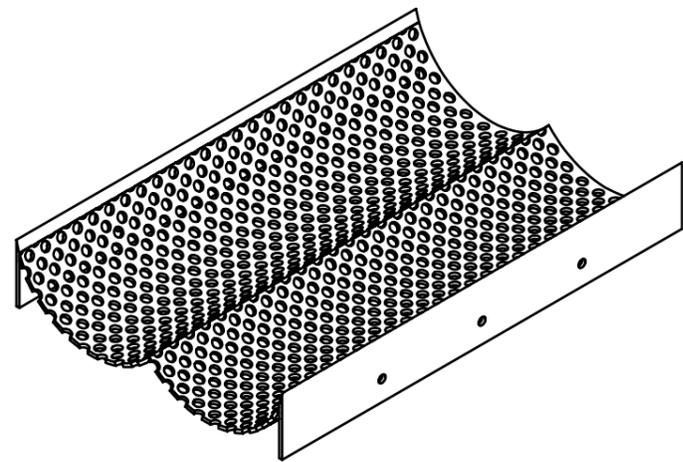
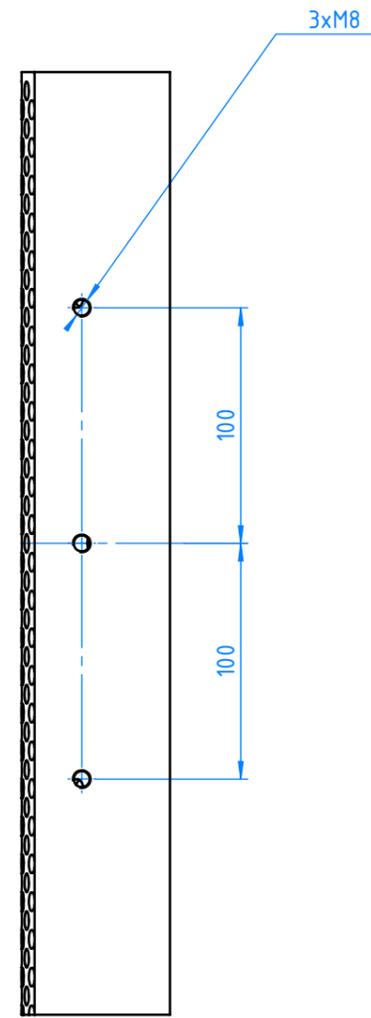
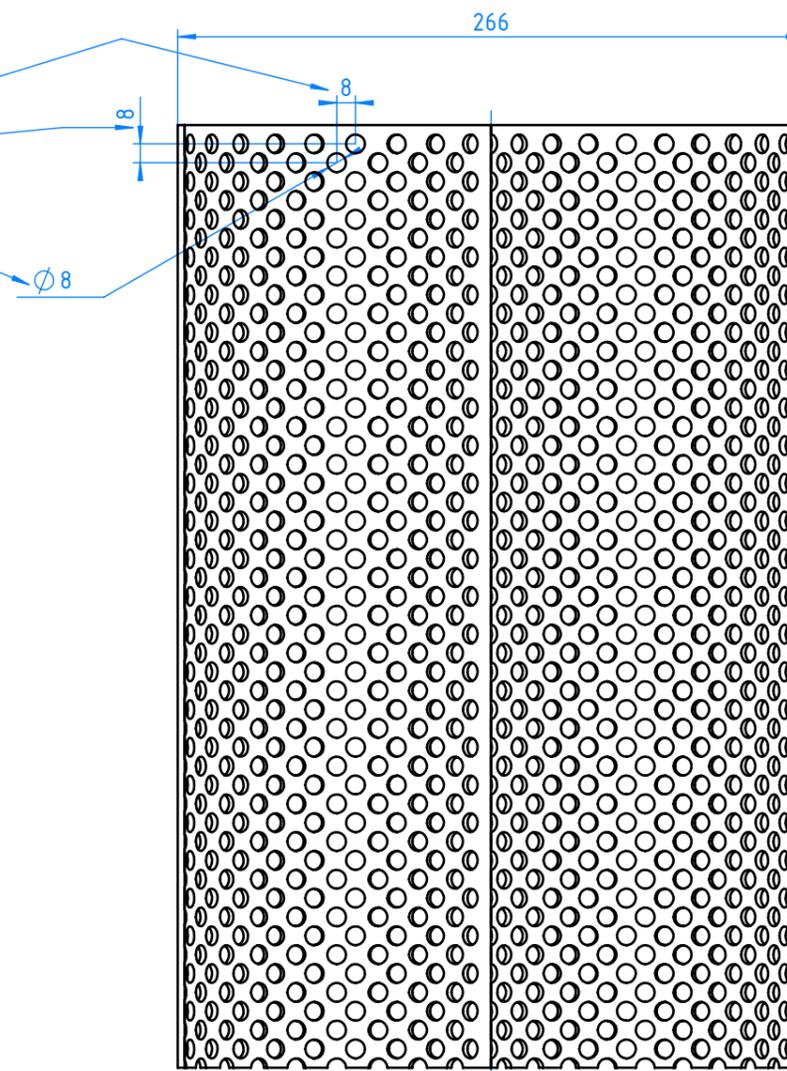
∇∇

Vista europea Chafilanes no acotados: 0.5x45º Rios no acotados: R 0.2 ESCALA: 1:5	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m >0.5 - 6 ±0.1 >6 - 30 ±0.2 >30 - 120 ±0.3 >120 - 400 ±0.5 >400 - 1000 ±0.8 >1000 - 2000 ±1.2	 DIBUJADO OSCAR S. 26/07/2017 COMPROB. OSCAR S. 26/07/2017 *Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
			--	--	--	--
			MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS		FORMATO: A3	
			CONJUNTO: --		HOJA: 1/1	
			DENOMINACIÓN: BANDEJA SALIDA MATERIAL		CANTIDAD: 1	
			MATERIAL: F-114		Nº PLANO: 29118-026-R00	
			DIMENSIONES BRUTAS: 550x441x400		P.V./O.F.	
OP. EXT.		MEC.	Preparación	Operación		
ING.		AJUST.				

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



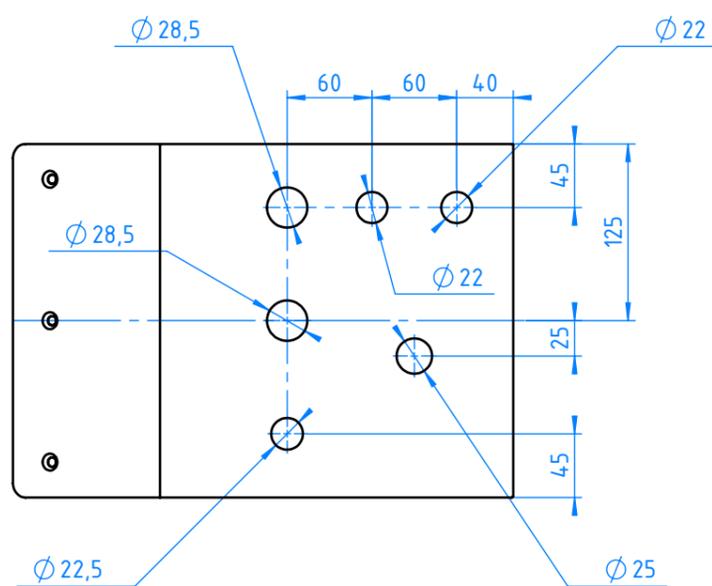
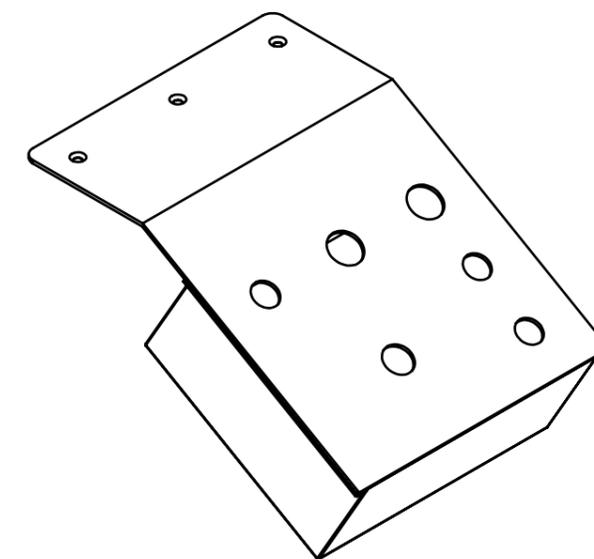
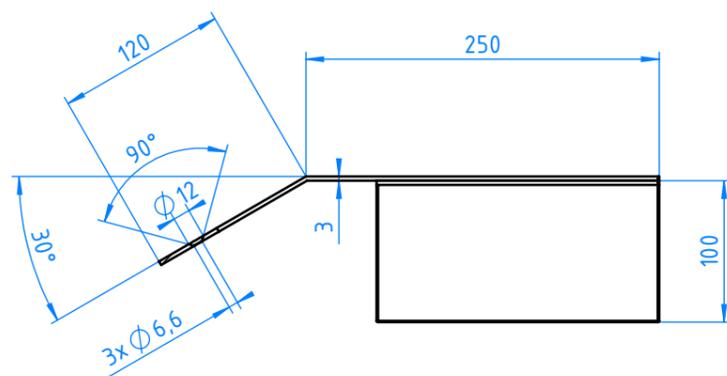
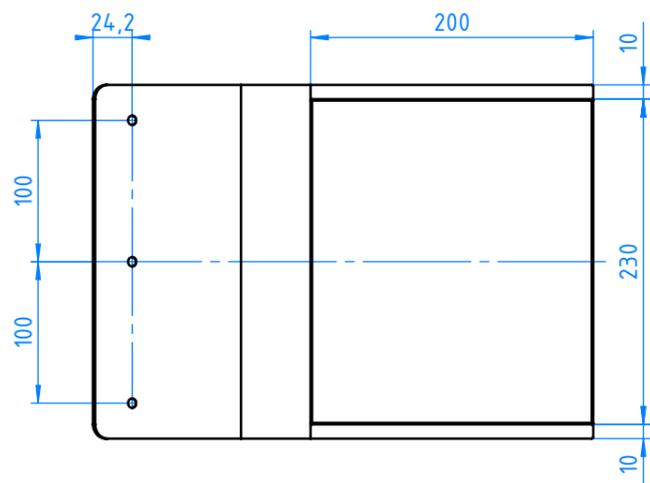
TODA LA ZONA CURVA DE LA CRIBA  
VA AGUJERADA A Ø8 SEGUN MUESTRA



∇∇

Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		I.P.G.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
Vista europea			I.P.G.	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6 ±0.1	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS		FORMATO: A3		
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30 ±0.2	DIBUJADO OSCAR S. 26/07/2017	CONJUNTO: --		HOJA: 1/1	
ESCALA: 1:3	>30 - 120 ±0.3	COMPROB. OSCAR S. 26/07/2017	DENOMINACIÓN: CRIBA 8MM		CANTIDAD: 1	
	>120 - 400 ±0.5	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm	MATERIAL: F-114		Nº PLANO: 29118-027-R00	
	>400 - 1000 ±0.8	**Matar cantos por defecto 0.5x45º	DIMENSIONES BRUTAS: 400x266x63			
	>1000 - 2000 ±1.2	Preparación Operación	P.V./O.F.			
OP. EXT.	MEC.					
ING.	AJUST.					

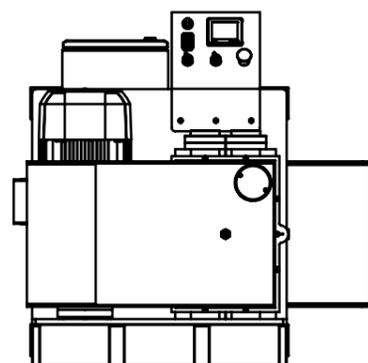
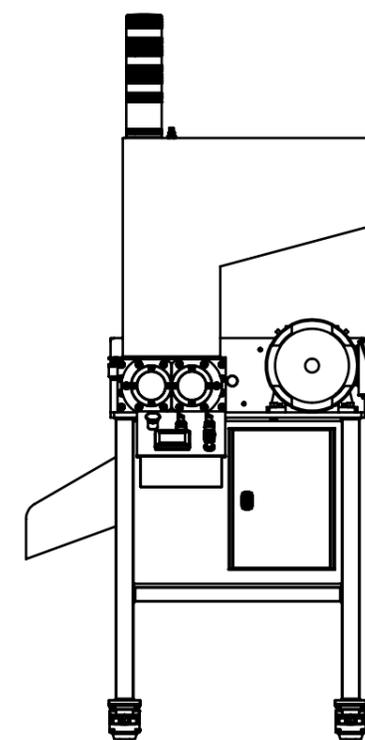
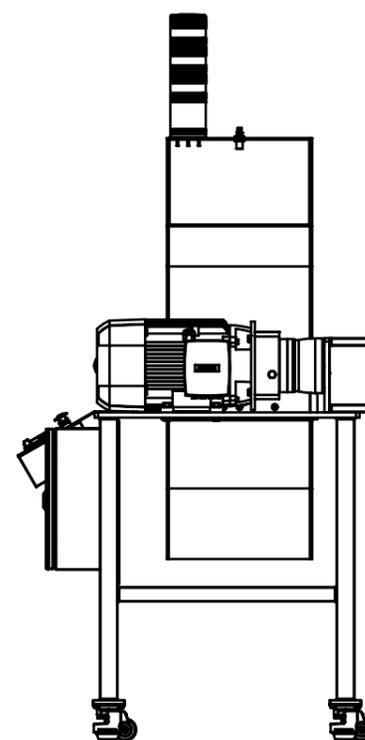
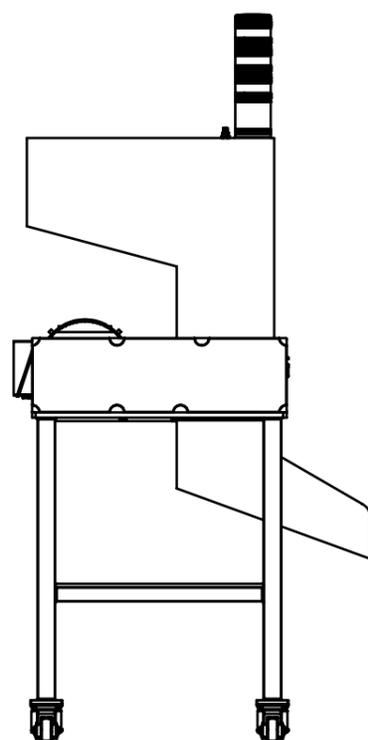
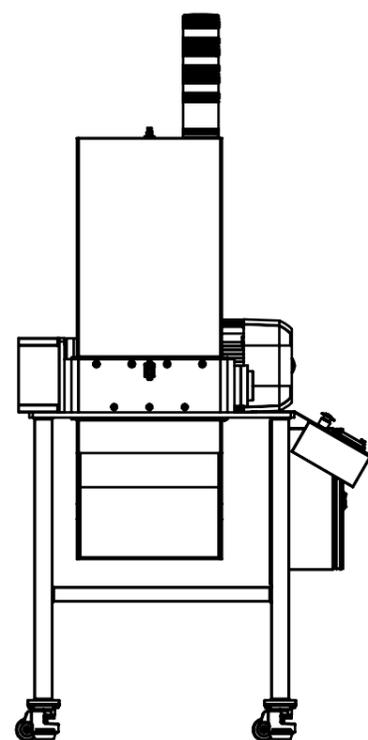
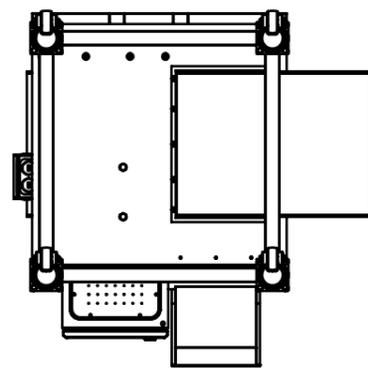
Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



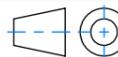
∇∇

	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL
			--	--	--	--
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6 ±0.1 >6 - 30 ±0.2 >30 - 120 ±0.3 >120 - 400 ±0.5 >400 - 1000 ±0.8 >1000 - 2000 ±1.2	DIBUJADO OSCAR S. 26/07/2017	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS			FORMATO: A3
Rádios no acotados: R 0.2	ESCALA: <b>1:5</b>	FECHA OSCAR S. 26/07/2017	CONJUNTO: --			HOJA: 1/1
*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	OP. EXT.	MEC.	DENOMINACIÓN: <b>CAJA CONTROLES</b>			CANTIDAD: <b>1</b>
Preparación	ING.	AJUST.	MATERIAL: F114			Nº PLANO: <b>29118-028-R00</b>
Operación	DIMENSIONES BRUTAS: <b>352x250x103</b>			P.V./O.F.		

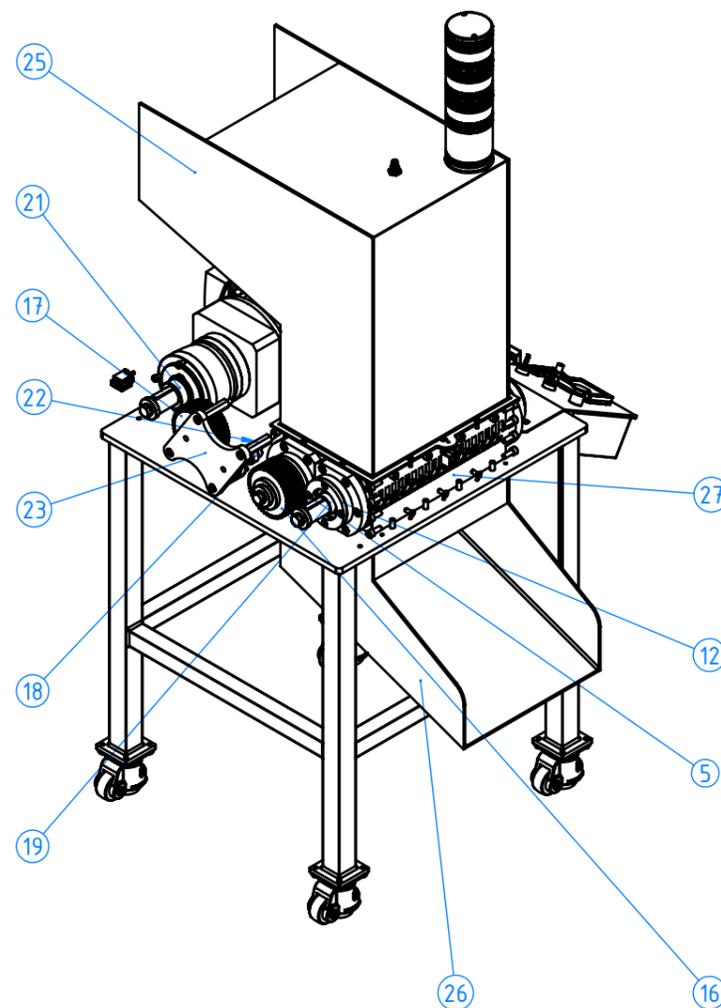
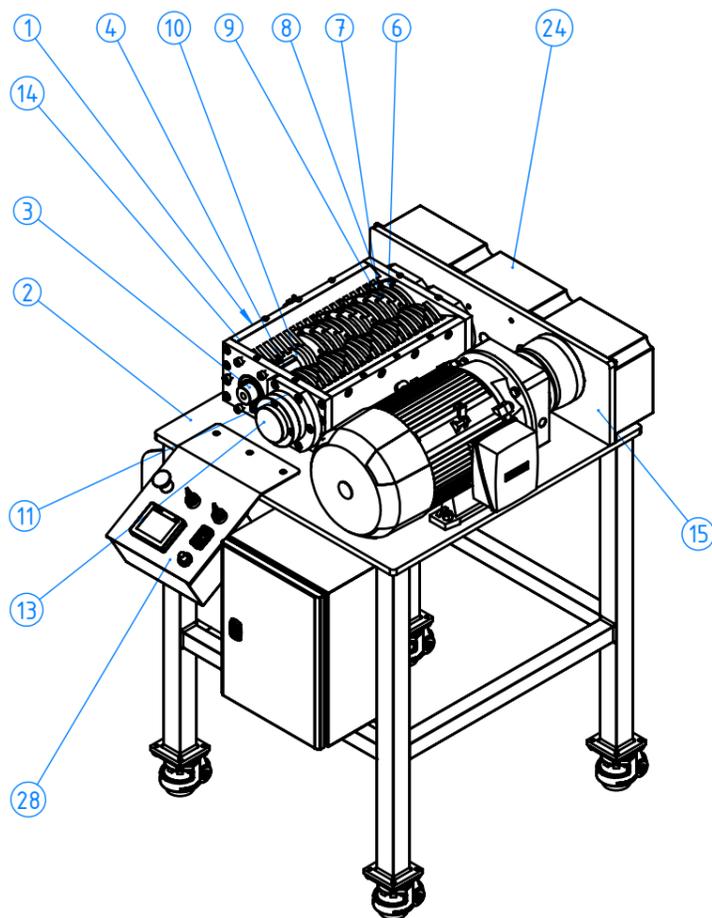
Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



**PLANO PARA EL MONTAJE**

 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m		 I.P.G.S.	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	RAL	
	Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6		±0.1	--	--	--	--
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30	±0.2	DIBUJADO	MÁQUINA: TRITURADOR DE POLÍMEROS				FORMATO: A3
ESCALA: <b>1:20</b>	>30 - 120	±0.3	FECHA	CONJUNTO: --				HOJA: 1/3
	>120 - 400	±0.5	OSCAR S.	DENOMINACIÓN:				CANTIDAD: <b>1</b>
	>400 - 1000	±0.8	COMPROB.	TRITURADORA POLIMEROS				
	>1000 - 2000	±1.2	OSCAR S.	FECHA	MATERIAL: --			
OP. EXT.	MEC.		Preparación	Operación	Nº PLANO:		29118-029-R00	
ING.	AJUST.		DIMENSIONES BRUTAS:		P.V./O.F.			
				--				

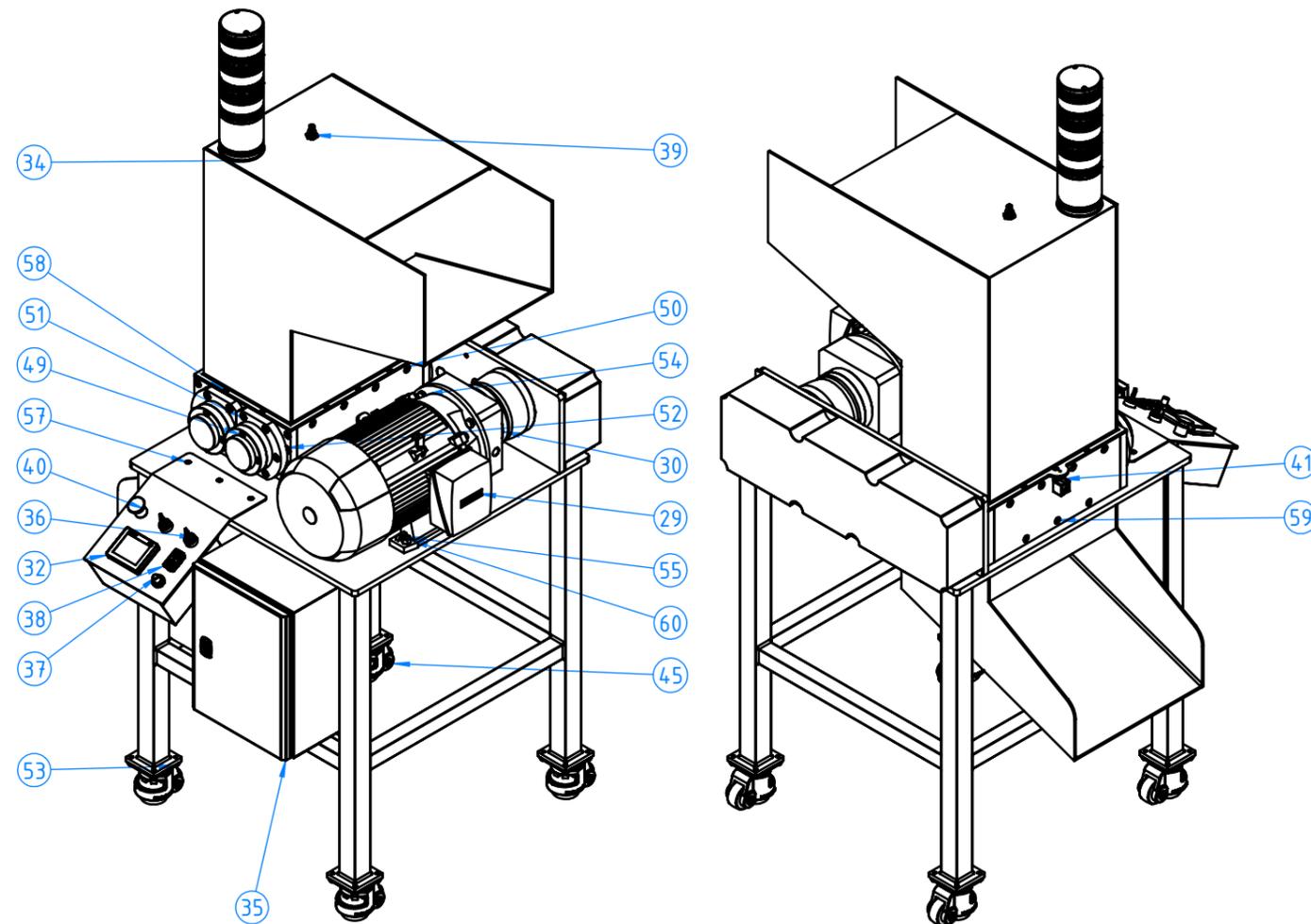
Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



ITEM	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	CAJA CUCHILLAS	29118-002-R00	1
2	MESA BASE	29118-001-R00	1
3	ARBOL CUCHILLAS	29118-003-R00	2
4	CHAVETA CUCHILAS	29118-004-R00	2
5	CHAVETA ENGRANAJES ARBOL	29118-005-R00	2
6	CUCHILLA_1	29118-006-R00	10
7	CUCHILLA_2	29118-007-R00	10
8	CUCHILLA_3	29118-008-R00	10
9	CUCHILLA_4	29118-009-R00	10
10	DISCOS INTERMEDIOS SEPARACION CUCHILLAS	29118-010-R00	40
11	SOPORTE RODAMIENTO	29118-011-R00	4
12	TAPA RODAMIENTOS LADO ENGRANAJE	29118-012-R00	2
13	TAPA RODAMIENTOS	29118-013-R00	2
14	RASCADOR	29118-014-R00	2
15	PLACA ANCLAJE TREN ENGRANAJES	29118-015-R00	1
16	ENGRANAJE Z46 M2.5	29118-016-R00	3
17	ENGRANAJE LOCO Z46 M2.5	29118-017-R00	2
18	EJE ENGRANAJE LOCO	29118-018-R00	2
19	CASQUILLO RODAMIENTO-ENGRANAJE	29118-019-R00	2
20	CASQUILLO ENGRANAJE LOCO	29118-020-R00	2
21	CASQUILLO BRONCE ENGRANAJE REDUCTOR	29118-021-R00	1
22	TORRETA PLANTILLA ENGRANAJES LOCOS	29118-022-R00	4
23	PLANTILLA ANCLAJE ENGRANAJES LOCOS	29118-023-R00	1
24	TAPA CAJA ENGRANAJES	29118-024-R00	1
25	TOLVA ENTRADA	29188-025-R00	1
26	BANDEJA SALIDA MATERIAL	29118-026-R00	1
27	CRIBA 8MM	29118-027-R00	1
28	CAJA CONTROLES	29118-028-R00	1

 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m	TRATAMIENTO TÉRMICO --	DUREZA --	TRATAMIENTO SUPERFICIAL --	RAL --
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6      ±0.1 >6 - 30        ±0.2	DIBUJADO      FECHA OSCAR S.      26/07/2017	CONJUNTO: --		HOJA: 2/3
Rádios no acotados: R 0.2	>30 - 120     ±0.3 >120 - 400    ±0.5 >400 - 1000   ±0.8 >1000 - 2000 ±1.2	COMPROB.      FECHA OSCAR S.      26/07/2017	DENOMINACIÓN: TRITURADORA POLIMEROS		CANTIDAD: 1
ESCALA:  1:15	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º	Preparación    Operación	MATERIAL: --		Nº PLANO: 29118-029-R00
OP. EXT.	MEC.	DIMENSIONES BRUTAS: --		P.V./O.F.	
ING.	AJUST.	--			

Nº	REVISION	FECHA	NOMBRE



ITEM	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
29	SIEMENS_ MOTOR 5.5Kw 1LE1003-1CB02-2JA6-Z_H20+P02+S03		1
30	WITTENSTEIN - REDUCTOR NP045S-MF1-10-1K1 + BRIDA 10032954		1
31	SCHNEIDER_PLC_MAGELIS SCU_A		1
32	SCHNEIDER_PLC_SCREEN		1
33	SCHNEIDER_VARIADOR VELOCIDAD_ALTIVAR 312_5.5KW		1
34	SCHNEIDER ELECTRIC_TOWER 3LIGHTS WITH BUZZER		1
35	SCHNEIDER_ARMARIO ELECTRICO_400x300x200		1
36	SCHNEIDER ELECTRIC_LLAVE CONTACTO		2
37	SCHNEIDER ELECTRIC_POTENCIOMETRO 10 POSICIONES		1
38	SCHNEIDER ELECTRICS_BONOTNERA ON-OFF		1
39	SENSOR ULTRASONIDOS_AUTOSEN_AU003		1
40	GE_BOTON EMERGENCIA ILIMINADO ROJO_D-40		1
41	SCHMERSAL_MICRO SEGURIDAD_ZS-232-11		2
42	IGLIDUR W300 - WFM_4044_30		4
43	SKF_BS2-2208-2CS		4
44	RODAMIENTO RIGIDO BOLAS 6206-2RS		4
45	BLICKLE_HRP-POA 63G		4
46	ARANDELA GROWER DIN 127_M16		5
47	ARANDELA EJE CUCHILLAS		5
48	TORNILLO ALLEN (CABEZA REDUCIDA) DIN 912 M8x20 Cal.10.9		8
49	TORNILLO ALLEN DIN 912 M8x25		12
50	DIN 912 M10 x 16 --- 16N		8
51	TORNILLO ALLEN DIN 912 M10x20		24
52	TORNILLO ALLEN DIN 912 M10x25		24
53	DIN 933 M8x16		16
54	DIN 933 M12x35		4
55	DIN 933 M12x40		4
56	TORNILLO HEXAGONAL DIN 933 M16x40 Calidad 12.9		5
57	DIN 7991 - M6x12		3
58	DIN 7991 - M6 x 20 --- 13.7N		20
59	DIN 7991 - M8 x 20 --- 20C		6
60	Hexagon Nut ISO 4034 - M12 - N		4

 Vista europea	Desviación permitida en dimensiones de mecanizado sin tolerancia según DIN-7168-m	TRATAMIENTO TÉRMICO --	DUREZA --	TRATAMIENTO SUPERFICIAL --	RAL --
Chafilanes no acotados: 0.5x45º	>0.5 - 6 ±0.1	DIBUJADO OSCAR S. 26/07/2017	FECHA 26/07/2017	CONJUNTO:--	HOJA: 3/3
Radios no acotados: R 0.2	>6 - 30 ±0.2 >30 - 120 ±0.3	COMPROB. OSCAR S. 26/07/2017	FECHA 26/07/2017	DENOMINACIÓN: TRITURADORA POLIMEROS	CANTIDAD: 1
ESCALA: 1:15	>120 - 400 ±0.5 >400 - 1000 ±0.8 >1000 - 2000 ±1.2	*Tolerancia entre taladros ±0.2mm. **Matar cantos por defecto 0.5x45º		MATERIAL: --	Nº PLANO: 29118-029-R00
OP. EXT.	MEC.	Preparación	Operación	DIMENSIONES BRUTAS: --	P.V./O.F.
ING.	AJUST.				



## **VI.4. CÁLCULO DE ENGRANAJES CON WOLFRAM MATHEMATICA.**



# Diseño de un engranaje cilíndrico recto

Dada la siguiente pareja de engranajes:

- Geometría:

- $z_1 = 46$        $x_1 = 0$  (\*desplazamiento en el dentado\*)
- $z_2 = 46$        $x_2 = 0$
- $m_0 = 2.5$        $b = 50$  mm
- $\alpha = 20^\circ$   $\beta = 0^\circ$

- Calidad del dentado: ISO7 sin corrección de los flancos.

- Régimen de trabajo: motor eléctrico,  $n_1 = 900$  rpm , 8h/día con choques moderados.

- Duración: + 25000h.

- Material:

- Piñón: Acero templado.  $S_{ut} = 1034$  MPa , 313HB.

- Corona: Acero templado.  $S_{ut} = 1034$  MPa , 313HB,

Se desea determinar:

- El par y potencia máximos transmisible para entrecentros de 115mm

---

## Funciones

```
clear ["Global`*"]
```

[borra]

### Geometría

#### Diámetro primitivo o de referencia

$$d_0[m_0, z, \beta] := \frac{m_0 z}{\cos[\beta]}$$

#### Diámetro de cabeza

$$d_a[m_0, z, \beta, x] := m_0 \left( \frac{z}{\cos[\beta]} + 2(1+x) \right)$$

## Diámetro de pie

$$df[m0\_ , z\_ , \beta\_ , x\_ ] := m0 \left( \frac{z}{\text{Cos}[\beta]} - 2 (1.25 - x) \right)$$

## Diámetro de base

$$db[m0\_ , z\_ , \alpha0\_ , \beta\_ ] := \frac{m0 z \text{Cos}[\text{Alfat}[\alpha0, \beta]]}{\text{Cos}[\beta]}$$

## Ángulo de contacto transversal

$$\text{Alfat}[\alpha0\_ , \beta\_ ] := \text{ArcTan} \left[ \frac{\text{Tan}[\alpha0]}{\text{Cos}[\beta]} \right]$$

[arco tangente]

## Función evolvente

$$\text{Inv}[\phi\_ ] := \text{Tan}[\phi] - \phi$$

[tangente]

## Factores

### Resistencia a la fatiga en el pie SF

```

FSF = {
  {ca → 1.3180721106007531`, cb → 10.573093061235145`,
   cc → 0.5062513623028689`, li → 700, ls → 1400},
  {ca → 1.3160845128523677`, cb → 10.060934291956205`,
   cc → 0.5038710498957457`, li → 700, ls → 1400},
  {ca → 1.0948584016288037`, cb → 2.7179485930766925`,
   cc → 0.6689116135321049`, li → 600, ls → 1400},
  {ca → 1.0224744478024455`, cb → 0.5394271315836511`,
   cc → 0.8410365497862599`, li → 685, ls → 1075},
  {ca → 1.019453600513577`, cb → 0.4689662045673412`,
   cc → 0.905691978010299`, li → 490, ls → 770},
  {ca → 1.019453600513577`, cb → 0.4689662045673412`,
   cc → 0.905691978010299`, li → 300, ls → 450},
  {ca → 1.019453600513577`, cb → 0.4689662045673412`,
   cc → 0.905691978010299`, li → 200, ls → 290}, {ca → 0.9965926703784146`,
   cb → 0.16266391295796406`, cc → 1.0546756996244289`, li → 230, ls → 370}
};

SF[x_, tipomaterial_] := If[x ≥ li && x ≤ ls, ca + cb x^cc, "Sut fuera de rango"] /.
  [si
  FSF[[tipomaterial]] (* tipomaterial es 1 ... 8 *)

```

## Resistencia a la fatiga en el flanco SH

```

FSH = {
  {ca → 1.7797540502454725`, cb → 102.35086758189351`,
   cc → 0.42097013372489145`, li → 490, ls → 815},
  {ca → 1.6725356860852358`, cb → 99.62490895069121`,
   cc → 0.4166304488113386`, li → 505, ls → 825},
  {ca → 2.2185495745210186`, cb → 103.9075672371867`,
   cc → 0.4025428440455519`, li → 500, ls → 745},
  {ca → 2.2185495745210186`, cb → 103.9075672371867`,
   cc → 0.4025428440455519`, li → 220, ls → 490},
  {ca → 2.37218772117152`, cb → 86.61880076357015`,
   cc → 0.42128927626275736`, li → 145, ls → 350},
  {ca → 2.20851924837426`, cb → 67.44756252599298`,
   cc → 0.4521259886996512`, li → 110, ls → 265}
};

SH[x_, tipomaterial_] :=
  If[x ≥ li && x ≤ ls, ca + cb x^cc, "Dureza de material fuera de rango"] /.
  |si
  FSH[[tipomaterial]] (* tipomaterial es 1 ... 8 *)

```

## Datos

```

z1 = 46;
x1 = 0;
z2 = 46;
x2 = 0;
m0 = 2.5 (*mm*);
(*modulo - OJO!! el modulos de los 2 engranajes tiene que ser el mismo*)
α0 = 20 Degree
  |grado
  20 °
β = 0 Degree
  |grado
  0
b = 50 ; (*mm*)
n1 = 90 (*rpm*);
t = 8320 (*h*);
Sut1 = 1034 (*MPa*);

```

```

HB1 = 313 (*HB*);
Sut2 = 1034 (*MPa*);
HB2 = 313 (*HB*);
E1 = E2 = 2.0 × 10^5 (*MPa*);
ν1 = ν2 = 0.29; (* coef poisson*)
ISO = 7;

```

## Cálculos geométricos

### Parámetros geométricos

#### Ángulo de presión transversal

```

αt = Alfat[α0, β] // N (*resultado en radianes -
    [valor numérico]
    multiplicar por "degree" para pasar de grados a radianes*)
0.349066

αt / Degree // N (* Visualización en grados -
    [grado] [valor numérico]
    dividir entre degree para pasar de radianes a grados*)
20.

```

#### Díámetros primitivo, de cabeza, pie y base

```

d1 = d0[m0, z1, β] // N (*primitivo*)
    [valor numérico]
115.

da1 = da[m0, z1, β, x1] (*cabeza*)
120.

df1 = df[m0, z1, β, x1] (*pie*)
108.75

db1 = db[m0, z1, α0, β] // N (*base*)
    [valor numérico]
108.065

d2 = d0[m0, z2, β] // N
    [valor numérico]
115.

```

da2 = da[m0, z2, β, x2] // N  
└vε

120.

df2 = df[m0, z2, β, x2] // N  
└vε

108.75

db2 = db[m0, z2, α0, β] // N  
└vε

108.065

## Limitaciones de engrane (Interferencias)

### Número mínimo de dientes

$$z_{min} = \frac{2 (1 - x1) \cos[\beta]}{\sin[\alpha]^2}$$

17.0973

### Ángulo y distancia mínimos de funcionamiento

- Angulo mínimo entre centros

$$\alpha_{min} = \text{FindRoot}\left[\text{Inv}[\epsilon] == \text{Inv}[\alpha] + \frac{2 \tan[\alpha_0] (x1 + x2)}{z1 + z2}, \{\epsilon, \alpha_0\}\right]$$

└encuentra raíz

{ε → 0.349066}

$$\alpha_{min} = \epsilon /. \alpha_{min}$$

0.349066

$$\alpha_{min} 180 / \text{Pi} \text{ (*ángulo mínimo en grados - tambien se puede dividir por degree*)}$$

└número pi

20.

- Distancia mínima entre centros (\*como hay desplazamiento en el dentado hay que calcular la distancia mínima entre centros, sino se suman los diam. primitiv. y se divide entre 2\*)

$$a_{min} = \frac{db1 + db2}{2 \cos[\alpha_{min}]}$$

(\*el resultado es el valor mínimo de la distancia entre centros\*)

115.

## Parámetros de funcionamiento

Distancia entre centros de funcionamiento:

$$a' = 115 \text{ (*mm*)};$$

Ángulo de presión de funcionamiento

$$\alpha' = \text{ArcCos} \left[ \frac{(db1 + db2)}{(2 a')} \right]$$

[arco coseno]

$$0.349066$$

$$\alpha' = 180 / \text{Pi} // N \text{ (*En grados*)}$$

[número] [valor numérico]

$$20.$$

Diámetros de paso de funcionamiento

$$d1' = db1 / \text{Cos}[\alpha']$$

[coseno]

$$115.$$

$$d2' = db2 / \text{Cos}[\alpha']$$

[coseno]

$$115.$$

Grado de recubrimiento frontal (\*numero promedio de dientes en contacto\*)

$$\epsilon\alpha = \frac{z1 \left( \sqrt{\left( \frac{da1}{db1} \right)^2 - 1} - \text{Tan}[\alpha'] \right) + z2 \left( \sqrt{\left( \frac{da2}{db2} \right)^2 - 1} - \text{Tan}[\alpha'] \right)}{2 \pi}$$

$$1.73986$$

Grado de recubrimiento lateral (\*numero promedio de dientes en contacto visto desde arriba\*)

$$\epsilon\beta = b * \text{Sin}[\beta] / (\text{Pi} m0) // N$$

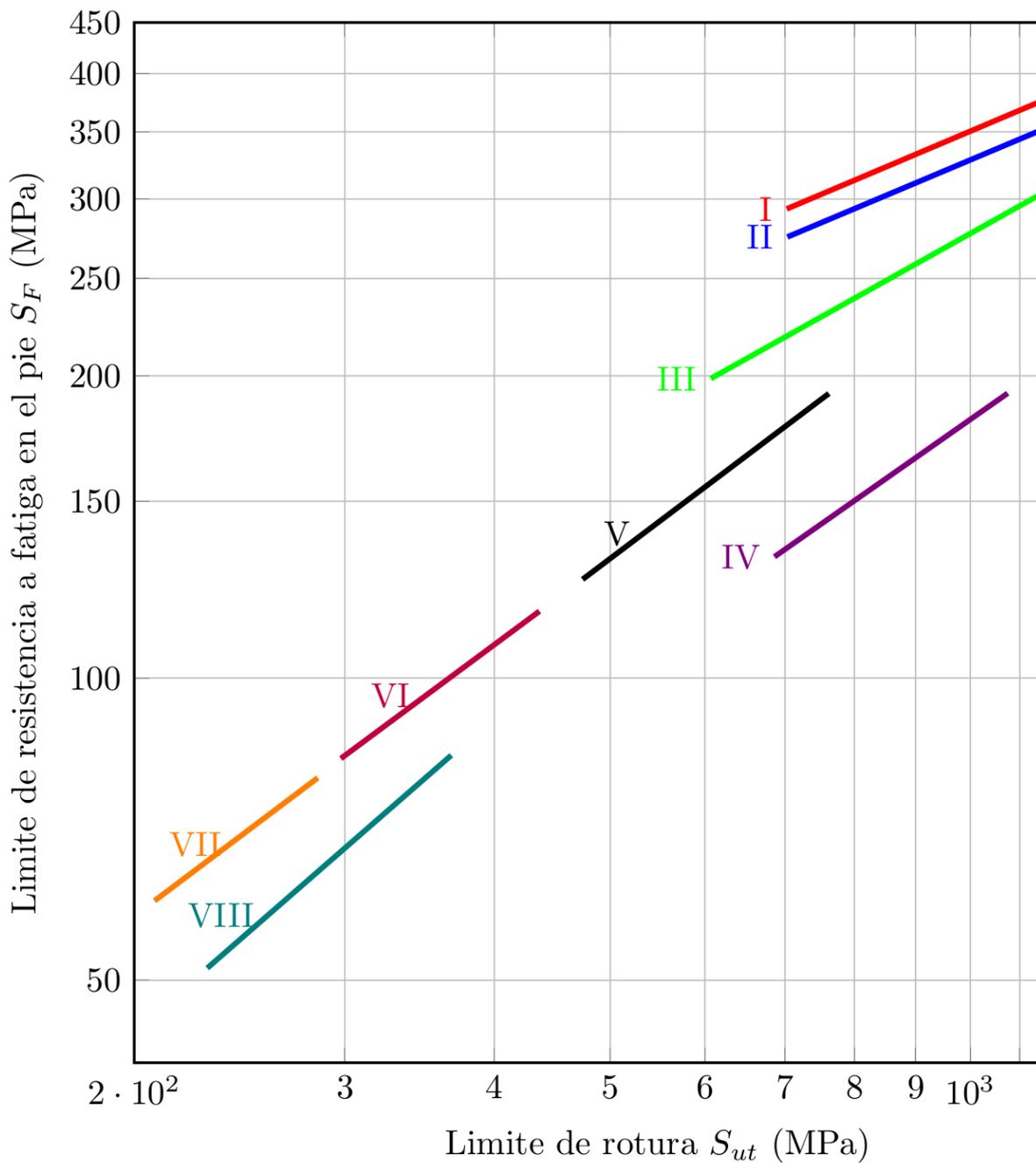
[seno] [número pi] [v:]

$$0.$$

---

## Cálculo de la resistencia a fatiga por flexión en el pie de los dientes

Resistencia a la fatiga en el pie del diente (ver gráfica)



- I: aceros cementados
- II: aceros nitrurados
- III: aceros con temple total
- IV: aceros con temple superficial
- V: aceros al carbono
- VI: fundiciones especiales
- VII: bronces
- VIII: fundiciones grises

**Piñón: Acero templado Sut=700 MPa, 210 HB**

(\*SF1=300 MPa, obtenido de la gráfica\*)

$$SF1 = SF[Sut1, 3] // N$$

valor numérico

(\*MPa - resistencia a esfuerzo a la fatiga obtenido calculadamente\*)

283.381

**Corona : Acero templado. Sut = 700 MPa , 210 HB,**

(\*SF2=260 MPa, obtenido de la gráfica\*)

$$SF2 = SF[Sut2, 3] // N (*MPa*)$$

valor numérico

283.381

**Factor de forma (ver tabla) (\* en funcion del numero de dientes VIRTUAL\*)**

Factores de forma del diente Y <sub>F</sub> en relación con los factores de distribución del perfil x (DIN 39)																				
z <sub>v</sub>	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9	+1,0	+1,1	+	
7												2,84								
8												2,98	2,69	2,47						
9												2,84	2,60	2,40	2,22					
10										2,99	2,73	2,52	2,34	2,18						
11									3,15	2,87	2,65	2,46	2,30	2,16	2,05					
12									3,03	2,79	2,58	2,41	2,27	2,14	2,04					
13									2,93	2,72	2,53	2,38	2,24	2,12	2,03	1,96				
14						3,36	3,10	2,86	2,66	2,48	2,34	2,22	2,11	2,03	1,95					
15						3,25	3,01	2,79	2,60	2,44	2,31	2,20	2,10	2,02	1,95	1,89				
16						3,45	3,16	2,95	2,74	2,56	2,42	2,29	2,18	2,09	2,02	1,95	1,89			
17						3,35	3,09	2,88	2,69	2,53	2,39	2,27	2,17	2,08	2,01	1,95	1,89	1,85		
18					3,53	3,26	3,02	2,82	2,65	2,50	2,37	2,26	2,16	2,08	2,01	1,95	1,90	1,86		
19				3,72	3,44	3,20	2,96	2,78	2,61	2,47	2,35	2,24	2,15	2,07	2,01	1,95	1,90	1,87	1	
20				3,62	3,35	3,12	2,91	2,74	2,58	2,45	2,33	2,23	2,14	2,07	2,01	1,95	1,90	1,87	1	
21				3,53	3,28	3,07	2,87	2,70	2,55	2,43	2,32	2,22	2,14	2,06	2,01	1,95	1,91	1,87	1	
22				3,45	3,20	3,01	2,83	2,67	2,52	2,41	2,30	2,21	2,13	2,06	2,00	1,95	1,91	1,88	1	
23			3,64	3,38	3,15	2,96	2,80	2,64	2,50	2,39	2,29	2,20	2,12	2,06	2,00	1,95	1,91	1,88	1	
24			3,55	3,30	3,10	2,92	2,75	2,61	2,48	2,37	2,28	2,19	2,12	2,06	2,00	1,95	1,91	1,88	1	
25		3,73	3,45	3,25	3,05	2,88	2,72	2,58	2,46	2,36	2,27	2,19	2,12	2,05	2,00	1,95	1,92	1,88	1	
30	3,61	3,35	3,18	3,01	2,85	2,72	2,60	2,48	2,38	2,30	2,22	2,16	2,10	2,04	2,00	1,96	1,93	1,90	1	
40	3,15	3,00	2,86	2,75	2,63	2,54	2,45	2,37	2,30	2,24	2,18	2,13	2,08	2,04	2,01	1,97	1,95	1,93	1	
50	2,90	2,78	2,68	2,59	2,50	2,43	2,36	2,31	2,25	2,20	2,15	2,11	2,07	2,03	2,02	1,98	1,97	1,94	1	
60	2,75	2,65	2,57	2,50	2,42	2,37	2,32	2,25	2,22	2,17	2,13	2,10	2,08	2,04	2,02	1,99	1,98	1,96	1	
100	2,46	2,40	2,35	2,32	2,26	2,24	2,21	2,17	2,15	2,12	2,10	2,08	2,07	2,05	2,04	2,03	2,01	2,00	1,99	1
200	2,27	2,24	2,21	2,19	2,17	2,15	2,14	2,12	2,10	2,10	2,08	2,07	2,05	2,04	2,04	2,02	2,02	2,01	1	
400	2,17	2,15	2,14	2,13	2,12	2,11	2,10	2,09	2,08	2,08	2,08	2,07	2,06	2,06	2,05	2,04	2,04	2,04	2	
∞	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2	

**Piñón:**

$$zv1 = z1 / (\text{Cos}[\beta] \wedge 3) // N (*numero de dientes virtual*)$$

coseno

valor numérico

46.

```

FYf = Interpolation[{{30, 2.6}, {40, 2.45}}];
      |interpolación
(*Ver los valores a interpolar en la tabla*)
(*no es preciso interpolar, sino coger directamente el valor de la
   tabla-- 25 dientes con desplazamiento positivo +3 -- valor 2.36*)
Interpolation::inhr : Requested order is too high; order has been reduced to {1}. >>

YF1 = FYf[zv1]
InterpolatingFunction::dmval :
  Input value {46.} lies outside the range of data in the interpolating function. Extrapolation will be used. >>
2.36

```

## Corona:

```

zv2 = z2 / (Cos[β]^3) // N
      |coseno      |ve
46.

FYf = Interpolation[{{30, 2.6}, {40, 2.45}}];
      |interpolación
(*Ver los valores a interpolar en la tabla*)
(*al igual que el piñon no es preciso interpolar*)
Interpolation::inhr : Requested order is too high; order has been reduced to {1}. >>

YF2 = FYf[zv2]
InterpolatingFunction::dmval :
  Input value {46.} lies outside the range of data in the interpolating function. Extrapolation will be used. >>
2.36

```

## Factor de conducción

```

Yε = 1 / 4 (1 + 3 / εα)
0.681068

```

## Factor de inclinación

```

Yβ = If[εα < 1, If[β / Degree < 30, 1 - εα β / Degree, 1 - 0.25 εα],
      |si      |si      |grado      120
      If[β / Degree < 30, 1 - β / Degree, 0.75]] // N
      |si      |grado      120      |valor numérico
1.

```

## Factor de velocidad

```

ω1 = n1 Pi / 30 // N (*rad/s*)
      [número pi] [valor numérico]
9.42478

v = ω1 d1' / 2000 (*m/s velocidad periférica*)
0.541925

λ = v z1 / 100 (*Factor limitante*)
      [factoriza]
0.249285

FK1[ISO_Integer] := If[ISO == 3, 0.022, If[ISO == 4, 0.03,
      [si] [si]
      If[ISO == 5, 0.043, If[ISO == 6, 0.062, If[ISO == 7, 0.092, If[ISO == 8, 0.125,
      [si] [si] [si] [si]
      If[ISO == 9, .18, If[ISO == 10, 0.25, "Valor ISO incorrecto"]]]]]]]]]
      [si] [si]

K1 = FK1[ISO]
0.092

FK2[ISO_Integer] :=
  If[ISO == 3, 0.0125, If[ISO == 4, 0.0165, If[ISO == 5, 0.023, If[ISO == 6, 0.033,
  [si] [si] [si] [si]
  If[ISO == 7, 0.048, If[ISO == 8, 0.07, "Valor ISO incorrecto"]]]]]]]
  [si] [si]

K2 = FK2[ISO]
0.048

Kv = If[β == 0, 1 / (1 + K1 λ), If[εβ ≥ 1, 1 / (1 + K2 λ),
  [si] [si]
  1 / (1 + K1 λ) - (εβ (1 / (1 + K1 λ) - 1 / (1 + K2 λ))) ^ -1]] (*factor de velocidad*)
0.97758

```

## Factor de duración

```

FKb1[N_] := If[N < 10^9, (10^7 / N)^0.1, 0.65]
      [si] [valor numérico] [valor numérico]

```

### Piñón

```

N1 = n1 60 t
44 928 000

Kb11 = FKb1[N1] (*factor de duración piñón*)
0.860495

```

## Rueda

$$N2 = N1 z1 / z2$$

44 928 000

$$Kb12 = FKb1[N2] (*factor de duración rueda*)$$

0.860495

## Factor de distribución de la carga

```
FKM[abombado_, x_] := If[abombado == 1, If[x <= 0.5, 1,
  1.0138899465725724 - 0.049951129715687013 x + 0.05124798826126958 x^2 -
  0.021239130661971636 x^3 + 0.000014183861813364092 x^4], If[x <= 0.5, 1,
  0.980179698311904 + 0.08663001899405738 x - 0.07740513766170867 x^2]]
(* abombado = 1 con rectificado longitudinal de los flancos,
abombado = 0 sin rectificado*)
```

$$\lambda = b / d1$$

0.434783

$$KM = FKM[0, \lambda]$$

(\*OJO!! modificar nosotros en funcion de un 0 sin abombado, 1 con abombado\*)

1

### Factor de servicio

Órgano Motor	Grado de choque del receptor	KA (12 h/día)	KA (24 h/día)
Motores eléctricos y turbinas	I	1,00	0,95
	II	0,80	0,70
	III	0,67	0,57
Motores de combustión interna multicilíndricos	I	0,80	0,70
	II	0,67	0,57
	III	0,57	0,45
Motores de combustión interna monocilíndricos	I	0,67	0,57
	II	0,57	0,45
	III	0,45	0,35

Grado de choque del receptor	I	Funcionamiento sin choques
	II	Funcionamiento con choques moderados
	III	Funcionamiento con choques importantes

KA = 0.8 (\*Seleccionarlo de la tabla\*);

### Fuerza tangencial máxima para evitar fatiga en el pie del diente

$$F_{tf1} = SF_1 b m_0 \frac{K_v K_{b11} K_M K_A}{Y_e Y_{F1} Y_{\beta}} \text{ (*en el piñon*)}$$

14 830.9

$$F_{tf2} = SF_2 b m_0 \frac{K_v K_{b12} K_M K_A}{Y_e Y_{F2} Y_{\beta}} \text{ (*en la corona*)}$$

14 830.9

$$F_{tmaxf} = \text{Min}[F_{tf1}, F_{tf2}] \text{ (*se escoje el menor de los 2 - } \underline{\text{mínimo}}$$

y en caso de fallo fallara antes el menor en este caso la corona\*)

14 830.9

Par máximo en la corona para evitar fatiga en el pie del diente

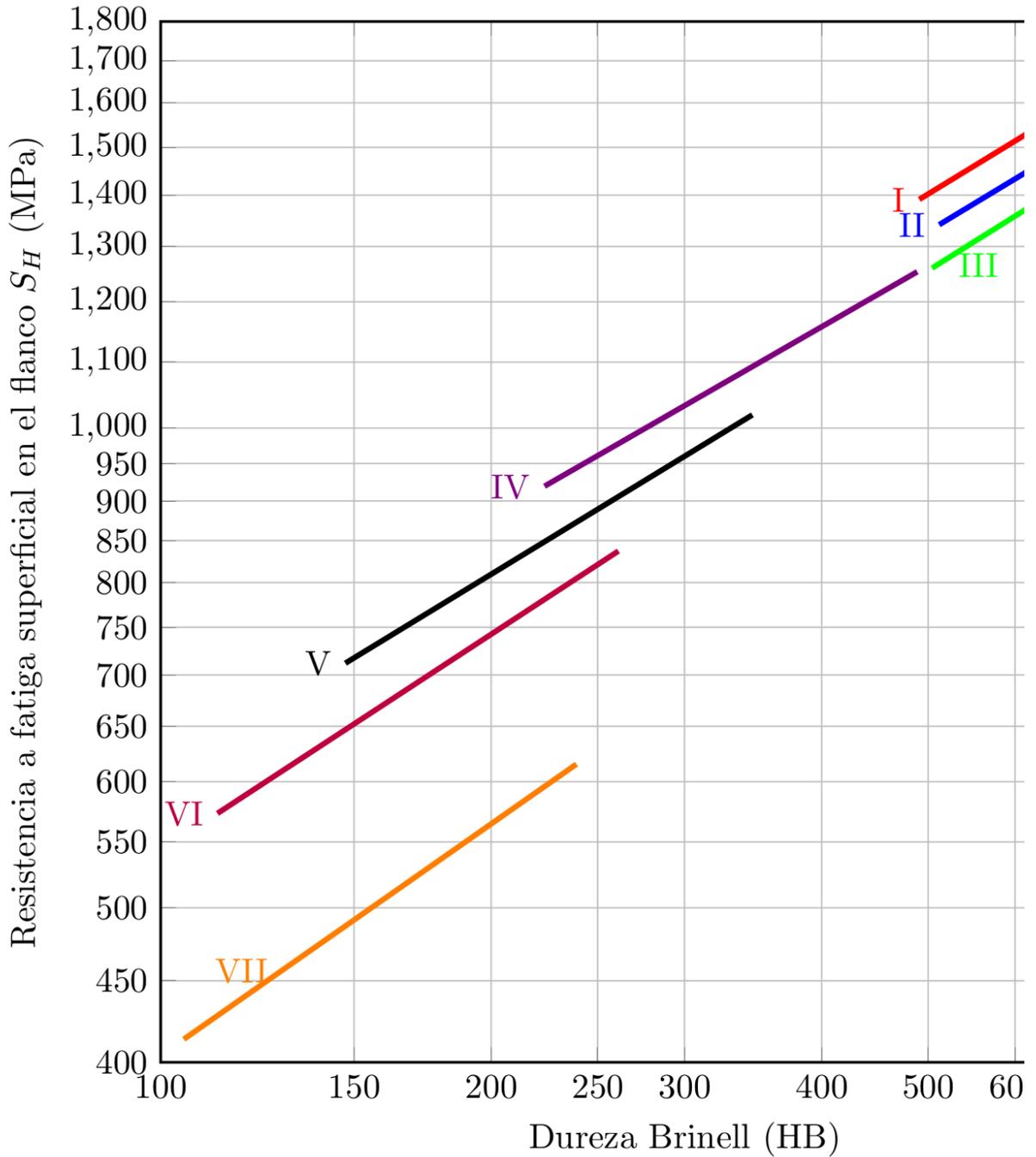
$$T_{2maxf} = F_{tmaxf} d_2' / 2000 (*Nm - \text{teniendo en cuenta el fallo por flexion*})$$

852.778

---

## Cálculo de la resistencia a fatiga por fatiga superficial en el flanco de los dientes

Resistencia a la fatiga en el flanco del diente (ver gráfica)



- I: aceros cementados
- II: aceros nitrurados
- III: aceros con temple superficial
- IV: aceros forjados
- V: aceros colados
- VI: aceros al carbono
- VII: fundiciones

### Piñón: Acero templado Sut=700 MPa, 210 HB

$$SH1 = 1050 (*MPa*);$$

$$SH1 = SH[HB1, 4] // N$$

[valor numérico

(\*MPa - el 4 es el numero del tipo de acero de la tabla, aceros forjados\*)

1052.27

### Corona : Acero templado. Sut = 700 MPa , 210 HB,

$$SH2 = 1050 (*MPa*);$$

$$SH2 = SH[HB2, 4] // N (*MPa*)$$

[valor numéric

1052.27

### Factor de conducción

$$u = z2 / z1$$

1

$$Cr = u / (u + 1)$$

$\frac{1}{2}$

2

### Factor de elasticidad del material

$$ZE^2 = \frac{1}{\pi \left( \frac{1-\nu1^2}{E1} + \frac{1-\nu2^2}{E2} \right)}$$

34 753.8

### Factor geométrico

$$\beta b = \text{ArcTan}[\text{Tan}[\beta] \text{Cos}[\alpha t]]$$

[arco ta... [tangente [coseno

0.

$$ZH^2 = \frac{2 \text{Cos}[\beta b]}{\text{Tan}[\alpha'] \text{Cos}[\alpha t]^2}$$

6.2229

### Factor de contacto

$$Z\epsilon^2 = \text{If}[\beta == 0, \frac{4 - \epsilon\alpha}{3}, \text{If}[\epsilon\alpha < 1, \frac{4 - \epsilon\alpha}{3} (1 - \epsilon\beta) + \epsilon\beta / \epsilon\alpha, 1 / \epsilon\alpha]]$$

0.753379

### Factor de inclinación

$$Z\beta^2 = \text{Cos}[\beta] // \text{N}$$

1.

### Factor de duración

$$FKh1[N_] := \text{If}[N < 10^9, (10^7 / N)^{(1/6)}, 0.5]$$

### Piñón

$$Kh11 = FKh1[N1] // \text{N}$$

0.778479

### Rueda

$$Kh12 = FKh1[N2] // \text{N}$$

0.778479

### Factor de velocidad base

$$\gamma = \text{If}[n1 \leq 10, 1.65, \text{If}[n1 \leq 200, (200 / n1)^{(1/6)}, 1]]$$

$$\left(\frac{2}{3}\right)^{1/3} 5^{1/6}$$

### Fuerza tangencial máxima para evitar fatiga en el flanco del diente

$$Fth1 = SH1^2 b d1 Cr (Kv Kh11 KM KA) / (ZE^2 Z\beta^2 ZH^2 \gamma Ze^2)$$

10413.

$$Fth2 = SH2^2 b d1 Cr \frac{Kv Kh12 KM KA}{ZE^2 Z\beta^2 ZH^2 \gamma Ze^2}$$

10413.

$$F_{tmaxh} = \text{Min}[F_{th1}, F_{th2}]$$

[mínimo]

10 413.

## Par máximo en la corona para evitar fatiga en el flanco del diente

$$T_{2maxh} = F_{tmaxh} d_2' / 2000 (*Nm*)$$

598.748

## Resumen de resultados

### Fuerza tangencial máxima para evitar fallo en el pie del diente

```
Grid[{"Ftf1", "Ftf2"}, {"N", "N"}, {Ftf1, Ftf2}], Frame -> All]
```

[rejilla] [valor] [valor numérico] [marco] [todo]

Ftf1	Ftf2
N	N
14 830.9	14 830.9

### Fuerza tangencial máxima para evitar fallo en el flanco del diente

```
Grid[{"Fth1", "Fth2"}, {"N", "N"}, {Fth1, Fth2}], Frame -> All]
```

[rejilla] [valor] [valor numérico] [marco] [todo]

Fth1	Fth2
N	N
10 413.	10 413.

### Fuerza, par y potencia máximos transmisibles

```
Grid[{"Ftmax", "T2max", "Pmax"}, {"N", "Nm", "kW"}, {Min[Ftmaxf, Ftmaxh],
```

[rejilla] [valor numérico] [mínimo]

```
Min[T2maxf, T2maxh], Pmax = Min[Ftmaxf, Ftmaxh] v / 1000 }}, Frame -> All]
```

[mínimo] [mínimo] [marco] [todo]

Ftmax	T2max	Pmax
N	Nm	kW
10 413.	598.748	5.64307

**VI.5. PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS  
PIEZAS A FABRICAR EN TALLER DE  
MECANIZADO.**







## **VI.6. DATOS TÉCNICOS MOTOR SIEMENS SERIE 1LE1003.**





**SIMOTICS GP/SD 1LE1 standard motors**  
Motors with IE3 Premium Efficiency

Self-ventilated motors · Aluminum series 1LE1003

**Selection and ordering data**

Operating values at rated power														Aluminum series		m <sub>IM B3</sub>	J	Torque class		
P <sub>rat-ed</sub>	P <sub>rat-ed</sub>	Frame size	n <sub>rated</sub>	T <sub>rat-ed</sub>	IE class	η <sub>rat-ed</sub>	η <sub>rat-ed</sub>	η <sub>rat-ed</sub>	cos φ <sub>rated</sub>	I <sub>rated</sub>	T <sub>LR</sub>	I <sub>LR</sub>	T <sub>β</sub>	L <sub>pfA</sub>	L <sub>WA</sub>				Article No.	kg
50 Hz/ P50	60 Hz/ P60 1)		50 Hz	50 Hz	50 Hz 60 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	400 V	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz					
kW	kW	FS	rpm	Nm	%	%	%	%	A											
• Cooling: Self-ventilated (IC 411) or with order code F90 forced-air cooled without external fan and fan cover (IC 418) • Efficiency: IE3 Premium Efficiency, service factor (SF) 1.15 • Insulation: Thermal class 155 (temperature class F), IP55 degree of protection, utilization in accordance with thermal class 130 (temperature class B)																				
2-pole: 3000 rpm at 50 Hz, 3600 rpm at 60 Hz 1)																				
0.75	0.86	80 M	2850	2.5	IE3	IE3	80.7	82.2	81.9	0.86	1.56	2.6	6.2	3	60	71	1LE1003-0DA2	11	0.0011	16
1.1	1.27	80 M	2885	3.6	IE3	IE3	82.7	83.9	83.1	0.85	2.25	3	7.1	3.3	60	71	1LE1003-0DA3	12	0.0013	16
1.5	1.75	90 S	2910	4.9	IE3	IE3	84.2	84.6	83.2	0.86	3	2.7	8.1	4.2	65	77	1LE1003-0EA0	15	0.0021	16
2.2	2.55	90 L	2910	7.2	IE3	IE3	85.9	86.8	86.1	0.88	4.2	2.6	8.3	4	65	77	1LE1003-0EA4	19	0.0031	16
3	3.45	100 L	2920	9.8	IE3	IE2	87.1	88	87.5	0.88	5.6	2.8	8	4.3	67	79	1LE1003-1AA4	26	0.0054	16
4	4.55	112 M	2945	13	IE3	IE2	88.1	89.1	88.7	0.9	7.3	1.8	8.2	3.5	69	81	1LE1003-1BA2	34	0.012	16
5.5	6.3	132 S	2950	17.8	IE3	IE3	89.2	90	89.7	0.9	9.9	1.8	7.4	3.6	68	80	1LE1003-1CA0	43	0.024	16
7.5	8.6	132 S	2950	24.5	IE3	IE3	90.1	91	91	0.92	13.1	1.9	8.3	3.9	68	80	1LE1003-1CA1	57	0.031	16
11	12.6	160 M	2955	35.5	IE3	IE3	91.2	91	89.5	0.89	19.6	2.4	7.9	3.8	70	82	1LE1003-1DA2	75	0.053	16
15	17.3	160 M	2960	48.5	IE3	IE3	91.9	92.1	91.2	0.87	27	2.7	8.7	4.3	70	82	1LE1003-1DA3	84	0.061	16
18.5	21.3	160 L	2955	60	IE3	IE3	92.4	92.8	92.4	0.9	32	2.8	9	4.2	70	82	1LE1003-1DA4	94	0.068	16
22	24.5	180 M	2950	71	IE3	IE3	92.7	93.2	92.9	0.89	38.5	2.3	7.5	3.5	67	80	1LE1003-1EA2	122	0.08	16
30	33.5	200 L	2955	97	IE3	IE3	93.3	93.5	92.9	0.87	53	2.5	7	3.3	67	80	1LE1003-2AA4	173	0.134	16
37	41.5	200 L	2955	120	IE3	IE3	93.7	94.2	94	0.88	65	2.5	7.1	3.2	67	80	1LE1003-2AA5	194	0.158	16
Voltages		Motor protection	No. of poles	Frame size	Motor type	Version														Order code(s)
Frame sizes 80 M to 90 L: Use of the 360° freely rotatable terminal box for 2 and 4-pole motors <sup>2)</sup>																				
50 Hz	230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VY	PTC	2	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E	Standard	2	2										-
50 Hz	400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VΔ	thermistor with 1 temperature sensor	2	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E	Standard	3	4										-
50 Hz	400 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VY	Without	2	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E	Standard	0	2										-
Frame sizes 100 L to 200 L: Use of the 4 x 90° rotatable terminal box																				
50 Hz	230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VY	Any	2	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Standard	2	2										-
50 Hz	400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VΔ	Any	2	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Standard	3	4										-
50 Hz	500 VY			Any	2	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Without add. charge	2	7										-
50 Hz	500 VΔ			Any	2	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Without add. charge	4	0										-
Further voltages <sup>1)</sup>		For price information, code numbers, order codes, and descriptions, see from page 2/63																		
Types of construction		No. of poles	Frame size	Motor type	Version														Order code(s)	
Without flange		IM B3 <sup>3)</sup>	2	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard														A
With flange		IM B5 <sup>3)</sup>	2	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge														F
With standard flange		IM B14 <sup>3)</sup>	2	80 M ... 160 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge														K
Further types of construction		For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/68																		
Motor protection		No. of poles	Frame size	Motor type	Version														Order code(s)	
Without		2	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard														A	
PTC thermistor with 3 temperature sensors		2	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge														B	
Further motor protection		For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/76																		
Terminal box position		No. of poles	Frame size	Motor type	Version														Order code(s)	
Terminal box at top		2	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard														4	
Further terminal box positions		For price information, code numbers, and descriptions, see from page 2/78																		
Special versions																			Order code(s)	
Options		For price information, order codes, and descriptions, see from page 2/80																	1LE1003-...-Z	...+...+...+...



1) Operating values at rated power for 60 Hz are stored in the Drive Technology Configurator (DT Configurator; see Appendix, 'Tools and Configuring').  
 2) For converter operation of shaft heights 80 and 90, ordering with PTC thermistors and their connection to the converter is recommended.

3) Types derived from IM B3 (IM B6/7/8, IM V6, and IM V5), from IM B5 (IM V3 and IM V1) and from IM B14 (IM V19 and IM V18) are possible, provided that no requirements exist for condensation drainage holes (H03) or stamping of the type on the rating plate. The basic type IM B3, IM B5 or IM B14 is stamped as standard on the rating plate. When ordering with condensation drainage holes (H03), the type must be specified.

# SIMOTICS GP/SD 1LE1 standard motors

Motors with IE3 Premium Efficiency



## Self-ventilated motors · Aluminum series 1LE1003

### Selection and ordering data (continued)

P <sub>rat.</sub> ed, 50 Hz/ P50	P <sub>rat.</sub> ed, 60 Hz/ P60 1)	Frame size	Operating values at rated power				IE class	η <sub>rat.</sub> ed, 50 Hz/ 4/4	η <sub>rat.</sub> ed, 50 Hz/ 3/4	η <sub>rat.</sub> ed, 50 Hz/ 2/4	COS φ <sub>rated</sub> , 50 Hz, 4/4	I <sub>rated</sub> , 50 Hz, 400 V	T <sub>LR</sub> / T <sub>rat.</sub> ed, 50 Hz	I <sub>LR</sub> / I <sub>rat.</sub> ed, 50 Hz	T <sub>B</sub> / T <sub>rat.</sub> ed, 50 Hz	L <sub>pFA</sub> , 50 Hz	L <sub>WA</sub> , 50 Hz	Aluminum series 1LE1003 – IE3 version in accordance with IEC 60034-30  Article No.	m <sub>IM B3</sub>	J	Torque class
			kW	kW	FS	rpm															
• Cooling: Self-ventilated (IC 411) or with order code F90 forced-air cooled without external fan and fan cover (IC 418) • Efficiency: IE3 Premium Efficiency, service factor (SF) 1.15 • Insulation: Thermal class 155 (temperature class F), IP55 degree of protection, utilization in accordance with thermal class 130 (temperature class B)																					
4-pole: 1500 rpm at 50 Hz, 1800 rpm at 60 Hz <sup>1)</sup>																					
0.55	0.63	80 M	1440	3.6	IE3	IE3	80.8	81.1	79.3	0.78	1.26	2.1	5.9	3.1	53	64		1LE1003-0DB2	11	0.0021	16
0.75	0.86	80 M	1450	4.9	IE3	IE3	82.5	82.3	79.9	0.75	1.75	2.7	7.1	3.9	53	64		1LE1003-0DB3	14	0.0029	16
1.1	1.27	90 S	1440	7.3	IE3	IE3	84.1	84.7	83.4	0.78	2.4	2.9	6.9	3.6	56	68		1LE1003-0EB0	16	0.0036	16
1.5	1.75	90 L	1445	10	IE3	IE3	85.3	85.9	84.9	0.8	3.15	2.7	7.2	3.6	56	68		1LE1003-0EB4	19	0.0049	16
2.2	2.55	100 L	1465	14.3	IE3	IE2	86.7	87.3	86.4	0.83	4.4	2.1	7.6	3.6	60	72		1LE1003-1AB4	30	0.014	16
3	3.45	100 L	1460	20	IE3	IE3	87.7	88.4	88.2	0.83	5.9	2.3	7.3	3.7	60	72		1LE1003-1AB5	30	0.014	16
4	4.55	112 M	1460	26	IE3	IE3	88.6	89.2	88.6	0.82	7.9	2.4	7.1	3.7	58	70		1LE1003-1BB2	34	0.017	16
5.5	6.3	132 S	1470	36	IE3	IE2	89.6	90.1	89.5	0.84	10.5	2.1	7.2	3.4	64	76		1LE1003-1CB0	64	0.046	16
7.5	8.6	132 M	1470	49	IE3	IE2	90.4	91.1	90.8	0.84	14.3	2.4	7.4	3.5	64	76		1LE1003-1CB2	64	0.046	16
11	12.6	160 M	1475	71	IE3	IE3	91.4	91.9	91.4	0.84	20.5	2.2	6.8	3.2	65	77		1LE1003-1DB2	83	0.083	16
15	17.3	160 L	1475	97	IE3	IE3	92.1	92.3	91.5	0.82	28.5	2.5	8.5	3.8	65	77		1LE1003-1DB4	100	0.099	16
18.5	21.3	180 M	1470	120	IE3	IE3	92.6	93.1	92.9	0.82	35	2.5	7.2	3.3	66	73		1LE1003-1EB2	134	0.13	16
22	25.3	180 L	1470	143	IE3	IE3	93	93.7	93.6	0.83	41	2.3	6.8	3.3	68	75		1LE1003-1EB4	142	0.14	16
30	34.5	200 L	1470	195	IE3	IE2	93.6	94	93.7	0.84	55	2.6	7.3	3.1	65	72		1LE1003-2AB5	189	0.22	16
Voltages			Motor protection		No. of poles	Frame size	Motor type		Version		Order code(s)										
<b>Frame sizes 80 M to 90 L: Use of the 360° freely rotatable terminal box for 2 and 4-pole motors<sup>2)</sup></b>																					
50 Hz	230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VY	PTC thermistor	4	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard		2	2	–									
50 Hz	400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VΔ	with 1 temperature sensor	4	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E	Standard		3	4	–									
50 Hz	400 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VY	Without	4	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E	Standard		0	2	–									
<b>Frame sizes 100 L to 200 L: Use of the 4 x 90° rotatable terminal box</b>																					
50 Hz	230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VY	Any	4	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Standard		2	2	–									
50 Hz	400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup>	460 VΔ	Any	4	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Standard		3	4	–									
50 Hz	500 VY			Any	4	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Without add. charge		2	7	–									
50 Hz	500 VΔ			Any	4	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A	Without add. charge		4	0	–									
Further voltages <sup>1)</sup>														...							
Types of construction			No. of poles	Frame size	Motor type		Version		Order code(s)												
Without flange	IM B3 <sup>3)</sup>		4	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A		Standard			A	–										
With flange	IM B5 <sup>3)</sup>		4	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A		With add. charge			F	–										
With standard flange	IM B14 <sup>3)</sup>		4	80 M ... 160 L	1LE1003-0D ... -2A		With add. charge			K	–										
Further types of construction For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/68														...							
Motor protection			No. of poles	Frame size	Motor type		Version		Order code(s)												
<b>Frame sizes 100 L to 200 L: Use of the 4 x 90° rotatable terminal box</b>																					
Without			4	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A		Standard			A	–										
PTC thermistor with 3 temperature sensors			4	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A		With add. charge			B	–										
Further motor protection For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/76														...							
Terminal box position			No. of poles	Frame size	Motor type		Version		Order code(s)												
Terminal box at top			4	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A		Standard			4	–										
Further terminal box positions For price information, code numbers, and descriptions, see from page 2/78																					
Special versions			Order code(s)																		
Options			For price information, order codes, and descriptions, see from page 2/80 1LE1003-...-Z ...+...+...+...																		

<sup>1)</sup> Operating values at rated power for 60 Hz are stored in the Drive Technology Configurator (DT Configurator; see Appendix, "Tools and Configuring").

<sup>2)</sup> For converter operation of shaft heights 80 and 90, ordering with PTC thermistors and their connection to the converter is recommended.

<sup>3)</sup> Types derived from IM B3 (IM B6/7/8, IM V6, and IM V5), from IM B5 (IM V3 and IM V1) and from IM B14 (IM V19 and IM V18) are possible, provided that no requirements exist for condensation drainage holes (H03) or stamping of the type on the rating plate. The basic type IM B3, IM B5 or IM B14 is stamped as standard on the rating plate. When ordering with condensation drainage holes (H03), the type must be specified.



**SIMOTICS GP/SD 1LE1 standard motors**  
Motors with IE3 Premium Efficiency

Self-ventilated motors · Aluminum series 1LE1003

**Selection and ordering data (continued)**

Operating values at rated power														Aluminum series																																																																																						
$P_{rat}$ ed, 50 Hz/ P50	$P_{rat}$ ed, 60 Hz/ P60 1)	Frame size	$n_{rat}$ ed, 50 Hz	$T_{rat}$ ed, 50 Hz	IE class	$\eta_{rat}$ ed, 50 Hz	$\eta_{rat}$ ed, 60 Hz	$\eta_{rat}$ ed, 50 Hz	$\eta_{rat}$ ed, 50 Hz	$\cos \phi_{rated}$ 50 Hz,	$I_{rated}$ 400 V	$T_{LR}/$ $T_{rat}$ ed, 50 Hz	$I_{LR}/$ $I_{rat}$ ed, 50 Hz	$T_{\beta}/$ $T_{rat}$ ed, 50 Hz	$L_{pFA}$ 50 Hz	$L_{WA}$ 50 Hz	Article No.	$m_{IM B3}$	J	Torque class																																																																																
kW	kW	FS	rpm	Nm	%	%	%	%	A								kg	kgm <sup>2</sup>	CL																																																																																	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooling: Self-ventilated (IC 411) or with order code F90 forced-air cooled without external fan and fan cover (IC 418)</li> <li>• Efficiency: IE3 Premium Efficiency, service factor (SF) 1.15</li> <li>• Insulation: Thermal class 155 (temperature class F), IP55 degree of protection, utilization in accordance with thermal class 130 (temperature class B)</li> </ul>																																																																																																				
6-pole: 1000 rpm at 50 Hz, 1200 rpm at 60 Hz <sup>1)</sup>																																																																																																				
0.37	0.43	80 M	940	3.8	IE3	IE3	73.5	73.1	69.4	0.66	1.1	2.3	4.2	2.7	42	53	1LE1003-0DC2	12	0.0025	16																																																																																
0.55	0.63	80 M	935	5.6	IE3	IE3	77.2	77	73.9	0.67	1.53	2.5	4.5	2.8	42	53	1LE1003-0DC3	14	0.0031	16																																																																																
0.75	0.86	90 S	945	7.6	IE3	IE3	78.9	80	78.8	0.7	1.96	2.2	4.6	2.6	43	55	1LE1003-0EC0	16	0.004	16																																																																																
1.1	1.27	90 L	940	11	IE3	IE1	81	82	80.5	0.69	2.85	2.3	4.6	2.7	43	55	1LE1003-0EC4	19	0.0048	16																																																																																
1.5	1.75	100 M	970	14.8	IE3	IE2	82.5	83.1	81.5	0.73	3.6	1.9	5.2	2.8	59	71	1LE1003-1AC4	25	0.011	13																																																																																
2.2	2.55	112 M	970	22	IE3	IE2	84.3	85	83.9	0.75	5	2.2	5.6	2.8	65	74	1LE1003-1BC2	34	0.017	13																																																																																
3	3.45	132 S	975	30	IE3	IE2	85.6	86.9	86.6	0.77	6.6	1.6	5.3	2.4	63	75	1LE1003-1CC0	43	0.029	13																																																																																
4	4.55	132 M	975	39	IE3	IE2	86.8	88	87.8	0.77	8.6	1.7	5.6	2.5	63	75	1LE1003-1CC2	52	0.037	13																																																																																
5.5	6.3	132 M	975	54	IE3	IE2	88	89.1	88.8	0.77	11.7	1.8	5.7	2.6	63	75	1LE1003-1CC3	64	0.046	13																																																																																
7.5	8.6	160 M	980	73	IE3	IE2	89.1	90.1	89.7	0.76	16	1.9	4.9	2.3	67	79	1LE1003-1DC2	93	0.098	16																																																																																
11	12.6	160 L	975	108	IE3	IE2	90.3	91.2	90.8	0.77	23	1.9	5	2.3	67	79	1LE1003-1DC4	115	0.12	16																																																																																
15	18	180 L	975	147	IE3	IE2	91.2	92	91.9	0.8	29.5	2.3	5.9	2.8	61	68	1LE1003-1EC4	130	0.19	16																																																																																
18.5	22	200 L	978	181	IE3	IE2	91.7	92.5	92.4	0.79	37	2.5	5.6	2.6	64	71	1LE1003-2AC4	166	0.28	16																																																																																
22	26.5	200 L	978	215	IE3	IE2	92.2	93.1	93.2	0.79	43.5	2.5	5.6	2.6	61	68	1LE1003-2AC5	179	0.32	16																																																																																
8-pole: 750 rpm at 50 Hz, 900 rpm at 60 Hz <sup>1)</sup>																																																																																																				
2.2	2.55	132 S	725	29	IE3	IE3	81.9	82.9	81.8	0.63	6.2	1.4	3.6	1.8	64	77	▲ 1LE1003-1CD0	56	0.038	10																																																																																
3	3.45	132 M	725	40	IE3	IE3	83.5	84.2	82.7	0.61	8.5	1.5	3.8	2	64	77	▲ 1LE1003-1CD2	65	0.048	13																																																																																
4	4.55	160 M	730	52	IE3	IE3	84.8	85.6	84.5	0.66	10.3	1.6	3.6	1.8	65	78	▲ 1LE1003-1DD2	72	0.065	13																																																																																
5.5	6.3	160 M	730	72	IE3	IE3	86.2	86.9	85.7	0.66	14	1.6	3.8	1.9	65	78	▲ 1LE1003-1DD3	86	0.083	13																																																																																
7.5	8.6	160 L	728	98	IE3	IE3	87.3	88.2	87.7	0.65	19.1	1.6	3.8	1.9	65	78	▲ 1LE1003-1DD4	110	0.116	13																																																																																
11	13.2	180 L	725	145	IE3	IE3	88.6	89.7	89.6	0.74	24	2.1	5.1	2.4	61	74	▲ 1LE1003-1ED4	161	0.267	16																																																																																
15	18	200 L	730	196	IE3	IE3	89.6	90.1	89.4	0.73	33.5	3	6.8	3.7	57	70	▲ 1LE1003-2AD5	212	0.420	16																																																																																
<b>Voltages</b>																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Motor protection</th> <th>No. of poles</th> <th>Frame size</th> <th>Motor type</th> <th>Version</th> <th>Order code(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6"><b>Frame sizes 80 M to 90 L: Use of the 360° freely rotatable terminal box for 2 and 4-pole motors<sup>2)</sup></b></td> </tr> <tr> <td>50 Hz 230 VΔ/400 VY</td> <td>60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY</td> <td>PTC thermistor with 1 temperature sensor</td> <td>6, 8</td> <td>80 M ... 90 L</td> <td>1LE1003-0D ... -0E Standard</td> <td>2 2</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>50 Hz 400 VΔ/690 VY</td> <td>60 Hz <sup>1)</sup> 460 VΔ</td> <td>Without</td> <td>6, 8</td> <td>80 M ... 90 L</td> <td>1LE1003-0D ... -0E Standard</td> <td>3 4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>50 Hz 400 VY</td> <td>60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY</td> <td>Without</td> <td>6, 8</td> <td>80 M ... 90 L</td> <td>1LE1003-0D ... -0E Standard</td> <td>0 2</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="6"><b>Frame sizes 100 L to 200 L: Use of the 4 x 90° rotatable terminal box</b></td> </tr> <tr> <td>50 Hz 230 VΔ/400 VY</td> <td>60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY</td> <td>Any</td> <td>6, 8</td> <td>100 L ... 200 L</td> <td>1LE1003-1A ... -2A Standard</td> <td>2 2</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>50 Hz 400 VΔ/690 VY</td> <td>60 Hz <sup>1)</sup> 460 VΔ</td> <td>Any</td> <td>6, 8</td> <td>100 L ... 200 L</td> <td>1LE1003-1A ... -2A Standard</td> <td>3 4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>50 Hz 500 VY</td> <td></td> <td>Any</td> <td>6, 8</td> <td>100 L ... 200 L</td> <td>1LE1003-1A ... -2A Without add. charge</td> <td>2 7</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>50 Hz 500 VΔ</td> <td></td> <td>Any</td> <td>6, 8</td> <td>100 L ... 200 L</td> <td>1LE1003-1A ... -2A Without add. charge</td> <td>4 0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Further voltages <sup>1)</sup></td> <td colspan="4">For price information, code numbers, order codes, and descriptions, see from page 2/63</td> <td>9 0</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table>																				Motor protection	No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)	<b>Frame sizes 80 M to 90 L: Use of the 360° freely rotatable terminal box for 2 and 4-pole motors<sup>2)</sup></b>						50 Hz 230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY	PTC thermistor with 1 temperature sensor	6, 8	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E Standard	2 2	-	50 Hz 400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VΔ	Without	6, 8	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E Standard	3 4	-	50 Hz 400 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY	Without	6, 8	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E Standard	0 2	-	<b>Frame sizes 100 L to 200 L: Use of the 4 x 90° rotatable terminal box</b>						50 Hz 230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY	Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Standard	2 2	-	50 Hz 400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VΔ	Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Standard	3 4	-	50 Hz 500 VY		Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Without add. charge	2 7	-	50 Hz 500 VΔ		Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Without add. charge	4 0	-	Further voltages <sup>1)</sup>	For price information, code numbers, order codes, and descriptions, see from page 2/63				9 0	...
Motor protection	No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)																																																																																															
<b>Frame sizes 80 M to 90 L: Use of the 360° freely rotatable terminal box for 2 and 4-pole motors<sup>2)</sup></b>																																																																																																				
50 Hz 230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY	PTC thermistor with 1 temperature sensor	6, 8	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E Standard	2 2	-																																																																																													
50 Hz 400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VΔ	Without	6, 8	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E Standard	3 4	-																																																																																													
50 Hz 400 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY	Without	6, 8	80 M ... 90 L	1LE1003-0D ... -0E Standard	0 2	-																																																																																													
<b>Frame sizes 100 L to 200 L: Use of the 4 x 90° rotatable terminal box</b>																																																																																																				
50 Hz 230 VΔ/400 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VY	Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Standard	2 2	-																																																																																													
50 Hz 400 VΔ/690 VY	60 Hz <sup>1)</sup> 460 VΔ	Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Standard	3 4	-																																																																																													
50 Hz 500 VY		Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Without add. charge	2 7	-																																																																																													
50 Hz 500 VΔ		Any	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-1A ... -2A Without add. charge	4 0	-																																																																																													
Further voltages <sup>1)</sup>	For price information, code numbers, order codes, and descriptions, see from page 2/63				9 0	...																																																																																														
<b>Types of construction</b>																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. of poles</th> <th>Frame size</th> <th>Motor type</th> <th>Version</th> <th>Order code(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6, 8</td> <td>80 M ... 200 L</td> <td>1LE1003-0D ... -2A</td> <td>Standard</td> <td>A -</td> </tr> <tr> <td>6, 8</td> <td>80 M ... 200 L</td> <td>1LE1003-0D ... -2A</td> <td>With add. charge</td> <td>F -</td> </tr> <tr> <td>6, 8</td> <td>80 M ... 160 L</td> <td>1LE1003-0D ... -2A</td> <td>With add. charge</td> <td>K -</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Further types of construction For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/68</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table>																				No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)	6, 8	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard	A -	6, 8	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge	F -	6, 8	80 M ... 160 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge	K -	Further types of construction For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/68				...																																																								
No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)																																																																																																
6, 8	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard	A -																																																																																																
6, 8	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge	F -																																																																																																
6, 8	80 M ... 160 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge	K -																																																																																																
Further types of construction For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/68				...																																																																																																
<b>Motor protection</b>																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. of poles</th> <th>Frame size</th> <th>Motor type</th> <th>Version</th> <th>Order code(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6, 8</td> <td>100 L ... 200 L</td> <td>1LE1003-0D ... -2A</td> <td>Standard</td> <td>A -</td> </tr> <tr> <td>6, 8</td> <td>100 L ... 200 L</td> <td>1LE1003-0D ... -2A</td> <td>With add. charge</td> <td>B -</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Further motor protection For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/76</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table>																				No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard	A -	6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge	B -	Further motor protection For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/76				...																																																													
No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)																																																																																																
6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard	A -																																																																																																
6, 8	100 L ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	With add. charge	B -																																																																																																
Further motor protection For price information, code letters, and descriptions, see from page 2/76				...																																																																																																
<b>Terminal box position</b>																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. of poles</th> <th>Frame size</th> <th>Motor type</th> <th>Version</th> <th>Order code(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6, 8</td> <td>80 M ... 200 L</td> <td>1LE1003-0D ... -2A</td> <td>Standard</td> <td>4 -</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Further terminal box positions For price information, code numbers, and descriptions, see from page 2/78</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																				No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)	6, 8	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard	4 -	Further terminal box positions For price information, code numbers, and descriptions, see from page 2/78																																																																						
No. of poles	Frame size	Motor type	Version	Order code(s)																																																																																																
6, 8	80 M ... 200 L	1LE1003-0D ... -2A	Standard	4 -																																																																																																
Further terminal box positions For price information, code numbers, and descriptions, see from page 2/78																																																																																																				
<b>Special versions</b>																																																																																																				
Options For price information, order codes, and descriptions, see from page 2/80 1LE1003-... -Z ...+...+...+...																																																																																																				

<sup>1)</sup> Operating values at rated power for 60 Hz are stored in the Drive Technology Configurator (DT Configurator; see Appendix, "Tools and Configuring").  
<sup>2)</sup> For converter operation of shaft heights 80 and 90, ordering with PTC thermistors and their connection to the converter is recommended.  
<sup>3)</sup> Types derived from IM B3 (IM B6/7/8, IM V6, and IM V5), from IM B5 (IM V3 and IM V1) and from IM B14 (IM V19 and IM V18) are possible, provided that no requirements exist for condensation drainage holes (H03) or stamping of the type on the rating plate. The basic type IM B3, IM B5 or IM B14 is stamped as standard on the rating plate. When ordering with condensation drainage holes (H03), the type must be specified.



## Article No. supplements and special versions

### SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

#### Voltages · Aluminum series 1LE10, 1PC10

#### Selection and ordering data

Voltages	Voltage code 12th and 13th position of the Article No.	Additional identification code with order code and plain text if required	Motor category													
			Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size											
					80	90	100	112	132	160	180	200				
			IE2 High Efficiency	1LE1001	1LE1001 ①											
				1PC1001					1PC1001 ②							
				1LE1041	1LE1041 APAC Line ③											
			IE3 Premium Efficiency	1LE1003	1LE1003 ④											
				1LE1043	1LE1043 APAC Line ⑤											
			IE4 Super Premium Efficiency	1LE1004							1LE1004 ⑥					
			IE1 Standard Efficiency	1LE1002	1LE1002 ⑦											
				1PC1002					1PC1002 ⑧							
			NEMA Energy Efficient	1LE1021							1LE1021 Eagle Line ⑨					
			NEMA Premium Efficient	1LE1023	1LE1023 Eagle Line ⑩											
<b>1LE10</b> ..... ■ - ■ ... <b>1PC10</b> ..... ■ - ■ ... Order code			Motor version	Motor type	Frame size											
					80	90	100	112	132	160	180	200				
Voltage at 50 Hz or 60 Hz – Operating values at rated power for 60 Hz are stored in the Drive Technology Configurator (DTC)																
50 Hz 230 VΔ/400 VY, 60 Hz 460 VY	2	2	–	All	All	□	□	□	□	□	□	□	□	□		
50 Hz 400 VΔ/690 VY, 60 Hz 460 VΔ <sup>1)</sup>	3	4	–	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩		□	□	□	□	□	□	□	□	□		
50 Hz 400 VΔ, 60 Hz 460 VΔ <sup>1)</sup>				Only applicable for ③, ⑤, ⑨, and ⑩		□	□	□	□	□	□	□	□	□		
50 Hz 400 VY, 60 Hz 460 VY <sup>2) 3)</sup>	0	2	–	All	All	□	□	□	□	□	□	□	□	□		
50 Hz 400 VY, 60 Hz 460 VY <sup>4)</sup>	0	4	–	All	All	□	□	□	□	□	□	□	□	□		
50 Hz 500 VY 60 Hz 575 VY <sup>7)</sup>	2	7	–	All except ⑥		○	○	○	○	○	○	○	○	○		
50 Hz 500 VΔ 60 Hz 575 VΔ	4	0	–	All except ⑥		–	–	○	○	○	○	○	○	○		
50 Hz 220 VΔ/380 VY 60 Hz 440 VY	2	1	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
50 Hz 380 VΔ/660 VY <sup>1)</sup> , 60 Hz 440 VΔ	3	3	–	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
50 Hz 380 VΔ <sup>1)</sup>				Only applicable for ③, ⑤, ⑨, and ⑩		–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
50 Hz 240 VΔ/415 VY, 60 Hz 480 VY	2	3	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
50 Hz 415 VΔ, 60 Hz 480 VΔ	3	5	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
60 Hz 220 VΔ/380 VY	1	7	–	All except ⑦ and ⑧		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
60 Hz 230 VΔ/400 VY	1	8	–	All except ⑦ and ⑧		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
60 Hz 380 VΔ/660 VY <sup>1)</sup>	3	0	–	All except ⑦, ⑧, ⑨ and ⑩		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
60 Hz 380 VΔ <sup>1)</sup>				Only applicable for ⑨ and ⑩		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
60 Hz 400 VΔ/690 VY <sup>1)</sup>	3	1	–	All except ⑦, ⑧, ⑨ and ⑩		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
60 Hz 400 VΔ <sup>1)</sup>				Only applicable for ⑨ and ⑩		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Multi-voltage at 60 Hz and required power at 60 Hz																
60 Hz 230 VYY/460 VY; 50 Hz power, 9 main terminals, and electrical version according to NEMA	6	0	–	All except ②, ③, ⑦ and ⑧		–	–	–	–	–	–	–	✓	✓		
60 Hz 230 VYY/460 VY; 60 Hz power, 9 main terminals, and electrical version according to NEMA	6	1	–	All except ②, ③, ⑦ and ⑧		–	–	–	–	–	–	–	✓	✓		
60 Hz 230 VΔΔ/460 VΔ; 50 Hz power, 12 main terminals, and electrical version according to NEMA	6	2	–	All except ②, ③, ⑦ and ⑧		–	–	–	–	–	–	–	✓	✓		
60 Hz 230 VΔΔ/460 VΔ; 60 Hz power, 12 main terminals, and electrical version according to NEMA	6	3	–	All except ②, ③, ⑦ and ⑧		–	–	–	–	–	–	–	✓	✓		

## Article No. supplements and special versions

### SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

#### Voltages · Aluminum series 1LE10, 1PC10

Voltages	Voltage code 12th and 13th position of the Article No.	Additional identifica- tion code with order code and plain text if required	Motor category												
			Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size										
			80	90	100	112	132	160	180	200					
<b>1LE10</b> ..... ■ - ■ ... <b>1PC10</b> ..... ■ - ■ ... Order code			IE2 High Efficiency	1LE1001	<b>1LE1001</b> ①										
				1PC1001	<b>1PC1001</b> ②										
			IE3 Premium Efficiency	1LE1041	<b>1LE1041 APAC Line</b> ③										
				1LE1003	<b>1LE1003</b> ④										
			IE4 Super Premium Efficiency	1LE1043	<b>1LE1043 APAC Line</b> ⑤										
				1LE1004	<b>1LE1004</b> ⑥										
			IE1 Standard Efficiency	1LE1002	<b>1LE1002</b> ⑦										
				1PC1002	<b>1PC1002</b> ⑧										
NEMA Energy Efficient	1LE1021	<b>1LE1021 Eagle Line</b> ⑨													
NEMA Premium Efficient	1LE1023	<b>1LE1023 Eagle Line</b> ⑩													
			Motor version	Motor type	Frame size										
			80	90	100	112	132	160	180	200					
Voltage at 60 Hz and required power at 60 Hz															
220 VΔ/380 VY; 50 Hz power	9	0	M2A	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
220 VΔ/380 VY; 60 Hz power	9	0	M1A	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
380 VΔ/660 VY; 50 Hz power <sup>1)</sup>	9	0	M2B	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
380 VΔ; 50 Hz power <sup>1)</sup>				Only applicable for ③, ⑤, ⑨, and ⑩	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
380 VΔ/660 VY; 60 Hz power <sup>1) 5)</sup>	9	0	M1B	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
440 VY; 50 Hz power	9	0	M2C	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
440 VY; 60 Hz power	9	0	M1C	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
440 VΔ; 50 Hz power	9	0	M2D	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
440 VΔ; 60 Hz power	9	0	M1D	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
460 VY; 50 Hz power	9	0	M2E	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
460 VY; 60 Hz power	9	0	M1E	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	○	○	○	○	○	○	○	○		
460 VΔ; 50 Hz power	9	0	M2F	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
460 VΔ; 60 Hz power	9	0	M1F	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	○	○	○	○	○	○	○	○		
575 VY; 50 Hz power <sup>7)</sup>	9	0	M2G	All except ⑥	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
575 VY; 60 Hz power <sup>7)</sup>	9	0	M1G	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
575 VΔ; 50 Hz power <sup>7)</sup>	9	0	M2H	All except ⑥	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
575 VΔ; 60 Hz power <sup>7)</sup>	9	0	M1H	All except ③, ⑤, ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
400 VΔ/690 VY; 50 Hz power <sup>1)</sup>	9	0	M2J	All except ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
400 VΔ; 50 Hz power				Only applicable for ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
400 VΔ/690 VY; 60 Hz power	9	0	M1J	All except ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
480 VY; 50 Hz power	9	0	M2K	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
480 VY; 60 Hz power	9	0	M1K	All except ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
480 VΔ; 50 Hz power	9	0	M2L	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
480 VΔ; 60 Hz power	9	0	M1L	All except ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
230 VΔ/400 VY; 50 Hz power	9	0	M2M	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
230 VΔ/400 VY; 60 Hz power	9	0	M1M	All except ⑨ and ⑩	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Voltage at 87 Hz and 87 Hz power															
400 VΔ <sup>5)</sup>	9	0	M3A	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Non-standard voltage and/or frequencies															
Non-standard winding <sup>6)</sup>	9	0	M1Y • and customer specifications	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

- Standard version
- Without additional charge
- This order code only determines the price of the version – Additional plain text is required.
- ✓ With additional charge
- Not possible

<sup>1)</sup> For North America export versions Eagle Line 1LE1021 NEMA Energy Efficient and 1LE1023 NEMA Premium Efficient, voltages above 600 V will not be stamped.

<sup>2)</sup> Frame sizes 80 and 90 with voltage code 02 can only be supplied without motor protection (motor protection code A).

<sup>3)</sup> Delta connection is not possible.

<sup>4)</sup> Star connection is not possible.

<sup>5)</sup> Only possible for 4-pole, 6-pole and 8-pole motors. The operating data for converter operation is also provided in a table on the rating plate.

<sup>6)</sup> Plain text must be specified in the order: Voltage between 200 and 690 V (voltages outside this range are available on request), frequency, circuit, for 60 Hz additionally required rated power in kW.

<sup>7)</sup> Not possible for 2-pole and 4-pole motors with increased power (11th position of the Article No.: 6) in frame sizes 80 and 90.

## Article No. supplements and special versions

SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

### Types of construction · Aluminum series 1LE10, 1PC10

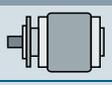
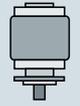
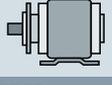
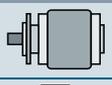
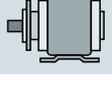
#### Selection and ordering data

Types of construction	Type of construction letter	For types of construction with order code(s) Article No. with additional identification code <b>-Z</b>	Motor category		Motor type – frame size							
			Motor version	Motor type (aluminum)	80	90	100	112	132	160	180	200
			IE2 High Efficiency	1LE1001	1LE1001 ①							
				1PC1001	1PC1001 ②							
			IE3 Premium Efficiency	1LE1041	1LE1041 APAC Line ③							
				1LE1003	1LE1003 ④							
			IE4 Super Premium Efficiency	1LE1043	1LE1043 APAC Line ⑤							
				1LE1004	1LE1004 ⑥							
			IE1 Standard Efficiency	1LE1002	1LE1002 ⑦							
				1PC1002	1PC1002 ⑧							
			NEMA Energy Efficient	1LE1021	1LE1021 Eagle Line ⑨							
			NEMA Premium Efficient	1LE1023	1LE1023 Eagle Line ⑩							
Pole-changing	1LE1011	1LE1011 ⑪										
	1LE1012	1LE1012 ⑫										
1LE10 .....	... (-Z)		Motor version	Motor type	Frame size							
1PC10 .....	... (-Z)	Order code	80	90	100	112	132	160	180	200		
<b>Without flange</b>												
IM B3 1) 2) 3)		<b>A</b>	–	All except ③ and ⑨								
IM B6 2) 3)		<b>T</b>	–	All except ③ and ⑨								
IM B7 2) 3) 9)		<b>U</b>	–	All except ③ and ⑨								
IM B8 2) 3)		<b>V</b>	–	All except ③ and ⑨								
IM V6 2) 3)		<b>D</b>	–	All except ③ and ⑨								
IM V5 without protective cover 2) 3)		<b>C</b>	–	All except ③ and ⑨								
IM V5 with protective cover 2) 3) 4) 5) 6)		<b>C</b>	<b>H00</b>	All except ②, ③, ⑧, ⑨ and in combination with order code F90	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>With flange</b>		Acc. to EN 50347 Acc. to DIN 42948			FF165	FF165	FF215	FF215	FF265	FF300	FF300	FF350
					A 200	A 200	A 250	A 250	A 300	A 350	A 350	A 400
IM B5 2) 7)		<b>F</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IM V1 without protective cover 2)		<b>G</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IM V1 with protective cover 2) 4) 5) 6)		<b>G</b>	<b>H00</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IM V3 4)		<b>H</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IM B35 3)		<b>J</b>	–	All except ③ and ⑨		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

For legends and footnotes, see page 2/71.

## Article No. supplements and special versions SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

### Types of construction · Aluminum series 1LE10, 1PC10

Types of construction	Type of construction with order code(s)	For types of construction with order code(s) Article No. with additional identification code <b>-Z</b>	Motor category											
			Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size									
			80	90	100	112	132	160	180	200				
			IE2 High Efficiency	1LE1001	<b>1LE1001</b> ①									
				1PC1001	1PC1001 ②									
			IE3 Premium Efficiency	1LE1041	<b>1LE1041 APAC Line</b> ③									
				1LE1003	<b>1LE1003</b> ④									
			IE4 Super Premium Efficiency	1LE1043	<b>1LE1043 APAC Line</b> ⑤									
				1LE1004	<b>1LE1004</b> ⑥									
			IE1 Standard Efficiency	1LE1002	<b>1LE1002</b> ⑦									
				1PC1002	1PC1002 ⑧									
			NEMA Energy Efficient	1LE1021	<b>1LE1021 Eagle Line</b> ⑨									
			NEMA Premium Efficient	1LE1023	<b>1LE1023 Eagle Line</b> ⑩									
Pole-changing	1LE1011	<b>1LE1011</b> ⑪												
	1LE1012	<b>1LE1012</b> ⑫												
<b>1LE10</b> .....	<b>F</b> .. (-Z)	Order code	Motor version	Motor type	Frame size									
<b>1PC10</b> .....	<b>G</b> .. (-Z)		80	90	100	112	132	160	180	200				
<b>With special flange next larger</b>			Acc. to EN 50347 Acc. to DIN 42948		-	-	FF265	FF265	FF300	-	-	-	-	
					-	-	A 300	A 300	A 350	-	-	-	-	
IM B5 <sup>2) 7)</sup>		<b>F</b>	<b>P01</b>	All	All	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	
IM V1 without protective cover <sup>2)</sup>		<b>G</b>	<b>P01</b>	All	All	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	
IM V1 with protective cover <sup>2) 4) 5) 6)</sup>		<b>G</b>	<b>P01+H00</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		-	-	✓	✓	✓	-	-	-	
IM V3 <sup>4)</sup>		<b>H</b>	<b>P01</b>	All	All	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	
IM B35 <sup>3)</sup>		<b>J</b>	<b>P01</b>	All except ③ and ⑨		-	-	✓	✓	✓	-	-	-	
<b>With special flange next smaller</b>			Acc. to EN 50347 Acc. to DIN 42948		FF130	FF165	FF165	FF165	FF215	FF265	FF265	FF300		
					A 160	A 200	A 200	A 200	A 250	A 300	A 300	A 350		
IM B5 <sup>2) 7)</sup>		<b>F</b>	<b>P02</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
IM V1 without protective cover <sup>2)</sup>		<b>G</b>	<b>P02</b>	All	All	-	-	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	
IM V1 with protective cover <sup>2) 4) 5) 6)</sup>		<b>G</b>	<b>P02+H00</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		-	-	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	
IM V3 <sup>4)</sup>		<b>H</b>	<b>P02</b>	All	All	-	-	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	
IM B35 <sup>3)</sup>		<b>J</b>	<b>P02</b>	All except ③ and ⑨		-	-	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	

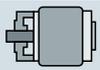
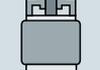
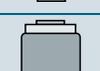
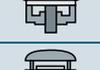
For legends and footnotes, see page 2/71.



## Article No. supplements and special versions

### SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

#### Types of construction · Aluminum series 1LE10, 1PC10

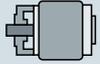
Types of construction	Type of construction letter	For types of construction with order code(s)	Motor category										
			Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size								
					80	90	100	112	132	160	180	200	
		Article No. with additional identification code <b>-Z</b>	IE2 High Efficiency	1LE1001	<b>1LE1001</b> ①								
				1PC1001	<b>1PC1001</b> ②								
			IE3 Premium Efficiency	1LE1041	<b>1LE1041 APAC Line</b> ③								
				1LE1003	<b>1LE1003</b> ④								
			IE4 Super Premium Efficiency	1LE1043	<b>1LE1043 APAC Line</b> ⑤								
				1LE1004	<b>1LE1004</b> ⑥								
			IE1 Standard Efficiency	1LE1002	<b>1LE1002</b> ⑦								
				1PC1002	<b>1PC1002</b> ⑧								
			NEMA Energy Efficient	1LE1021	<b>1LE1021 Eagle Line</b> ⑨								
			NEMA Premium Efficient	1LE1023	<b>1LE1023 Eagle Line</b> ⑩								
Pole-changing	1LE1011	<b>1LE1011</b> ⑪											
	1LE1012	<b>1LE1012</b> ⑫											
<b>1LE10</b> .....	<b>K</b> .....	<b>...</b> (-Z)	Motor version	Motor type	Frame size								
<b>1PC10</b> .....	<b>L</b> .....	<b>...</b> (-Z)			80	90	100	112	132	160	180	200	
<b>With standard flange</b>			Acc. to EN 50347		FT100	FT115	FT130	FT130	FT165	FT215	–	–	
			Acc. to DIN 42948		C 120	C 140	C 160	C 160	C 200	C 250	–	–	
IM B14 <sup>2) 8)</sup>		<b>K</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–
IM V19 <sup>2)</sup>		<b>L</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–
IM V18 without protective cover <sup>2)</sup>		<b>M</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–
IM V18 with protective cover <sup>2) 4) 5) 6)</sup>		<b>M</b>	<b>H00</b>	All except ②, ③ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–
IM B34 <sup>3)</sup>		<b>N</b>	–	All except ⑨		✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–
<b>With special flange next larger <sup>10)</sup></b>			Acc. to EN 50347		FT130	FT130	FT165	FT165	FT215	–	–	–	
			Acc. to DIN 42948		C 160	C 160	C 200	C 200	C 250	–	–	–	
IM B14 <sup>2) 8)</sup>		<b>K</b>	<b>P01</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	
IM V19 <sup>2)</sup>		<b>L</b>	<b>P01</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	
IM V18 without protective cover <sup>2)</sup>		<b>M</b>	<b>P01</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	
IM V18 with protective cover <sup>2) 4) 5) 6)</sup>		<b>M</b>	<b>P01+H00</b>	All except ②, ③ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	–	–	
IM B34 <sup>3)</sup>		<b>N</b>	<b>P01</b>	All except ③ and ⑨		✓	✓	✓	✓	✓	–	–	

For legends and footnotes, see page 2/71.

## Article No. supplements and special versions

### SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

#### Types of construction · Aluminum series 1LE10, 1PC10

Types of construction	Type of construction letter	For types of construction with order code(s)	Motor category									
			Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size							
				80	90	100	112	132	160	180	200	
		Article No. with additional identification code <b>-Z</b>	IE2 High Efficiency	1LE1001	1LE1001 ①							
				1PC1001		1PC1001 ②						
			IE3 Premium Efficiency	1LE1041	1LE1041 APAC Line ③							
				1LE1003	1LE1003 ④							
			IE4 Super Premium Efficiency	1LE1043	1LE1043 APAC Line ⑤							
				1LE1004	1LE1004 ⑥							
			IE1 Standard Efficiency	1LE1002	1LE1002 ⑦							
				1PC1002		1PC1002 ⑧						
			NEMA Energy Efficient	1LE1021	1LE1021 Eagle Line ⑨							
			NEMA Premium Efficient	1LE1023	1LE1023 Eagle Line ⑩							
Pole-changing	1LE1011	1LE1011 ⑪										
	1LE1012	1LE1012 ⑫										
1LE10 . . . . . (-Z) 1PC10 . . . . . (-Z)		Order code	Motor version	Motor type	Frame size							
					80	90	100	112	132	160	180	200
With special flange next smaller		Acc. to EN 50347 Acc. to DIN 42948			–	–	FT115	FT115	FT130	FT165	–	–
					–	–	C 140	C 140	C 160	C 200	–	–
IM B14 <sup>2) 8)</sup>		<b>K</b>	<b>P02</b>	All except ⑥	–	–	O. R.	O. R.	O. R.	O. R.	–	–
IM V19 <sup>2)</sup>		<b>L</b>	<b>P02</b>	All except ⑥	–	–	O. R.	O. R.	O. R.	O. R.	–	–
IM V18 without protective cover <sup>2)</sup>		<b>M</b>	<b>P02</b>	All except ⑥	–	–	O. R.	O. R.	O. R.	O. R.	–	–
IM V18 with protective cover <sup>2) 4) 5) 6)</sup>		<b>M</b>	<b>P02+H00</b>	All except ②, ⑥ and ⑧ and in combination with order code F90	–	–	O. R.	O. R.	O. R.	O. R.	–	–
IM B34 <sup>3)</sup>		<b>N</b>	<b>P02</b>	All except ③, ⑥ and ⑨	–	–	O. R.	O. R.	O. R.	O. R.	–	–

- Standard version
- ✓ With additional charge
- Not possible
- O. R. Possible on request

- 1) The types of construction IM B6/7/8, IM V6, and IM V5 with/without protective cover are also possible as long as there are no condensation drainage holes (order code **H03**) and these types of construction do not have to be stamped on the rating plate. As standard the type of construction IM B3 is then stamped on the rating plate. With type of construction IM V5 with protective cover, the protective cover has to be additionally ordered with order code **H00**. The protective cover is not stamped on the rating plate.
- 2) The type of construction is stamped on the rating plate. When ordering with condensation drainage holes (order code **H03**), if mounted in a different position, the position must be specified to ensure that the condensation drainage holes are positioned correctly.
- 3) For North America export version Eagle Line 1LE1021 NEMA Energy Efficient, types of construction with feet are not possible for 2-pole, 4-pole and 6-pole motors ≤ 200 hp in accordance with NEMA MG1 Table 12-11.
- 4) The "Standard cylindrical shaft extension (second shaft extension)" option (order code **L05**) is not possible.
- 5) In combination with an encoder it is not necessary to order the protective cover (order code **H00**), as this is delivered as a protection for the encoder as standard. In this case the protective cover is standard version (without additional charge).
- 6) Not possible for 1PC1 naturally cooled motors and 1LE1 forced-air cooled motors with order code **F90** without external fan and fan cover.
- 7) The types of construction IM V3 and IM V1 with/without protective cover are also possible as long as there are no condensation drainage holes (order code **H03**) and these types of construction do not have to be stamped on the rating plate. As standard the type of construction IM B5 is then stamped on the rating plate. With type of construction IM V1 with protective cover, the protective cover has to be additionally ordered with order code **H00**. The protective cover is not stamped on the rating plate.
- 8) The types of construction IM V19 and IM V18 with/without protective cover are also possible as long as there are no condensation drainage holes (order code **H03**) and these types of construction do not have to be stamped on the rating plate. As standard the type of construction IM B14 is then stamped on the rating plate. With type of construction IM V18 with protective cover, the protective cover has to be additionally ordered with order code **H00**. The protective cover is not stamped on the rating plate.
- 9) When ordering frame size B7 and the required cable outlet below, option **R12** must also be ordered.
- 10) For the standard EN 50347, flanges which are 2 levels larger are used in frame size 80 with option **P01**.

## Article No. supplements and special versions

SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

Motor protection · Aluminum series 1LE10, 1PC10

### Selection and ordering data

Motor protection	Motor protection letter	Additional identification code with order code and plain text if required No.	Motor category									
			Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size							
					80	90	100	112	132	160	180	200
	IE2 High Efficiency		1LE1001	1LE1001								
			1PC1001		1PC1001							
			1LE1041	1LE1041 APAC Line								
	IE3 Premium Efficiency		1LE1003	1LE1003								
			1LE1043	1LE1043 APAC Line								
	IE4 Super Premium Efficiency		1LE1004		1LE1004							
	IE1 Standard Efficiency		1LE1002	1LE1002								
			1PC1002		1PC1002							
	NEMA Energy Efficient		1LE1021		1LE1021 Eagle Line							
	NEMA Premium Efficient		1LE1023		1LE1023 Eagle Line							
Pole-changing		1LE1011		1LE1011								
		1LE1012		1LE1012								
<b>1LE10</b> ..... ■ . <b>1PC10</b> ..... ■ .			Motor version	Motor type	Frame size							
					80	90	100	112	132	160	180	200
<b>Motor protection</b>												
Without (standard) <sup>1)</sup>	<b>A</b>	–	All	All	□	□	□	□	□	□	□	□
1 or 3 PTC thermistors – for tripping (2 terminals) <sup>2)</sup>	<b>B</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 or 6 PTC thermistors – for warning and tripping (4 terminals) <sup>2)</sup>	<b>C</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1 temperature sensor KTY84-130 (2 terminals) <sup>2)</sup>	<b>F</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 temperature sensors KTY84-130 (4 terminals) <sup>2)</sup>	<b>G</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3 Pt100 resistance thermometers – 2-wire input (6 terminals) <sup>2)</sup>	<b>H</b>	–	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1 Pt1000 resistance thermometer (2 terminals) <sup>3)</sup>	<b>K</b> <i>New!</i>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 Pt1000 resistance thermometers (4 terminals) <sup>3)</sup>	<b>L</b> <i>New!</i>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3 NTC thermistors – for tripping (6 terminals) <sup>2)</sup>	<b>Z</b>	<b>Q2A</b>	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	–	–
3 bimetal sensors (NC contact) – for tripping (2 terminals) <sup>2)</sup>	<b>Z</b>	<b>Q3A</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

- Standard version
- ✓ With additional charge
- Not possible

<sup>1)</sup> Frame sizes 80 and 90 with voltage code 02 can only be supplied without motor protection (motor protection code A).

<sup>2)</sup> Evaluation with appropriate tripping unit (see Catalog IC 10) is recommended. For pole-changing motors with two separate windings, double the number of temperature sensors or temperature detectors is required. This also results in a double additional charge.

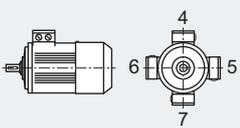
<sup>3)</sup> Not UL certified. Not in combination with option **D31**.

## Article No. supplements and special versions

SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

### Terminal box position · Aluminum series 1LE10, 1PC10

#### Selection and ordering data

Terminal box position		Terminal box position code 16th position of the Article No.	Additional identification code with order code and plain text if required	Motor category												
				Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size										
						80	90	100	112	132	160	180	200			
<b>1LE10</b> ..... ■ <b>1PC10</b> ..... ■				IE2 High Efficiency	1LE1001	<b>1LE1001</b>										
					1PC1001								<b>1PC1001</b>			
					1LE1041	<b>1LE1041 APAC Line</b>										
				IE3 Premium Efficiency	1LE1003	<b>1LE1003</b>										
					1LE1043	<b>1LE1043 APAC Line</b>										
				IE4 Super Premium Efficiency	1LE1004							<b>1LE1004</b>				
				IE1 Standard Efficiency	1LE1002	<b>1LE1002</b>										
					1PC1002									<b>1PC1002</b>		
				NEMA Energy Efficient	1LE1021							<b>1LE1021 Eagle Line</b>				
				NEMA Premium Efficient	1LE1023	<b>1LE1023 Eagle Line</b>										
Pole-changing	1LE1011									<b>1LE1011</b>						
	1LE1012									<b>1LE1012</b>						
				Motor version	Motor type	Frame size										
						80	90	100	112	132	160	180	200			
<b>Terminal box position</b>																
Terminal box top <sup>1)</sup>		<b>4</b>	–	All	All	□	□	□	□	□	□	□	□			
Terminal box right-hand side <sup>2)</sup>		<b>5</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Terminal box left-hand side <sup>2)</sup>		<b>6</b>	–	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Terminal box at bottom <sup>2) 3)</sup>		<b>7</b>	–	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	–	–			

□ Standard version  
 ✓ With additional charge  
 – Not possible

<sup>1)</sup> For types of construction with feet up to and including frame size 160, cast feet are standard. Screwed-on feet are available with order code **H01**. Frame sizes 180 and 200 are fitted as standard with screwed-on feet.

<sup>2)</sup> For types of construction with feet, screwed-on feet are standard.

<sup>3)</sup> Not generally possible for motors with feet.

## Article No. supplements and special versions

SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

### Options · Aluminum series 1LE10, 1PC10

#### Selection and ordering data

Special versions	Additional identification code -Z with order code and plain text if required	Motor category									
		Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size							
				80	90	100	112	132	160	180	200
<b>1LE10</b> .....-Z <b>1PC10</b> .....-Z	Order code	IE2 High Efficiency	1LE1001	<b>1LE1001</b> ①							
			1PC1001	<b>1PC1001</b> ②							
			1LE1041	<b>1LE1041 APAC Line</b> ③							
		IE3 Premium Efficiency	1LE1003	<b>1LE1003</b> ④							
			1LE1043	<b>1LE1043 APAC Line</b> ⑤							
		IE4 Super Premium Efficiency	1LE1004	<b>1LE1004</b> ⑥							
		IE1 Standard Efficiency	1LE1002	<b>1LE1002</b> ⑦							
			1PC1002	<b>1PC1002</b> ⑧							
		NEMA Energy Efficient	1LE1021	<b>1LE1021 Eagle Line</b> ⑨							
		NEMA Premium Efficient	1LE1023	<b>1LE1023 Eagle Line</b> ⑩							
		Pole-changing	1LE1011	<b>1LE1011</b> ⑪							
			1LE1012	<b>1LE1012</b> ⑫							
		Motor version	Motor type	Frame size							
				80	90	100	112	132	160	180	200
<b>Motor protection</b>											
1 Pt1000 resistance thermometer (2 terminals) 40)	<b>Q35</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 Pt1000 resistance thermometers (4 terminals) 40)	<b>Q36</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Motor connection and terminal box</b>											
External grounding	<b>H04</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Terminal box on NDE 3)	<b>H08</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rotation of the terminal box through 90°, entry from DE 1)	<b>R10</b>	All	All	○	○	○	○	○	○	✓	✓
Rotation of the terminal box through 90°, entry from NDE	<b>R11</b>	All	All	○	○	○	○	○	○	✓	✓
Rotation of the terminal box by 180°	<b>R12</b>	All	All	○	○	○	○	○	○	✓	✓
One metal cable gland	<b>R15</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Metal cable gland, maximum configuration	<b>R18</b>	All	All	-	-	-	-	-	-	✓	✓
3 cables protruding, 0.5 m long 4)5)	<b>R20</b>	All except ⑩ and ⑫		✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
3 cables protruding, 1.5 m long 4)5)	<b>R21</b>	All except ⑩ and ⑫		✓	✓	✓	✓	✓	✓	O. R.	O. R.
6 cables protruding, 0.5 m long 4)	<b>R22</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
6 cables protruding, 1.5 m long 4)	<b>R23</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	O. R.	O. R.
6 cables protruding, 3 m long 4)	<b>R24</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	O. R.	O. R.
Reduction piece for M cable gland in accordance with British Standard, both cable entries mounted 2)	<b>R30</b>	All	All	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-
Larger terminal box	<b>R50</b>	All, standard version for Eagle Line ⑨ and ⑩ < frame size 100		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Auxiliary terminal box, aluminum	<b>R60</b>	All	All	-	-	-	-	-	-	✓	✓
Motor connector Han-Drive 10e for 230 VΔ/400 VY 30)	<b>R70</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
Motor connector Han-Drive 10e EMC for 230 VΔ/400 VY 30)	<b>R71</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
Small motor connector CQ12 with EMC	<b>R72</b>	All	All	✓	✓	-	-	-	-	-	-
Small motor connector CQ12 without EMC	<b>R73</b>	All	All	✓	✓	-	-	-	-	-	-
6-piece terminal board	<b>R76</b>	All, only possible for 2 and 4-pole motors		○	○	-	-	-	-	-	-
<b>Windings and insulation</b>											
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 155 (F), with service factor (SF)	<b>N01</b>	All	All	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 155 (F), with increased power	<b>N02</b>	All	All	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 155 (F), with increased coolant temperature	<b>N03</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 130 (B), coolant temperature 45 °C, derating approx. 4 %	<b>N05</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 130 (B), coolant temperature 50 °C, derating approx. 8 %	<b>N06</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

For legends and footnotes, see page 2/85.

## Article No. supplements and special versions SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

### Options · Aluminum series 1LE10, 1PC10

2

Special versions	Additional identification code <b>-Z</b> with order code and plain text if required	Motor category										
		Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size							180	200
				80	90	100	112	132	160			
		IE2 High Efficiency	1LE1001	1LE1001 ①								
			1PC1001	1PC1001 ②								
			1LE1041	1LE1041 APAC Line ③								
		IE3 Premium Efficiency	1LE1003	1LE1003 ④								
			1LE1043	1LE1043 APAC Line ⑤								
		IE4 Super Premium Efficiency	1LE1004	1LE1004 ⑥								
		IE1 Standard Efficiency	1LE1002	1LE1002 ⑦								
			1PC1002	1PC1002 ⑧								
		NEMA Energy Efficient	1LE1021	1LE1021 Eagle Line ⑨								
		NEMA Premium Efficient	1LE1023	1LE1023 Eagle Line ⑩								
Pole-changing	1LE1011	1LE1011 ⑪										
	1LE1012	1LE1012 ⑫										
<b>1LE10</b> ... - - - - - <b>-Z</b> <b>1PC10</b> ... - - - - - <b>-Z</b>	Order code	Motor version	Motor type	Frame size	80	90	100	112	132	160	180	200
<b>Windings and insulation (continued)</b>												
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 130 (B), coolant temperature 55 °C, derating approx. 13 %	<b>N07</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 130 (B), coolant temperature 60 °C, derating approx. 18 %	<b>N08</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 180 (H) <sup>31)</sup>	<b>N10</b>	All except ③, ⑤, ⑥, ⑨ and ⑩		✓	✓	–	–	–	–	–	–	–
Temperature class 180 (H) at rated power and max. CT 60 °C <sup>6) 31)</sup>	<b>N11</b>	All except ⑥		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Increased air humidity/temperature with 30 to 60 g water per m <sup>3</sup> of air	<b>N30</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Increased air humidity/temperature with 60 to 100 g water per m <sup>3</sup> of air	<b>N31</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 130 (B), with higher coolant temperature and/or installation altitude	<b>Y50</b> • and spec. power, CT ... °C or IA ... m above sea level	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 155 (F), utilized acc. to 155 (F), other requirements	<b>Y52</b> • and customer specifications	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperature class 180 (H), utilized according to 155 (F), other requirements	<b>Y75</b> • and spec. power, CT ... °C or IA ... m above sea level	All except ⑥		–	–	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	–	–	–
<b>Colors and paint finish</b>												
Standard paint finish C2 in RAL 7030 stone gray		All	All	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Unpainted (only cast-iron parts primed)	<b>S00</b>	All	All	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Unpainted, only primed	<b>S01</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Special paint finish C3	<b>S02</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Special paint finish sea air resistant	<b>S03</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Top coat polyurethane <sup>34)</sup>	<b>S06</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Paint finish in other standard RAL colors: RAL 1002, 1013, 1015, 1019, 2003, 2004, 3000, 3007, 5007, 5009, 5010, 5012, 5015, 5017, 5018, 5019, 6011, 6019, 6021, 7000, 7001, 7004, 7011, 7016, 7022, 7031, 7032, 7033, 7035, 9001, 9002, 9005 (see Catalog Section 1 "Introduction")	<b>Y53</b> • and paint finish RAL....	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Paint finish in special RAL colors: For RAL colors, see "Special paint finish in special RAL colors" (see Catalog Section 1 "Introduction")	<b>Y56</b> • and paint finish RAL....	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Modular technology – Basic versions <sup>7)</sup></b>												
Mounting of holding brake <sup>8) 28)</sup> (standard assignment)	<b>F01</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mounting of brake for higher switching frequency (operating brake)	<b>F02</b>	All	All	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	O.R.	–	–	–
Mounting of separately driven fan <sup>29)</sup>	<b>F70</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

## Article No. supplements and special versions

### SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

#### Options · Aluminum series 1LE10, 1PC10

Special versions	Additional identification code <b>-Z</b> with order code and plain text if required	Motor category										
		Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size							180	200
				80	90	100	112	132	160			
		IE2 High Efficiency	1LE1001	1LE1001 ①								
			1PC1001	1PC1001 ②								
			1LE1041	1LE1041 APAC Line ③								
		IE3 Premium Efficiency	1LE1003	1LE1003 ④								
			1LE1043	1LE1043 APAC Line ⑤								
		IE4 Super Premium Efficiency	1LE1004	1LE1004 ⑥								
		IE1 Standard Efficiency	1LE1002	1LE1002 ⑦								
			1PC1002	1PC1002 ⑧								
		NEMA Energy Efficient	1LE1021	1LE1021 Eagle Line ⑨								
		NEMA Premium Efficient	1LE1023	1LE1023 Eagle Line ⑩								
Pole-changing	1LE1011	1LE1011 ⑪										
	1LE1012	1LE1012 ⑫										
<b>1LE10</b> . . . . . -Z		Motor version	Motor type	Frame size								
<b>1PC10</b> . . . . . -Z	Order code			80	90	100	112	132	160	180	200	
<b>Modular technology – Basic versions</b> <sup>1)</sup> (continued)												
Mounting of 1XP8012-10 (HTL) rotary pulse encoder <sup>9) 10)</sup>	<b>G01</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Mounting of 1XP8012-20 (TTL) rotary pulse encoder <sup>9) 10)</sup>	<b>G02</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Mounting of Kübler Sendix 5020 HTL rotary pulse encoder, 1024 I	<b>G11</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Mounting of Kübler Sendix 5020 TTL rotary pulse encoder, 1024 I	<b>G12</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>Modular technology – Additional versions</b>												
Brake supply voltage 24 V DC	<b>F10</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Brake supply voltage 230 V AC, 50/60 Hz	<b>F11</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	○	○	○	○	○	○	
Brake supply voltage 400 V AC, 50/60 Hz	<b>F12</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Mechanical manual brake release with lever (no locking)	<b>F50</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>Special technology</b> <sup>1)</sup>												
Mounting of LL 861 900 220 rotary pulse encoder <sup>9)</sup>	<b>G04</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Mounting of HQG 9 D 1024 I rotary pulse encoder <sup>9)</sup>	<b>G05</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Mounting of HQG 10 D 1024 I rotary pulse encoder <sup>9)</sup>	<b>G06</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>Mechanical version and degrees of protection</b>												
Low-noise version for 2-pole motors with clockwise direction of rotation	<b>F77</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	
Low-noise version for 2-pole motors with counter-clockwise direction of rotation	<b>F78</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	
Prepared for mounted <sup>10)</sup> components, centering hole only	<b>G40</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	□	□	
Prepared for mountings with D12 shaft <sup>15)</sup>	<b>G41</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Prepared for mountings with D16 shaft <sup>15)</sup>	<b>G42</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		O. R.	O. R.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Protective cover for encoder (pre-assembled or supplied loose depending on frame size)	<b>G43</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Protective cover <sup>9) 11)</sup>	<b>H00</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Screwed-on (instead of cast) feet	<b>H01</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	□	□	
Vibration-proof version; vibration resistance to Class 3M4 according to IEC 60721-3-3:1994 <sup>39)</sup>	<b>H02</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Condensation drainage holes <sup>14)</sup>	<b>H03</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Rust-resistant screws (externally)	<b>H07</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Housing with screw mounting <sup>32)</sup>	<b>H10</b>	Only possible for ① and ③ (frame sizes 80 and 90), ④, ⑤, ⑨ and ⑩		✓	✓	–	–	–	–	✓	✓	
IP65 degree of protection <sup>13)</sup>	<b>H20</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
IP56 degree of protection <sup>12)</sup>	<b>H22</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Drive-end seal for flange-mounting motors, oil-tight to 0.1 bar <sup>16)</sup>	<b>H23</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<b>Coolant temperature and installation altitude</b>												
Coolant temperature –40 to +40 °C <sup>16) 28)</sup>	<b>D03</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

For legends and footnotes, see page 2/85.

## Article No. supplements and special versions

### SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

#### Options · Aluminum series 1LE10, 1PC10

Special versions	Additional identification code -Z with order code and plain text if required	Motor category											
		Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size									
				80	90	100	112	132	160	180	200		
		IE2 High Efficiency	1LE1001 1PC1001	1LE1001 ①						1PC1001 ②			
			1LE1041	1LE1041 APAC Line ③									
		IE3 Premium Efficiency	1LE1003 1LE1043	1LE1003 ④						1LE1043 APAC Line ⑤			
		IE4 Super Premium Efficiency	1LE1004	1LE1004 ⑥									
		IE1 Standard Efficiency	1LE1002 1PC1002	1LE1002 ⑦						1PC1002 ⑧			
		NEMA Energy Efficient	1LE1021	1LE1021 Eagle Line ⑨									
		NEMA Premium Efficient	1LE1023	1LE1023 Eagle Line ⑩									
		Pole-changing	1LE1011	1LE1011 ⑪									
			1LE1012	1LE1012 ⑫									
		<b>1LE10</b> . . . . . -Z <b>1PC10</b> . . . . . -Z	Order code	Motor version	Motor type	Frame size							
						80	90	100	112	132	160	180	200
<b>Coolant temperature and installation altitude (continued)</b>													
Coolant temperature -30 to +40 °C <sup>16) 28)</sup>	<b>D04</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Versions in accordance with standards and specifications</b>													
VIK version	<b>C02</b>	Only possible for ① and ④		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	–	–
CCC China Compulsory Certification <sup>17)</sup>	<b>D01</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	–	–	–	–	–	–	–	–
Motor without CE marking for export outside EEA (see EU Directive 640/2009)	<b>D22</b>	Only possible for ①, ②, ⑦ and ⑧		–	–	○	○	○	○	○	○	○	○
Electrical according to NEMA MG 1-12 <sup>18)</sup>	<b>D30</b>	All, standard version for ⑨ and ⑩		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Version according to UL with "Recognition Mark" <sup>19)</sup>	<b>D31</b>	All, standard version for ⑨ and ⑩		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
KEMCO Korea Energy Efficiency Label	<b>D33</b>	Only possible for ③ and ⑤		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
China Energy Efficiency Label <sup>38)</sup>	<b>D34</b>	Only possible for ①, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑨, and ⑩		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Canadian regulations (CSA) <sup>33) 37)</sup>	<b>D40</b>	All, standard version for ⑨ and ⑩; not possible for ⑦, ⑧, ⑪ and ⑫		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TR CU product safety certificate EAC for Eurasian customs union <sup>35)</sup>	<b>D47</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Version suitable for railways IC 411, EN IEC 60349, without EN 45545, with external fan and fan cover in plastic	<b>L90</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Version suitable for railways IC 411, EN IEC 60349, with EN 45545, with external fan and fan cover in metal	<b>L91</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Version suitable for railways IC 418, EN IEC 60349, without EN 45545, without external fan and fan cover	<b>L92</b> <i>New!</i>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Bearings and lubrication</b>													
Regreasing device with M10 x 1 grease nipple according to DIN 71412-A	<b>L19</b>	All	All	–	–	–	–	–	–	–	✓	✓	✓
Fixed bearing DE	<b>L20</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fixed bearing NDE	<b>L21</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	□	□	□	□	□
Bearing design for increased cantilever forces <sup>36)</sup>	<b>L22</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Regreasing device <sup>20)</sup>	<b>L23</b>	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bearings reinforced at both ends for DE and NDE, bearing size 63	<b>L25</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Measuring nipple for SPM shock pulse measurement for bearing inspection <sup>20)</sup>	<b>Q01</b>	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Balance and vibration quantity</b>													
Vibration quantity level A		All	All	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Vibration quantity level B	<b>L00</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Half-key balancing (standard)		All	All	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Balancing without key	<b>L01</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Full-key balancing	<b>L02</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Shaft and rotor</b>													
Shaft extension with standard dimensions without feather keyway	<b>L04</b>	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Standard cylindrical shaft extension (second shaft end) NDE acc. to EN 50347	<b>L05</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Standard shaft made of stainless steel (e.g. 1.4021)	<b>L06</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Concentricity of shaft extension in acc. with DIN 42955 Tolerance R	<b>L07</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

For legends and footnotes, see page 2/85.

## Article No. supplements and special versions

SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

### Options · Aluminum series 1LE10, 1PC10

Special versions	Additional identification code -Z with order code and plain text if required	Motor category										
		Motor version	Motor type (aluminum)	Motor type – frame size						180	200	
				80	90	100	112	132	160			
		IE2 High Efficiency	1LE1001	1LE1001 ①								
			1PC1001	1PC1001 ②								
		IE3 Premium Efficiency	1LE1041	1LE1041 APAC Line ③								
			1LE1003	1LE1003 ④								
		IE4 Super Premium Efficiency	1LE1043	1LE1043 APAC Line ⑤								
			1LE1004	1LE1004 ⑥								
		IE1 Standard Efficiency	1LE1002	1LE1002 ⑦								
			1PC1002	1PC1002 ⑧								
		NEMA Energy Efficient	1LE1021	1LE1021 Eagle Line ⑨								
		NEMA Premium Efficient	1LE1023	1LE1023 Eagle Line ⑩								
Pole-changing	1LE1011	1LE1011 ⑪										
	1LE1012	1LE1012 ⑫										
<b>1LE10</b> . . . . . -Z <b>1PC10</b> . . . . . -Z	Order code	Motor version	Motor type	Frame size	80	90	100	112	132	160	180	200
<b>Shaft and rotor (continued)</b>												
Concentricity of shaft extension, coaxiality, and linear movement in accordance with DIN 42955 Tolerance R for flange-mounting motors	<b>L08</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Non-standard shaft extension, DE <sup>21)</sup>	<b>Y58</b> • and customer specifications	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Non-standard shaft extension, NDE <sup>21)</sup>	<b>Y59</b> • and customer specifications	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Heating and ventilation</b>												
Sheet metal fan cover	<b>F74</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fan cover for textile industry <sup>22)</sup>	<b>F75</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Metal external fan <sup>23) 29)</sup>	<b>F76</b>	All except ②, ⑧ and in combination with order code F90		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Without external fan and without fan cover	<b>F90</b>	All except ②, ⑧, ⑩ and ⑫		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Anti-condensation heating for 230 V (2 terminals)	<b>Q02</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Anti-condensation heating for 115 V (2 terminals)	<b>Q03</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Rating plate and additional rating plates</b>												
Additional rating plate for voltage tolerance <sup>24)</sup>	<b>B07</b>	All except ②, ⑧, ⑩, ⑫ and 8-pole motors		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Second rating plate, loose <sup>25)</sup>	<b>M10</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rating plate, stainless steel	<b>M11</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Additional rating plate with deviating rating plate data	<b>Y80</b> • and customer specifications	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Additional rating plate with customer specifications	<b>Y82</b> • and customer specifications	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Additional information on rating plate and on package label (max. 20 characters)	<b>Y84</b> • and customer specifications	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adhesive label, supplied loose (printed with: Article No., Serial No.; 2 lines of text)	<b>Y85</b> • and customer specifications	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Packaging, safety notes, documentation and test certificates</b>												
Printed German/English Operating Instructions (compact) enclosed <sup>27)</sup>		All	All	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Printed German/English Operating Instructions (compact) enclosed in each wire-lattice pallet <sup>27)</sup>	<b>B01</b>	All	All	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Acceptance test certificate 3.1 according to EN 10204 <sup>28)</sup>	<b>B02</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Printed German/English Operating Instructions enclosed	<b>B04</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Document - Electrical data sheet	<b>B60</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Document - Order dimensional drawing	<b>B61</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Type test with heat run for horizontal motors, with acceptance	<b>B83</b>	All	All	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Wire-lattice pallet packaging	<b>B99</b>	All	All	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Connected in star for dispatch	<b>M01</b>	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Connected in delta for dispatch	<b>M02</b>	All	All	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

For legends and footnotes, see page 2/85.

## Article No. supplements and special versions

### SIMOTICS GP 1LE1/1PC1 standard motors

Options · Aluminum series 1LE10, 1PC10

- Standard version
- Without additional charge
- This order code only determines the price of the version – Additional plain text is required.
- ✓ With additional charge
- O. R. Possible on request
- Av. soon Available soon
- Not possible

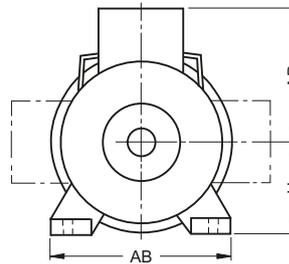
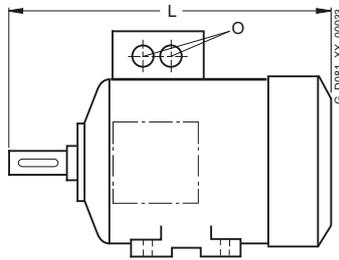
- 1) With IM B5 flange, only possible in combination with **H08**.
- 2) Not possible in combination with order code **R15** "One metal cable gland".
- 3) With **H08**, feet dimensions C and CA differ from EN 50347! Further information is available in DT Configurator (see Appendix, "Tools and Configuring").
- 4) In conjunction with motor protection (15th position of the Article No.) or anti-condensation heating option, please inquire before ordering.
- 5) Not possible in combination with voltage code **22** or **34**.
- 6) Cannot be used for motors in UL version (order code **D31**). The grease lifetime specified in Catalog Section 1 "Introduction" refers to CT 40 °C. If the coolant temperature is increased by 10 K, the grease lifetime and regreasing interval are halved.
- 7) A second shaft extension is not possible. Please inquire for mounted brakes.
- 8) For order codes **F10**, **F11**, and **F12**, the brake supply voltage must be specified or ordered.
- 9) All encoders are supplied with a protective cover as standard. The protective cover is omitted at the factory when a rotary pulse encoder is combined with a separately driven fan, because in this case the rotary pulse encoder is installed under the fan cover. In combination with a separately driven fan (order code **F70**) the 1XP8032-10 rotary pulse encoder is used instead of 1XP8012-10 or 1XP8032-20 is used instead of 1XP8012-20.
- 10) As standard, motors that are prepared for additional mounted components (order codes **G40**, **G41**, **G42**) are shipped without protective cover. If a protective cover is requested as a cover or mechanical protection for mountings provided by the customer, this can be ordered with order code **G43**. Not possible in combination with order code **L00** vibration quantity level B. In combination with a separately driven fan (order code **F70**) the 1XP8032-10 rotary pulse encoder is used instead of 1XP8012-10 or 1XP8032-20 is used instead of 1XP8012-20.
- 11) Order code **H00** provides mechanical protection for encoders.
- 12) Not possible in combination with brake 2LM8 – order code **F01**.
- 13) Not possible in combination with HOG 9 D 1024l rotary pulse encoder (order code **G05**) and/or brake 2LM8 (order code **F01**).
- 14) Supplied with the condensation drainage holes sealed at the drive end DE and non-drive end NDE (IP55, IP56, IP65). If the condensation drainage holes are required for motors of the IM B6, IM B7, or IM B8 type of construction (feet on side or top), the motors must be ordered in the respective type of construction and with order code **H03**, so that the condensation drainage holes will be placed in the correct position.
- 15) As standard, motors that are prepared for additional mounted components (order codes **G40**, **G41**, **G42**) are shipped without protective cover. If a protective cover is requested as a cover or mechanical protection for mountings provided by the customer, this can be ordered with order code **G43**. Not possible in combination with order code **L00** vibration quantity level B.
- 16) In connection with mountings, the respective technical specifications must be observed, please inquire before ordering.
- 17) CCC mandatory certification, see Chapter 1 page 1/24.
- 18) Possible up to 600 V max. The rated voltage is indicated on the rating plate without voltage range. Order codes **D30** and **D31** do not authorize importing into USA and Mexico. The North America export versions Eagle Line 1LE1021 NEMA Energy Efficient and 1LE1023 NEMA Premium Efficient are available for this purpose.
- 19) In connection with mountings, the respective technical specifications must be observed, please inquire before ordering.
- 20) Not possible when brake is mounted.
- 21) When motors are ordered that have a longer or shorter shaft extension than normal, the required position and length of the feather keyway must be specified in a sketch. It must be ensured that only feather keys in accordance with EN 50347, Form A are used. The feather keyway is positioned centrally on the shaft extension. The length is defined by the manufacturer in accordance with the appropriate standard. Not valid for: Conical shafts, non-standard threaded journals, non-standard shaft tolerances, friction welded journals, extremely "thin" shafts, special geometry dimensions (e.g. square journals), hollow shafts. Valid for non-standard shaft extensions DE or NDE. The feather key is always supplied. For order codes **Y58**, **Y59**, and **L05** the following applies:
  - Dimensions D and DA ≤ inner diameter of roller bearing (see dimension tables under "Dimensions")
  - Dimensions E and EA ≤ 2 × length E (normal) of the shaft extension.
- 22) The special requirements of the textile industry regarding the sheet metal cover open up the possibility that a finger may be inserted between the cover and housing. The customer must implement appropriate measures to ensure that the installed system is "finger-safe".
- 23) Converter operation is permitted for 1LE1 motors with metal external fans. The metal external fan is not possible in combination with the low-noise version – order code **F77** or **F78**.
- 24) Can be ordered for 230 VΔ/400 VY or 400 VΔ/690 VY (voltage code "**22**" or "**34**"). Not possible in combination with order code **D34**.
- 25) As adhesive label for frame sizes 80 and 90.
- 26) The delivery time for the factory test certificate may differ from the delivery time for the motor and it will be dispatched by email.
- 27) The Operating Instructions (compact) are available in PDF format for all official EU languages at <http://support.automation.siemens.com/WWW/view/en/40761976>.
- 28) Not possible in combination with order codes **N05**, **N06**, **N07**, **N08**, and **N11**.
- 29) Order codes **F70** and **F76** cannot be combined.
- 30) When ordering with order code **R70** and **R71**, order code **R50** is included.
- 31) Not possible for 2-pole and 4-pole motors with increased power (11th position of the Article No.: 6) in frame sizes 80 and 90.
- 32) Possible with frame sizes 180 and 200 with screw-mounted fan cover.
- 33) For frame sizes 180 and 200, constructed with metric entry thread.
- 34) Order code **S06** cannot be combined with order codes **S00** and **S01**. It can be combined with **Y53** and **Y56** on request.
- 35) Please note the additional use of order code **D22** "Motor without CE marking for export outside EEA (see EU Regulation 640/2009)".
- 36) A minimum cantilever force  $F_{min}$  of  $0.5 \cdot F_{max}$  is required for NU bearings (cylindrical roller bearings) in contrast to ball bearings. Cylindrical roller bearings are not suitable for coupling output or for brief periods of no-load operation without cantilever force.
- 37) The rated voltage is indicated on the rating plate without voltage range. Order code **D40** does not authorize importing into Canada. The North America export versions Eagle Line 1LE1021 NEMA Energy Efficient and 1LE1023 NEMA Premium Efficient are available for this purpose.
- 38) Not possible in combination with voltage code (12th or 13th position of the Article No.) 17, 18, 30, 31, 60, 61, 62, 63, and 90 with the additional order codes **M1A**; **M2A**; **M2B**; **M1B**; **M1C**; **M2C**; **M1D**; **M2D**; **M1E**; **M2E**; **M1F**; **M2F**; **M1G**; **M2G**; **M1H**; **M2H**; **1K**; **M2K**; **M1J**; **M2J**; **M1L**; **M2L**; **M1M**; **M2M**; and **M3A**.
- 39) Not possible in combination with order code **R50**.
- 40) Not UL certified. Not in combination with option **D31**.

## Dimensions

### SIMOTICS GP/SD 1LE1/1PC1 standard motors

#### Overall dimensions

#### Overview



Frame size	Type	Dimension				
		L	AD	H	AB	O
71 M	Cast-iron series, self-ventilated					
	1LE1501, 1LE1521, 1LE1503-, 1LE1523-OCA2, OCB2, OCC2	240	149	71	132	1 × M16 × 1.5 + 1 × M25 × 1.5
	1LE1503-, 1LE1523-OCA3, OCB3, OCC3	280	149	71	132	1 × M16 × 1.5 + 1 × M25 × 1.5
80 M	Aluminum series, self-ventilated					
	1LE1001, 1LE1003, 1LE1023	292	121.5	80	150	1 × M25 × 1.5
	Aluminum series, self-ventilated with increased power					
	1LE1001, 1LE1002	378	121.5	80	150	1 × M25 × 1.5
	Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled					
	1LE1001, 1LE1023, 1LE1043	253	122	80	150	1 × M25 × 1.5
90 S/90 L	Cast-iron series, self-ventilated					
	1LE1501, 1LE1521, 1LE1503-, 1LE1523-ODA2, ODB2, ODC2	292	159	80	150	1 × M16 × 1.5 + 1 × M25 × 1.5
	1LE1503-, 1LE1523-ODA3, ODB3, ODC3	327	159	80	150	1 × M16 × 1.5 + 1 × M25 × 1.5
	Aluminum series, self-ventilated					
1LE1001	347	126	90	165	1 × M25 × 1.5	
100 L	Aluminum series, self-ventilated with increased power					
	1LE1001, 1LE1002	387	126	90	165	1 × M25 × 1.5
	Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled					
	1LE1001, 1LE1003, 1LE1023	295	126	90	165	1 × M25 × 1.5
	Cast-iron series, self-ventilated					
	1LE1501, 1LE1521, 1LE1503-, 1LE1523-OEA0, OEB0, OEC0	347/387	164	90	165	1 × M16 × 1.5 + 1 × M25 × 1.5
1LE1503-, 1LE1523-OEA4, OEB4, OEC4	347/387	164	90	165	1 × M16 × 1.5 + 1 × M25 × 1.5	
100 L	Aluminum series, self-ventilated					
	1LE1001, 1LE1002, 1LE1003, 1LE1011, 1LE1012, 1LE1021, 1LE1023	396 <sup>1)</sup>	166	100	196	2 × M32 × 1.5
	1LE1004	431	166	100	196	
	Aluminum series, self-ventilated with increased power					
	1LE1001, 1LE1002	431 <sup>1)</sup>	166	100	196	2 × M32 × 1.5
	Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled					
	1LE1001, 1PC1001, 1LE1002, 1PC1002, 1LE1021	324	166	100	196	2 × M32 × 1.5
	Aluminum series, self-ventilated					
	1LE1003, 1LE1023	431	166	100	196	2 × M32 × 1.5
	Aluminum series, forced-air cooled					
	1LE1023	357	166	100	196	2 × M32 × 1.5
	Cast-iron series, self-ventilated					
1LE1501, 1LE1503, 1LE1504, 1LE1521, 1LE1601, 1LE1603, 1LE1604, 1LE1523, 1LE1623	397.5	193	100	196	2 × M32 × 1.5	

Frame size	Type	Dimension				
		L	AD	H	AB	O
112 M	Aluminum series, self-ventilated					
	1LE1001, 1LE1002, 1LE1003, 1LE1011, 1LE1012, 1LE1021, 1LE1023	389 <sup>1)</sup>	177	112	226	2 × M32 × 1.5
	1LE1004	414	177	112	226	
	Aluminum series, self-ventilated with increased power					
	1LE1001, 1LE1002	414 <sup>1)</sup>	177	112	226	2 × M32 × 1.5
	Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled					
	1LE1001, 1PC1001, 1LE1002, 1PC1002, 1LE1021	311	177	112	226	2 × M32 × 1.5
	Aluminum series, self-ventilated					
	1LE1003, 1LE1023	414	177	112	226	2 × M32 × 1.5
	Aluminum series, forced-air cooled					
1LE1023	336	177	112	226	2 × M32 × 1.5	
132 S/M	Cast-iron series, self-ventilated					
	1LE1501, 1LE1503, 1LE1504, 1LE1521, 1LE1601, 1LE1603, 1LE1604	390.5	195	112	226	2 × M32 × 1.5
	1LE1523, 1LE1623	415.5	195	112	226	2 × M32 × 1.5
	Aluminum series, self-ventilated					
1LE1001, 1LE1002, 1LE1003, 1LE1011, 1LE1012, 1LE1021, 1LE1023	465 <sup>1)</sup>	202	132	256	2 × M32 × 1.5	
1LE1004	465/515	202	132	256		
Aluminum series, self-ventilated with increased power						
1LE1001, 1LE1002, 1LE1003	515 <sup>1)</sup>	202	132	256	2 × M32 × 1.5	
Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled						
1LE1001, 1PC1001, 1LE1002, 1PC1002, 1LE1021	381	202	132	256	2 × M32 × 1.5	
Aluminum series, self-ventilated						
1LE1003-, 1LE1023-						
1CA0, 1CC0, 1CC2	465	202	132	256	2 × M32 × 1.5	
1CA1, 1CB0, 1CB2, 1CC3	515	202	132	256	2 × M32 × 1.5	
Aluminum series, forced-air cooled						
1LE1023-						
1CA0, 1CC0, 1CC2	381	202	132	256	2 × M32 × 1.5	
1CA1, 1CB0, 1CB2, 1CC3	431	202	132	256	2 × M32 × 1.5	
Cast-iron series, self-ventilated						
1LE1501, 1LE1503, 1LE1504, 1LE1521, 1LE1601, 1LE1603	466.5	214.5	132	256	2 × M32 × 1.5	
1LE1523-, 1LE1623-						
1CA0, 1CC0, 1CC2	466.5	214.5	132	256	2 × M32 × 1.5	
1CA1, 1CB0, 1CB2, 1CC3	516.5	214.5	132	256	2 × M32 × 1.5	

<sup>1)</sup> The length is specified as far as the tip of the fan cover.

## Overview (continued)

Frame size	Type	Dimension					
		L	AD	H	AB	O	
160 M/L	Aluminum series, self-ventilated 1LE1001, 1LE1002, 1LE1003, 1LE1011, 1LE1012, 1LE1021, 1LE1023	604 <sup>1) 2)</sup>	237	160	300	2 × M40 × 1.5	
	Aluminum series, self-ventilated with increased power 1LE1001, 1LE1002, 1LE1003	664 <sup>1)</sup>	237	160	300	2 × M40 × 1.5	
	Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled 1LE1001, 1PC1001, 1LE1002, 1PC1002, 1LE1021	510	237	160	300	2 × M40 × 1.5	
	Cast-iron series, self-ventilated 1LE1501, 1LE1503, 1LE1504, 1LE1521, 1LE1601, 1LE1603, 1LE1604	606	265	160	300	2 × M40 × 1.5	
	160 M	Aluminum series, self-ventilated 1LE1003, 1LE1023 1LE1004	604 604	237 237	160	300	2 × M40 × 1.5 300
	Aluminum series, forced-air cooled 1LE1023, 1LE1043	510	237	160	300	2 × M40 × 1.5	
	Cast-iron series, self-ventilated 1LE1523, 1LE1623	596	261	160	300	2 × M40 × 1.5	
160 L	Aluminum series, self-ventilated 1LE1003, 1LE1023 1LE1004	664 664	237 237	160	300	2 × M40 × 1.5 300	
	Aluminum series, forced-air cooled 1LE1023, 1LE1043	570	237	160	300	2 × M40 × 1.5	
	Cast-iron series, self-ventilated 1LE1523, 1LE1623	666	237	160	300	2 × M40 × 1.5	
180 M	Aluminum series, self-ventilated 1LE1001, 1LE1003, 1LE1023 1EA2, 1EB2	699	259	180	339	2 × M40 × 1.5	
	Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled 1LE1001, 1LE1021	592	259	180	339	2 × M40 × 1.5	
	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 1EA2, 1EB2 1EA6 1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604 1EB2 1EA2	668 698 698 668 698	286	180	339	2 × M40 × 1.5	
	180 L	Aluminum series, self-ventilated 1LE1001 1EB4, 1EC4, 1ED4 1EA6, 1EB6, 1EC6, 1ED6	699 698	259	180	339	2 × M40 × 1.5
		Aluminum series, forced-air cooled or naturally cooled 1LE1001, 1LE1002, 1LE1003	642	296	180	378	2 × M40 × 1.5
	Aluminum series, self-ventilated with increased power 1LE1001, 1LE1002, 1LE1003	699	259	180	339		
	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 1EC4, 1EC6 1EB6 1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604 1EC4 1EB4	668 698 698 668 698	286	180	339	2 × M40 × 1.5	
200 L	Aluminum series, self-ventilated 1LE1001, 1LE1003, 1LE1023 2AA4, 2AA5, 2AB5, 2AC4, 2AC5, 2AD5 2AA6, 2AB6, 2AC6, 2AD6	746	296	200	378	2 × M50 × 1.5	
	Aluminum series, self-ventilated with increased power 1LE1001, 1LE1002, 1LE1003	746	296	180	378		
	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 2AA4, 2AA5, 2AB5, 2AC4, 2AC5 2AA6 1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604 2AA4, 2AC4 2AA5, 2AB5, 2AC5	721 746 721 746	315	200	378	2 × M50 × 1.5	
	225 S	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 2BB0, 2BD0 1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604 2BB0	788 788	338	225	436	2 × M50 × 1.5
	225 M	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 2BA2, 2BA6 2BB2, 2BB6, 2BC2, 2BC6, 2BD6 1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604 2BA2 2BB2, 2BC2	818 848 818 848	338	225	436	2 × M50 × 1.5
250 M	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 2CA2, 2CA6, 2CB2, 2CC2, 2CC6, 2CD2, 2CD6 2CB6 1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604 2CA2, 2CB2, 2CC2	887 957 887	410	250	490	2 × M63 × 1.5	
280 S	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 2DA0, 2DB0, 2DC0, 2DD0 1LE15.3, 1LE16.3, 1LE1604 2DA0, 2DB0, 2DC0	960 960	433	280	540	2 × M63 × 1.5	
280 M	Cast-iron series, self-ventilated 1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504 2DA2, 2DB2, 2DC2, 2DC6, 2DD2, 2DD6 2DA6, 2DB6 1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604 2DC2 2DA2, 2DB2	960 1070 960 1070	433	280	540	2 × M63 × 1.5	

<sup>1)</sup> The length is specified as far as the tip of the fan cover.

<sup>2)</sup> Only for pole-changing types 1LE1011-1DP6 and 1LE1012-1DQ6 the dimension L is 664 mm.

## Dimensions

### SIMOTICS GP/SD 1LE1/1PC1 standard motors

#### Overall dimensions

#### Overview (continued)

Frame size	Type	Dimension				
		L	AD	H	AB	O
315 S	Cast-iron series, self-ventilated					
	1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504					
	3AA0	1052	515	315	610	2 × M63 × 1.5
	3AB0, 3AC0, 3AD0	1082				
	1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604					
	3AA0	1052	515	315	610	2 × M63 × 1.5
	3AB0, 3AC0	1082				
315 M	Cast-iron series, self-ventilated					
	1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504					
	3AC2, 3AD2	1082	515	315	610	2 × M63 × 1.5
	3AA2	1217				
	3AB2	1247				
	1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604					
3AA2	1217	515	315	610	2 × M63 × 1.5	
	3AB2, 3AC2	1247				
315 L	Cast-iron series, self-ventilated					
	1LE15.1-, 1LE16.1-, 1LE1504					
	3AA4	1217	515	315	610	2 × M63 × 1.5
	3AB4, 3AC4, 3AC5, 3AD4, 3AD5, 3AD6	1247				
	3AA5, 3AA6	1372				
	3AB5, 3AB6, 3AC6	1402				
	1LE15.3-, 1LE16.3-, 1LE1604					
	3AA4	1217	515	315	610	2 × M63 × 1.5
	3AB4, 3AC4	1247	515	315	610	2 × M63 × 1.5
	3AA5	1372				
	3AB5, 3AC5, 3AC6	1402				

## Overview

- Dimensional drawings according to EN 50347 and IEC 60072.

- Fits

The shaft extensions specified in the dimension tables (DIN 748) and centering spigot diameters (EN 50347) are machined with the following fits:

Dimension designation	ISO fit	DIN ISO 286-2
D, DA	to 30	j6
	over 30 to 50	k6
	over 50	m6
N	to 250	j6
	over 250	h6
F, FA		h9
K		H17
S	Flange (FF)	H17

The drilled holes of couplings and belt pulleys should have an ISO fit of at least H7.

- Dimension tolerances

For the following dimensions, the admissible deviations are given below:

Dimension designation	Dimension	Permissible deviation
H	to 250	- 0.5
	over 250	- 1.0
E, EA		- 0.5

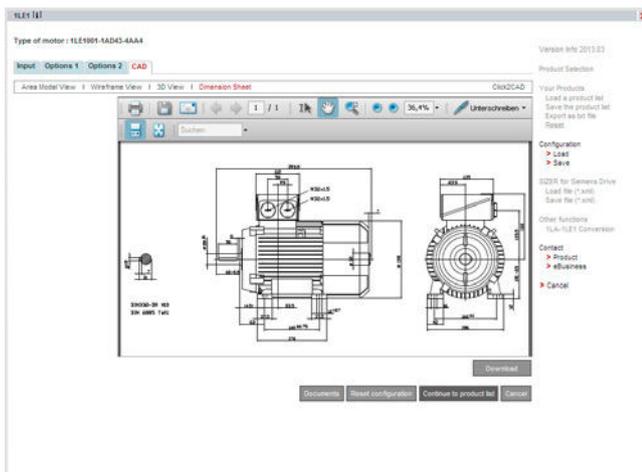
Keyways and feather keyways (dimensions GA, GC, F, and FA) are made in compliance with DIN 6885 Part 1.

- All dimensions are specified in mm.

## Dimension sheet generator (within the Drive Technology Configurator)

### Overview

A dimensional drawing can be created in the Drive Technology (DT) Configurator for every configurable motor. A dimensional drawing can be requested for every other motor.



When a complete Article No. is entered or configured with or without order codes, a dimensional drawing can be called up under the "Documentation" tab.

These dimensional drawings can be presented in different views and sections and printed.

The corresponding dimension sheets can be exported, saved and processed further in DXF format (interchange/import format for CAD systems) or as a bitmap graphic.

[Online access in the Siemens Industry Mall](#)

The DT Configurator is integrated in the Siemens Industry Mall and can be used on the Internet without installation.

German: [www.siemens.de/dt-konfigurator](http://www.siemens.de/dt-konfigurator)  
English: [www.siemens.com/dt-configurator](http://www.siemens.com/dt-configurator)

[Offline access in the Interactive Catalog CA 01](#)

The DT Configurator is also part of the Interactive Catalog CA 01 on DVD – the offline version of Siemens Industry Mall. CA 01 can be ordered from the relevant Siemens sales office or via the Internet: [www.siemens.com/automation/CA01](http://www.siemens.com/automation/CA01)

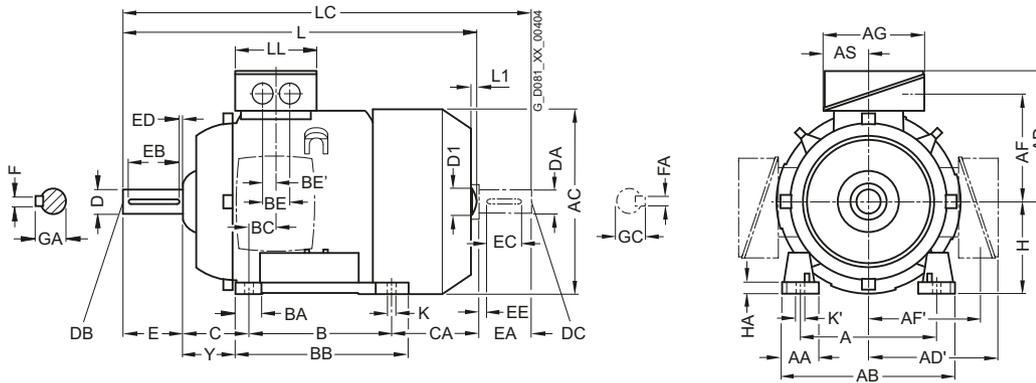
## Dimensions

### SIMOTICS GP 1LE1 standard motors

Aluminum series, self-ventilated – IE3, NEMA Premium Efficient · Frame sizes 80 M to 90 L

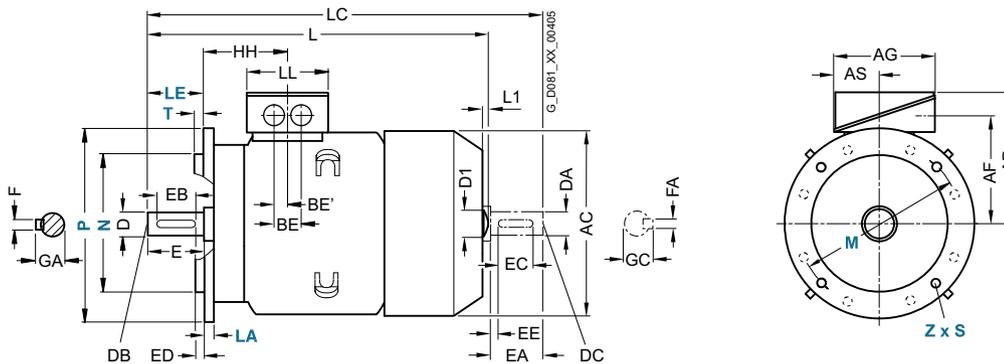
#### Dimensional drawings

##### Type of construction IM B3



##### Types of construction IM B5 and IM V1

For flange dimensions, see page 1/39 (Z = the number of retaining holes)



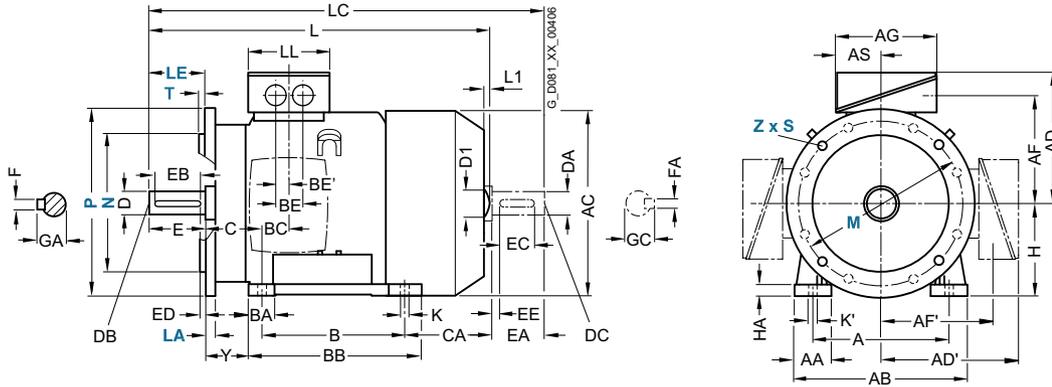
For motor		Dimension designation acc. to IEC																																																																		
Frame size	Motor type	No. of poles	A	AA	AB	AC	AD	AD'	AF	AF'	AG	AS	B	BA	BB	BC	BE	BE'	C	CA	H	HA	Y																																													
80 M	1LE1003-0DA2,	2, 4, 6	125	30.5	150	159	121.5	121.5	96.5	96.5	93	43	100	32	118	23	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	50	113	80	8	41																																													
	-0DB2,																																																																			
	-0DC2																																																																			
	-0DA3,																																																																			
	-0DB3,																																																																			
	-0DC3																																																																			
80 M	1LE1043-0DA2,	2	125	30.5	150	159	149.5	149.5	112	112	119.5	61.5	100	32	118	23	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	50	113	80	8	41																																													
	-0DB2,																																																																			
	-0DC2																																																																			
	-0DA3,																																																																			
	-0DB3,																																																																			
	-0DC3																																																																			
90 S	1LE1003-0EA0,	2, 4, 6	140	30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	100	33	143	22.5	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	56	159	90	10	47																																													
	-0EB0,																																																																			
	-0EC0																																																																			
	1LE1043-0EA0,	2																						140	30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	100	33	143	22.5	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	56	159	90	10	47																								
	-0EB0,																																																																			
	-0EC0																																																																			
1LE1023-0EA0,	2, 4, 6	140	30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	100	33	143	22.5	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	56	159	90	10	47																																														
-0EB0,																																																																				
-0EC0																																																																				
90 L	1LE1003-0EA4,																						2, 4, 6	140	30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	125	33	143	22.5	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	56	154	90	10	47																								
	-0EB4,																																																																			
	-0EC4																																																																			
	1LE1043-0EA4,	2, 4	140	30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	125	33	143	22.5	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	56	154	90	10	47																																													
	-0EB4,																																																																			
	-0EB4																																																																			
1LE1023-0EA4,	2, 4, 6	140																						30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	125	33	143	22.5	- <sup>1)</sup>	18 <sup>1)</sup>	56	154	90	10	47																									
-0EB4,																																																																				
-0EC4																																																																				

<sup>1)</sup> Only one termination hole available, except for 1LE1023. In this case, the dimension BE is 32 mm.

**Dimensional drawings** (continued)

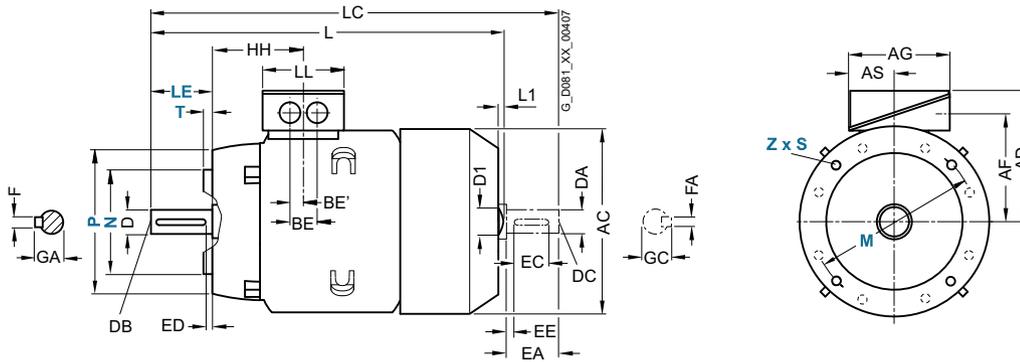
**Type of construction IM B35**

For flange dimensions, see page 1/39 (**Z** = the number of retaining holes)



**Type of construction IM B14**

For flange dimensions, see page 1/39 (**Z** = the number of retaining holes)



For motor		No. of poles	Dimension designation acc. to IEC							DE shaft extension						NDE shaft extension												
Frame size	Motor type		HH	K	K'	L <sup>1)</sup>	L1	D1	LC	LL	D	DB	E	EB	ED	F	GA	DA	DC	EA	EC	EE	FA	GC				
80 M	1LE1003-0DA2,	2, 4, 6	73	9.5	13.5	292	-	-	343	79	19	M6	40	32	4	6	21.5	19	M6	40	32	4	6	21.5				
	-0DB2,																											
	-0DC2,																											
	1LE1043-0DA2,	2				292			343	123																		
	1LE1023-0DA2,																								2, 4, 6	292	343	123
	-0DB2,																											
-0DC2,																												
90 S	1LE1003-0EA0,	2, 4, 6	78.5	10	14	347	-	-	405	79	24	M8	50	40	5	8	27	19	M6	40	32	4	6	21.5				
	-0EB0,																											
	-0EC0																											
	1LE1043-0EA0,	2				347			405	123																		
	1LE1023-0EA0,																								2, 4, 6	347	405	123
	-0EB0,																											
-0EC0																												
90 L	1LE1003-0EA4,	2, 4, 6	78.5	10	14	387	-	-	445	79	24	M8	50	40	5	8	27	19	M6	40	32	4	6	21.5				
	-0EB4,																											
	-0EC4																											
	1LE1043-0EA4,	2, 4				387			445	123																		
	1LE1023-0EA4,																								2, 4, 6	387	445	123
	-0EB4,																											
-0EC4																												

<sup>1)</sup> The length is specified as far as the tip of the fan cover.

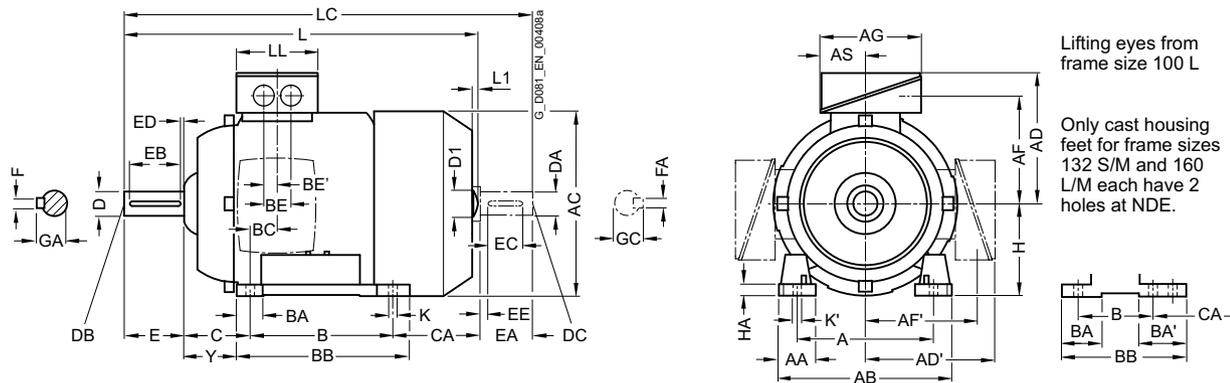
## Dimensions

### SIMOTICS GP 1LE1 standard motors

Aluminum series, self-ventilated – IE3, NEMA Premium Efficient · Frame sizes 100 L to 200 L

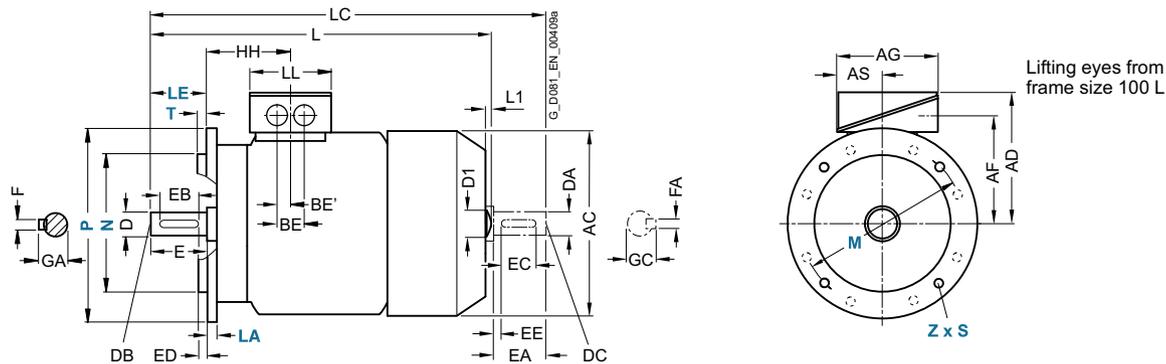
#### Dimensional drawings

##### Type of construction IM B3



##### Types of construction IM B5 and IM V1

For flange dimensions, see page 1/39 (Z = the number of retaining holes)



For motor			Dimension designation acc. to IEC																					
Frame size	Motor type	No. of poles	A	AA	AB	AC	AD	AD'	AF	AF'	AG	AS	B	BA	BA'	BB	BC	BE	BE'	C	CA	H	HA	Y
100 L	1AA4, 1AB4, 1AB5, 1AC3	2, 4, 6	160	42	196	198	166	166	125.5	125.5	135	63.5	140	37.5	37.5	176	33.5	50	25	63	176	100	12	45
112 M	1BA2, 1BB2	2, 4, 6	190	46	226	222	177	177	136.5	136.5	135	63.5	140	37.5	37.5	176	26	50	25	70	155	112	12	52
132 S	1CA0, 1CC0, 1CD0	2, 6, 8	216	53	256	262	202	202	159.5	159.5	155	70.5	140	38	76 <sup>1)</sup>	218 <sup>2)</sup>	26.5	48	24	89	167	132	15	69
132 M	1CA1, 1CB0	2, 4																			217			
	1CC2	6	216	53	256	262	202	202	159.5	159.5	155	70.5	178	38	76	218	26.5	48	24	89	129	132	15	69
	1CB2, 1CC3, 1CD2	4, 6, 8																			179			
160 M	1DA2, 1DA3, 1DB2, 1DC2, 1DD2, 1DD3	2, 4, 6, 8	254	60	300	314	236.5	236.5	190	190	175	77.5	210	44	89 <sup>3)</sup>	300 <sup>4)</sup>	47	57	28.5	108	192	160	18	85
160 L	1DA4, 1DB4, 1DC4, 1DD4	2, 4, 6, 8	254	60	300	314	236.5	236.5	190	190	175	77.5	254	44	89	300	47	57	28.5	108	208	160	18	85
180 M	1EA2 1EB2	2, 4	279	65	339	356	259	259	212.5	212.5	175	77.5	241	80	100	328	30	57	28.5	121	232	180	20	95
180 L	1EB4, 1EC4, 1ED4	4, 6, 8	279	65	339	356	259	259	212.5	212.5	175	77.5	279	80	100	328	30	57	28.5	121	194	180	20	95
200 L	2AA4, 2AA5, 2AB5, 2AC4, 2AC5, 2AD5	2, 4, 6, 8	318	70	378	396	296	296	238	238	225	102.5	305	90	100	355	45	75	37.5	133	202	200	25	108

1) With screwed-on feet, dimension BA' is 38 mm.  
2) With screwed-on feet, dimension BB is 180 mm.

3) With screwed-on feet, dimension BA' is 44 mm.  
4) With screwed-on feet, dimension BB is 256 mm.

# Dimensions

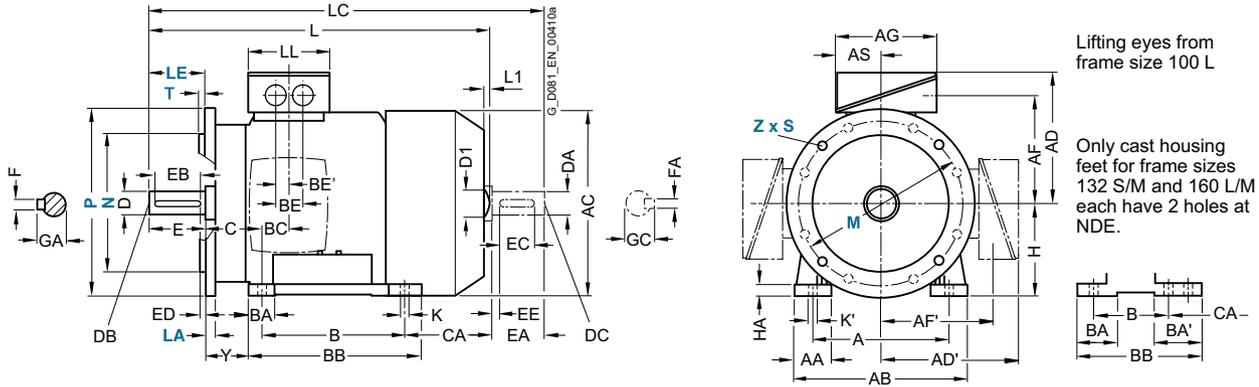
## SIMOTICS GP 1LE1 standard motors

Aluminum series, self-ventilated – IE3, NEMA Premium Efficient · Frame sizes 100 L to 200 L

### Dimensional drawings (continued)

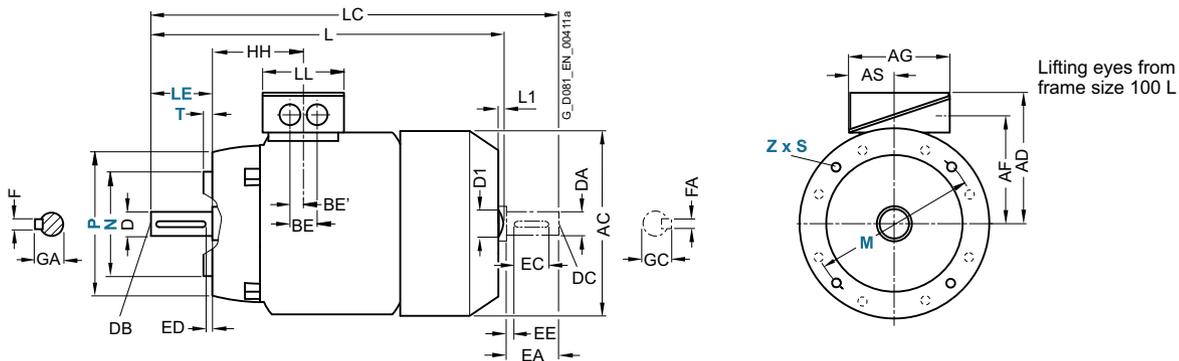
#### Type of construction IM B35

For flange dimensions, see page 1/39 (**Z** = the number of retaining holes)



#### Type of construction IM B14

For flange dimensions, see page 1/39 (**Z** = the number of retaining holes)



Frame size	Motor type	No. of poles	Dimension designation acc. to IEC							DE shaft extension					NDE shaft extension									
			HH	K	K' <sup>1)</sup>	L <sup>1)</sup>	L1	D1	LC	LL	D	DB	E	EB	ED	F	GA	DA	DC	EA	EC	EE	FA	GC
100 L	1AA4, 1AB4, 1AB5, 1AC3	2, 4, 6	96.5	12	16	430.5	7	32	489	112	28	M10	60	50	5	8	31	24	M8	50	40	5	8	27
112 M	1BA2, 1BB2	2, 4, 6	96	12	16	414	7	32	475	112	28	M10	60	50	5	8	31	24	M8	50	40	5	8	27
132 S	1CA0, 1CC0, 1CD0	2, 6, 8	115.5	12	16	465	8.5	39	535.5	130	38	M12	80	70	5	10	41	28	M10	60	50	5	8	31
132 M	1CA1, 1CB0	2, 4				515			585.5															
	1CC2	6	115.5	12	16	465	8.5	39	535.5	130	38	M12	80	70	5	10	41	28	M10	60	50	5	8	31
	1CB2, 1CC3, 1CD2	4, 6, 8				515			585.5															
160 M	1DA2, 1DA3, 1DB2, 1DC2, 1DD2, 1DD3	2, 4, 6, 8	155	15	19	604	10	45	730	145	42	M16	110	90	10	12	45	42	M16	110	90	10	12	45
160 L	1DA4, 1DB4, 1DC4, 1DD4	2, 4, 6, 8	155	15	19	664	10	45	790	145	42	M16	110	90	10	12	45	42	M16	110	90	10	12	45
180 M	1EA2 1EB2	2, 4	151	14.5	19	698	–	–	814	145	48	M16	110	100	5	14	52	48	M16	110	100	5	14	52
180 L	1EB4, 1EC4, 1ED4	4, 6, 8	151	14.5	19	698	–	–	814	145	48	M16	110	100	5	14	52	48	M16	110	100	5	14	52
200 L	2AA4, 2AA5, 2AB5, 2AC4, 2AC5, 2AD5	2, 4, 6, 8	178	18.5	25	746	–	–	860	185	55	M20	110	100	5	16	59	55	M20	110	100	5	16	59

<sup>1)</sup> The length is specified as far as the tip of the fan cover.



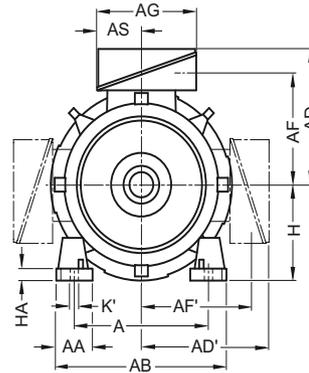
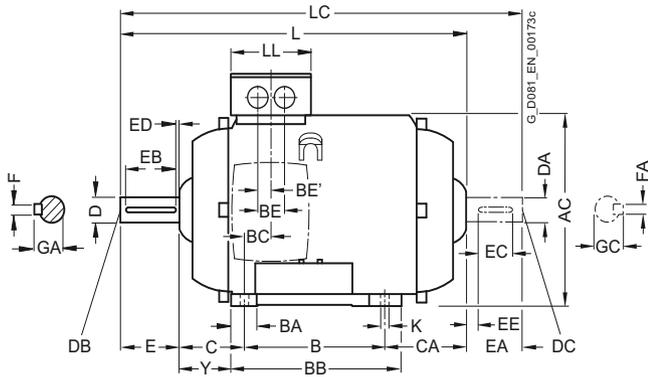
## Dimensions

### SIMOTICS GP 1LE1 standard motors

Aluminum series, forced-air cooled – IE3 · Frame sizes 80 M to 90 L

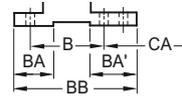
#### Dimensional drawings

##### Type of construction IM B3



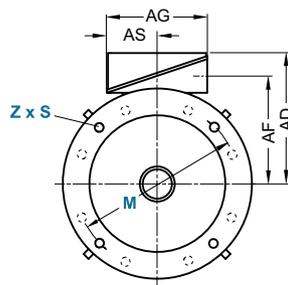
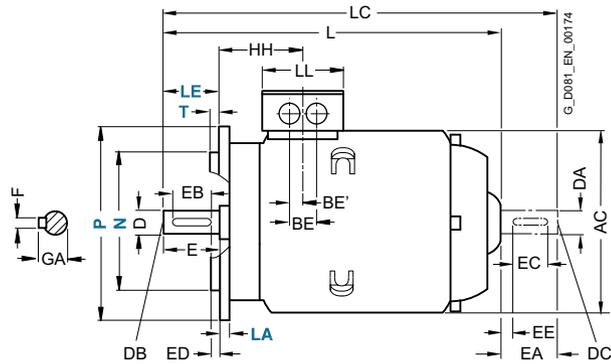
Lifting eyes from frame size 100 L

Only cast housing feet for frame sizes 132 S/M and 160 L/M each have 2 holes at NDE.



##### Types of construction IM B5 and IM V1

For flange dimensions, see page 1/39 (Z = the number of retaining holes)



Lifting eyes from frame size 100 L

Frame size	Motor type	No. of poles	Dimension designation acc. to IEC																					
			A	AA	AB	AC	AD	AD'	AF	AF'	AG	AS	B	BA	BA'	BB	BC	BE	BE'	C	CA	H	HA	Y
80 M	0DA2, 0DB2, 0DC2	2, 4, 6	125	30.5	150	159	121.5	121.5	96.5	96.5	93	43	100	32	32	118	23	-	18 <sup>1)</sup>	50	70	80	8	41
	0DA3, 0DB3, 0DC3	2, 4, 6																			105.5			
90 S	0EA0, 0EB0, 0EC0	2, 4, 6	140	30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	100	33	54	143	22.5	-	18 <sup>1)</sup>	56	113	90	10	47
90 L	0EA4, 0EB4, 0EC4	2, 4, 6	140	30.5	165	178	126	126	101.5	101.5	93	43	100	33	54	143	22.5	-	18 <sup>1)</sup>	56	153	90	10	47

<sup>1)</sup> Only one termination hole available.

## Dimensions

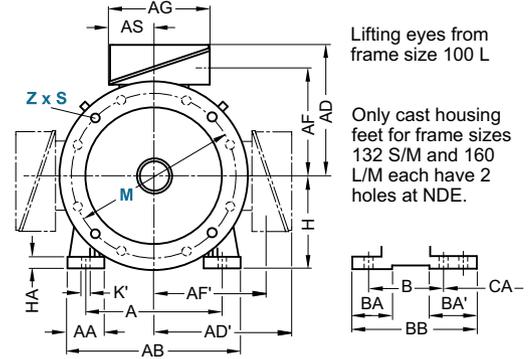
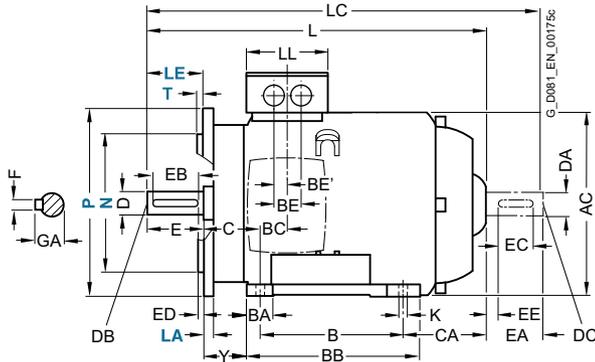
### SIMOTICS GP 1LE1 standard motors

Aluminum series, forced-air cooled – IE3 · Frame sizes 80 M to 90 L

#### Dimensional drawings (continued)

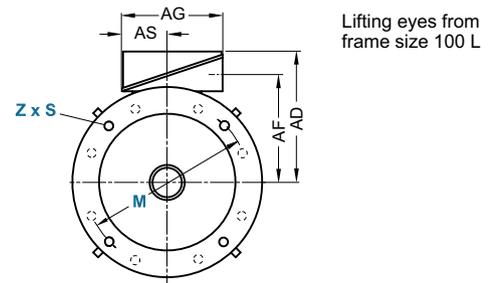
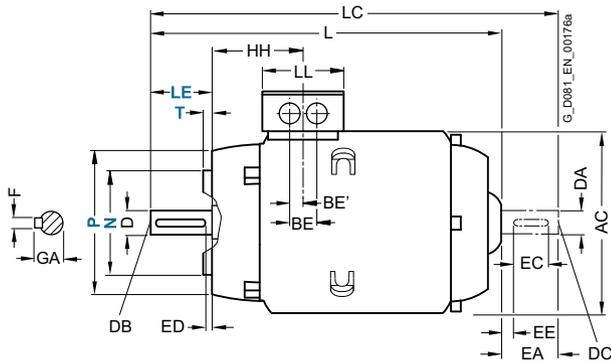
##### Type of construction IM B35

For flange dimensions, see page 1/39 (**Z** = the number of retaining holes)



##### Type of construction IM B14

For flange dimensions, see page 1/39 (**Z** = the number of retaining holes)



For motor	Dimension designation acc. to IEC	DE shaft extension					NDE shaft extension														
		HH	K	K'	L	LC	LL	D	DB	E	EB	ED	F	GA	DA	DC	EA	EC	EE	FA	GC
80 M	ODA2, ODB2, ODC2	73	9.5	13.5	253.5	300.5	79	19	M6	40	32	4	6	21.5	19	M6	40	32	4	6	21.5
	ODA3, ODB3, ODC3				288	335.5															
90 S	OEA0, OEB0, OEC0	78.5	10	14	294.5	349	79	19	M6	40	32	5	8	27	19	M6	40	32	4	6	21.5
90 L	OEA4, OEB4, OEC4	78.5	10	14	334.5	389	79	19	M6	40	32	5	8	27	19	M6	40	32	4	6	21.5

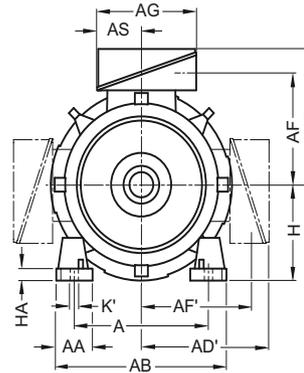
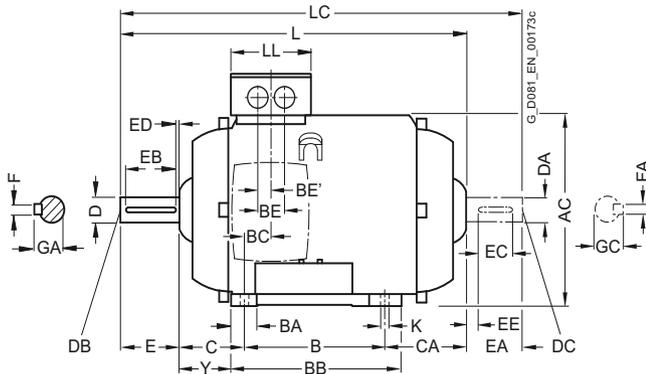
## Dimensions

### SIMOTICS GP 1LE1 standard motors

Aluminum series, forced-air cooled – IE3 · Frame sizes 100 L to 200 L

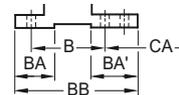
#### Dimensional drawings

##### Type of construction IM B3



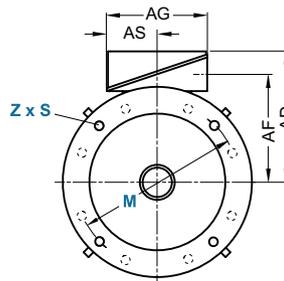
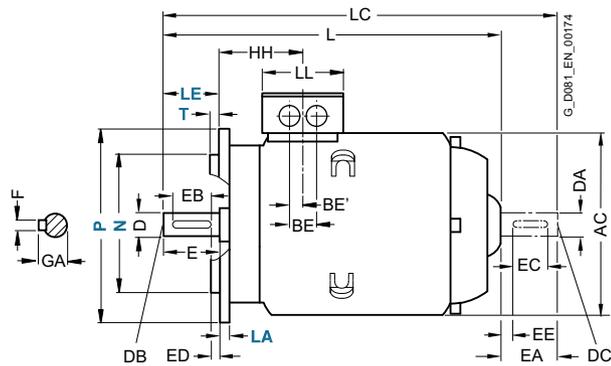
Lifting eyes from frame size 100 L

Only cast housing feet for frame sizes 132 S/M and 160 L/M each have 2 holes at NDE.



##### Types of construction IM B5 and IM V1

For flange dimensions, see page 1/39 (Z = the number of retaining holes)



Lifting eyes from frame size 100 L

For motor			Dimension designation acc. to IEC																					
Frame size	Motor type	No. of poles	A	AA	AB	AC	AD	AD'	AF	AF'	AG	AS	B	BA	BA'	BB	BC	BE	BE'	C	CA	H	HA	Y
100 L	1AA4, 1AB4, 1AB5	2, 4	160	42	196	198	166	166	125.5	125.5	135	63.5	140	37.5	37.5	176	33.5	50	25	63	-	100	12	45
	1AC3	6																						
112 M	1BA2, 1BB2	2, 4	190	46	226	222	177	177	136.5	136.5	135	63.5	140	37.5	37.5	176	26	50	25	70	-	112	12	52
132 S	1CA0, 1CC0	2, 6	216	53	256	262	202	202	159.5	159.5	155	70.5	140	38	76 <sup>1)</sup>	218 <sup>2)</sup>	26.5	48	24	89	-	132	15	69
	1CA1, 1CB0	2, 4																						
132 M	1CC2	6	216	53	256	262	202	202	159.5	159.5	155	70.5	178	38	76	218	26.5	48	24	89	-	132	15	69
	1CB2, 1CC3	4, 6																						
160 M	1DA2, 1DA3, 1DB2, 1DC2	2, 4, 6	254	60	300	314	236.5	236.5	190	190	175	77.5	210	44	89 <sup>3)</sup>	300 <sup>4)</sup>	47	57	28.5	108	-	160	18	85
160 L	1DA4, 1DB4, 1DC4	2, 4, 6	254	60	300	314	236.5	236.5	190	190	175	77.5	254	44	89	300	47	57	28.5	108	-	160	18	85
180 M	1EA2, 1EB2,	2, 4	279	65	339	356	259	259	212.5	212.5	175	77.5	241	80	100	328	30	57	28.5	121	-	180	20	95
180 L	1EB4, 1EC4	4, 6	279	65	339	356	259	259	212.5	212.5	175	77.5	279	80	100	328	30	57	28.5	121	-	180	20	95
200 L	2AA4, 2AA5, 2AB5, 2AC4, 2AC5	2, 4, 6	318	70	378	396	296	296	238	238	225	102.5	305	90	100	355	45	75	37.5	133	-	200	25	108

1) With screwed-on feet, dimension BA' is 38 mm.  
 2) With screwed-on feet, dimension BB is 180 mm.  
 3) With screwed-on feet, dimension BA' is 44 mm.

4) With screwed-on feet, dimension BB is 256 mm.

# Dimensions

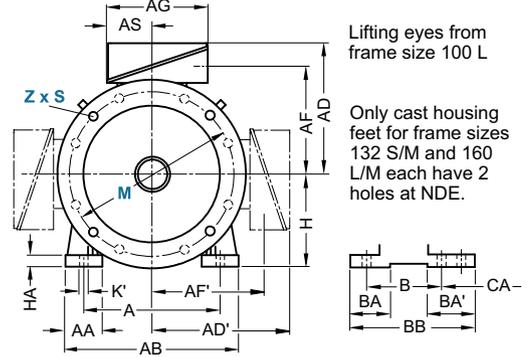
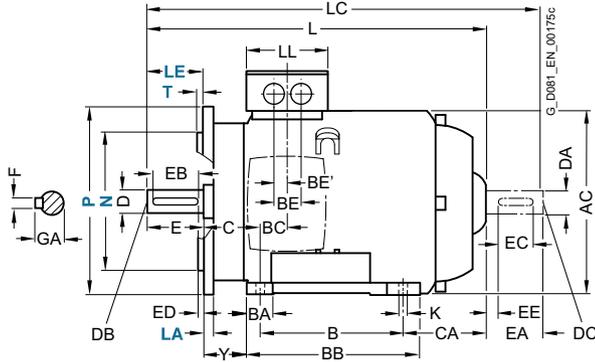
## SIMOTICS GP 1LE1 standard motors

Aluminum series, forced-air cooled – IE3 · Frame sizes 100 L to 200 L

### Dimensional drawings (continued)

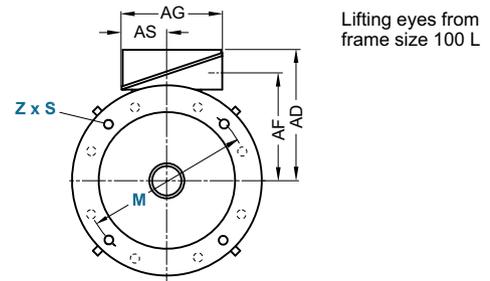
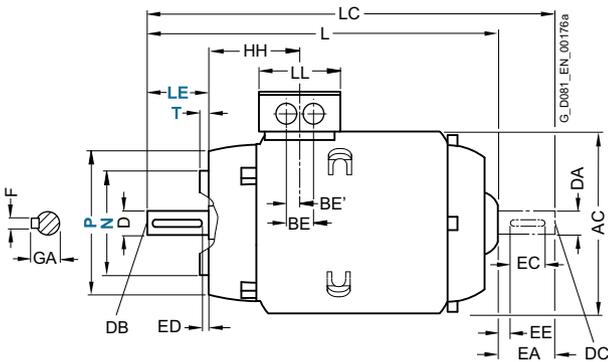
#### Type of construction IM B35

For flange dimensions, see page 1/39 ( $Z$  = the number of retaining holes)



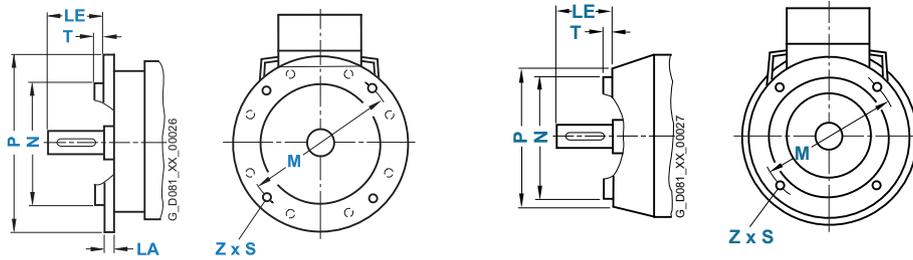
#### Type of construction IM B14

For flange dimensions, see page 1/39 ( $Z$  = the number of retaining holes)



For motor			Dimension designation acc. to IEC						DE shaft extension						NDE shaft extension							
Frame size	Motor type	No. of poles	HH	K	K'	L	LC	LL	D	DB	E	EB	ED	F	GA	DA	DC	EA	EC	EE	FA	GC
100 L	1AA4, 1AB4, 1AB5, 1AC3	2, 4 6	96.5	12	16	356.5	411	112	28	M10	60	50	5	8	31	24	M8	50	40	5	8	27
112 M	1BA2, 1BB2	2, 4	96	12	16	336	390	112	28	M10	60	50	5	8	31	24	M8	50	40	5	8	27
132 S	1CA0, 1CC0	2, 6	115.5	12	16	380.5	446	130	38	M12	80	70	5	10	41	28	M10	60	50	5	8	31
	1CA1, 1CB0	2, 4				430.5	496	-														
132 M	1CC2	6	115.5	12	16	380.5	446	130	38	M12	80	70	5	10	41	28	M10	60	50	5	8	31
	1CB2, 1CC3	4, 6																				
160 M	1DA2, 1DA3, 1DB2, 1DC2	2, 4, 6	155	15	19	510	630	145	42	M16	110	90	10	12	45	42	M16	110	90	10	12	45
160 L	1DA4, 1DB4, 1DC4	2, 4, 6	155	15	19	570	690	145	42	M16	110	90	10	12	45	42	M16	110	90	10	12	45
180 M	1EA2, 1EB2	2, 4	151	14.5	19	698	706	145	48	M16	110	100	5	14	52	48	M16	110	100	5	14	52
180 L	1EB4, 1EC4	4, 6	151	14.5	19	698	706	145	48	M16	110	100	5	14	52	48	M16	110	100	5	14	52
200 L	2AA4, 2AA5, 2AB5, 2AC4, 2AC5	2, 4, 6	178	18.5	25	746	759	185	55	M20	110	100	5	16	59	55	M20	110	100	5	16	59

#### Overview (continued)



In EN 50347, the frame sizes are allocated flange FF with through holes and flange FT with tapped holes.

The designation of flange A and C according to DIN 42948 (invalid since September 2003) are also listed for information purposes. See the table below. (Z = the number of retaining holes)

Frame size	Type of construction	Flange type	Flange with through holes (FF/A) Flange with tapped holes (FT/C)		Dimension designation acc. to IEC							
			Acc. to EN 50347	Acc. to DIN 42948	LA	LE	M	N	P	S	T	Z
71 M	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF130</b>	A 160	5	30	130	110	160	10	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Standard flange	<b>FT85</b>	C 105	–	30	85	70	105	M6	2.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Next larger standard flange <sup>1)</sup> – Order code <b>P01</b>	<b>FT115</b>	C 140	–	30	115	95	140	M8	3	4
80 M	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF165</b>	A 200	10	40	165	130	200	12	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Standard flange	<b>FT100</b>	C 120	–	40	100	80	120	M6	3	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Next larger standard flange <sup>1)</sup> – Order code <b>P01</b>	<b>FT130</b>	C 160	–	40	130	110	160	M8	3.5	4
90 S/L	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF165</b>	A 200	10	50	165	130	200	12	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Standard flange	<b>FT115</b>	C 140	–	50	115	95	140	M8	3	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Next larger standard flange – Order code <b>P01</b>	<b>FT130</b>	C 160	–	50	130	110	160	M8	3.5	4
100 L	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF215</b>	A 250	11	60	215	180	250	14.5	4	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next larger standard flange – Order code <b>P01</b>	<b>FF265</b>	A 300	12	60	265	230	300	14.5	4	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next smaller standard flange – Order code <b>P02</b>	<b>FF165</b>	A 200	11	60	165	130	200	12	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Standard flange	<b>FT130</b>	C 160	–	60	130	110	160	M8	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Next larger standard flange – Order code <b>P01</b>	<b>FT165</b>	C 200	–	60	165	130	200	M10	3.5	4
112 M	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF215</b>	A 250	11	60	215	180	250	14.5	4	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next larger standard flange – Order code <b>P01</b>	<b>FF265</b>	A 300	12	60	265	230	300	14.5	4	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next smaller standard flange – Order code <b>P02</b>	<b>FF165</b>	A 200	11	60	165	130	200	12	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Standard flange	<b>FT130</b>	C 160	–	60	130	110	160	M8	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Next larger standard flange – Order code <b>P01</b>	<b>FT165</b>	C 200	–	60	165	130	200	M10	3.5	4
132 S/M	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF265</b>	A 300	12	80	265	230	300	14.5	4	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next larger standard flange – Order code <b>P01</b>	<b>FF300</b>	A 350	13	80	300	250	350	18.5	5	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next smaller standard flange – Order code <b>P02</b>	<b>FF215</b>	A 250	11	80	215	180	250	14.5	4	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Standard flange	<b>FT165</b>	C 200	–	80	165	130	200	M10	3.5	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Next larger standard flange – Order code <b>P01</b>	<b>FT215</b>	C 250	–	80	215	180	250	M12	4	4
160 M/L	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF300</b>	A 350	13	110	300	250	350	18.5	5	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next smaller standard flange – Order code <b>P02</b>	<b>FF265</b>	A 300	12	110	265	230	300	14.5	4	4
	IM B14, IM B34, IM V18, IM V19	Standard flange	<b>FT215</b>	C 250	–	110	215	180	250	M12	4	4
180 M/L	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF300</b>	A 350	13	110	300	250	350	18.5	5	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next smaller standard flange – Order code <b>P02</b>	<b>FF 265</b>	A 300	12	110	265	230	300	14.5	4	4
200 L	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF350</b>	A 400	15	110	350	300	400	18.5	5	4
	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Next smaller standard flange – Order code <b>P02</b>	<b>FF300</b>	A 350	13	110	300	250	350	18.5	5	4
<b>225 S/M</b> 2-pole 4 to 8-pole	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF400</b>	A 450	16	110 140	400	350	450	18.5	5	8
<b>250 M</b>	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF500</b>	A 550	18	140	500	450	550	18.5	5	8
<b>280 S/M</b>	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF500</b>	A 550	18	140	500	450	550	18.5	5	8
<b>315 S/M/L</b> 2-pole 4 to 8-pole	IM B5, IM B35, IM V1, IM V3	Standard flange	<b>FF600</b>	A 660	22	140 170	600	550	660	24	6	8

<sup>1)</sup> With reference to standard EN 50347, flanges that are 2 steps larger are used with option **P01** in the frame sizes 71 and 80.

**VI.7. DATOS TÉCNICOS REDUCTOR  
WITTENSTEIN SERIE NP.**



## alpha Value Line - NP Sizing and Technical Data

Efficient  
Flexible  
Reliable





alpha Value Line	NP	NPS	NPL	NPT	NPR	
<b>Ratios</b>	3-100					
Torsional backlash [arcmin]	≤ 8					
<b>Output type</b>						
Smooth output shaft	•	•	•	–	•	
Grooved output shaft	•	•	•	–	•	
Output shaft with involute toothing	–	•	•	–	•	
Output flange	–	–	–	•	–	
<b>Input type</b>	<b>Motor attachment version</b>					
<b>Application</b>						
For high axial and radial forces	–	•	•	–	•	
In continuous operation	•	•	•	•	–	
In cyclic operation	•	•	•	•	•	
<b>Options</b>						
HIGH TORQUE version	•	•	•	•	•	
Foodgrade lubrication	•	•	•	•	•	
With coupling at output	•	•	•	•	•	
As linear system	•	•	•	–	•	
With mounted pinion at output	•	•	•	–	•	
With screwed on B5 flange	•	–	–	–	–	
<b>Further technical data</b>						
Max. torque $T_{2a}$	Nm	800	800	800	800	800
	in.lb	7100	7100	7100	7100	7100
Max. input speed	rpm	10000	8000	8000	10000	8000
Efficiency	%	97%	97%	97%	97%	97%
Max. radial force $F_{2R}$	N	8000	10000	10000	4800	10000
	lb <sub>f</sub>	1800	2250	2250	1080	2250

# WITTENSTEIN alpha adapted for any axis

The perfect drive solution whatever  
the requirements are

WITTENSTEIN alpha develops complete, single-supplier solutions for driving any axis. They can be used in virtually any application – from high-precision axes in machine tools and manufacturing systems to packaging machinery where maximum productivity is a must.

The name WITTENSTEIN alpha is synonymous with premium quality and optimal reliability, high precision and synchronization accuracy, maximum power density, a long lifetime and very simple motor mounting.

The alpha Value Line is a new product family that unites these characteristics – which are specially adapted for applications in the value segment or high-end secondary axes – in a class-appropriate way.

## Benefits of the alpha Value Line:

- Rapid availability regardless of the batch size
- Optimal flexibility
- Ability to react promptly to changing customer requirements
- Assembly to order

## Contents

Sizing of the alpha Value Line – NP	4
NP 005S	6
NP 015S	8
NP 025S	10
NP 035S	12
NP 045S	14
Glossary	16
Order codes	17

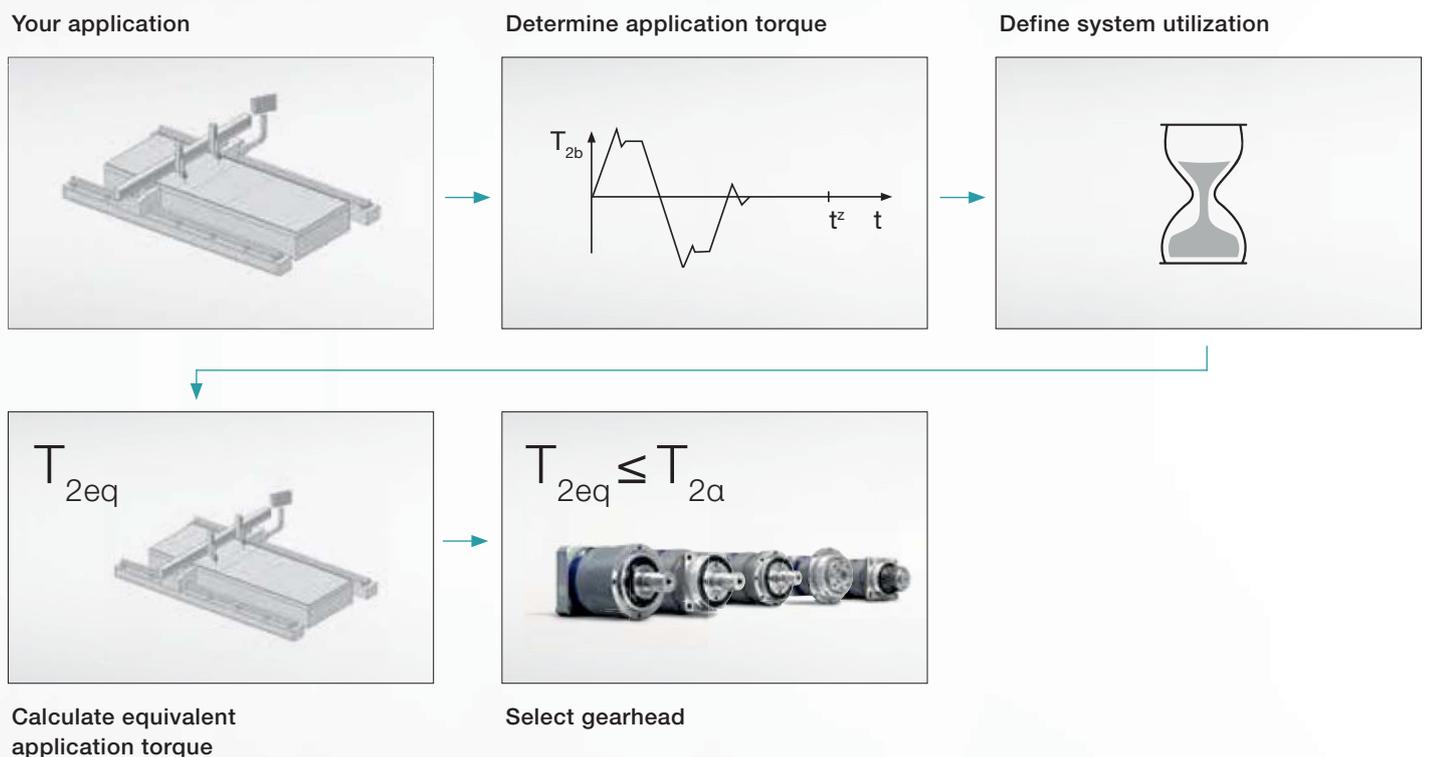
# alpha Value Line

## Efficient sizing

### The new sizing method

The new alpha Value Line from WITTENSTEIN alpha commits the cymex® sizing software to paper. Using a quick select structure, you can define your drive train in just a few simple steps.

- Quick and easy gearhead selection based on your application.
- Maximum transmissible torque  $T_{2a}$  as the starting point for selecting the gearhead (definition  $T_{2a} \neq T_{2B}$ ).  
No restriction on  $T_{2a}$  due to a maximum number of cycles per hour.
- Optional: Quick selection based on the maximum motor torque.



### Your Benefits:

- Perfect-fit sizing of your drive
- Efficient and reliable gearhead selection
- Huge time saving
- Computational work for simple applications reduced to a minimum\*
- Consideration of radial and axial forces if necessary

\*We recommend our cymex® sizing software for complex applications

# Sizing of the alpha Value Line – NP

**A:** Simplified sizing for servo motors based on the maximum motor torque:  $M_{max} * i \leq T_{2\alpha}$

**B:** Sizing based on the application

## Step 1:

Determine the maximum application torque:  $T_{2b} = \text{_____} [\text{Nm}]$

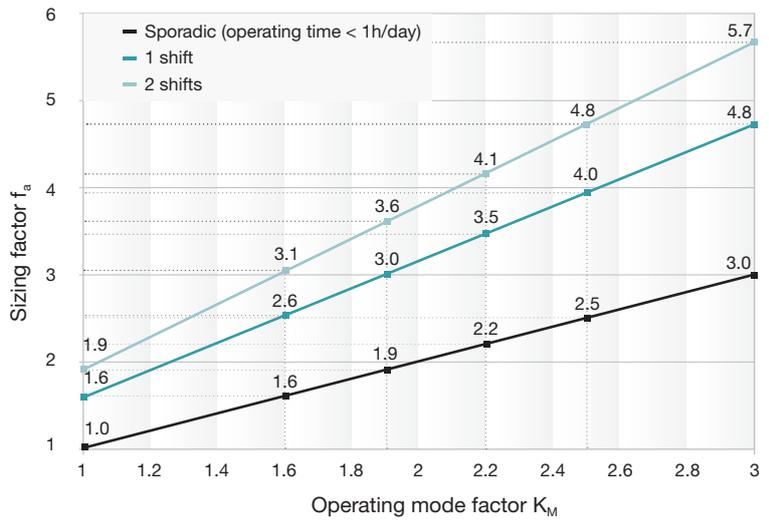
## Step 2:

Determine the operating mode factor  $K_M = \text{_____}$

Typical applications	Cycle	Torque characteristic	Operating mode factor $K_M$
Format changing, e.g. in packaging machines, drives for processing equipment, actuators, etc.	<b>S5 operation:</b> Low duty cycle Small number of cycles Low dynamics		1.0
Tool changers with low dynamics, pick & place gantry axes, tire building machines, etc.	<b>S5 operation:</b> Medium duty cycle Small number of cycles Medium dynamics		1.6
Linear modules, linear axes in woodworking machines, ball screw drives, etc.	<b>S5 operations:</b> Medium duty circle Medium number of cycles Medium dynamics		1.9
Roller drives in printing presses, star drives in rackers, etc.	<b>S1 operation:</b> High duty cycle		2.2
Linear axes in plasma, laser or water jet cutters, portals, tool changers with high dynamics	<b>S5 operation:</b> Medium duty circle Medium number of cycles High dynamics		2.5
SCARA robots, gantry robots, machining spindles, etc.	<b>S5 operation:</b> High duty cycle High number of cycles High dynamics		3.0

## Step 3:

Determine the sizing factor with the operating mode factor  $K_M$   $f_a = \text{_____}$



## Step 4:

Compare the equivalent application torque with the maximum gearhead  $T_{2\alpha}$  (see table, Step 5)

$$T_{2\_eq} = f_a * T_{2b} \leq T_{2\alpha}$$

$$T_{2\_eq} = \text{_____} * \text{_____} \leq T_{2\alpha}$$

$$T_{2\_eq} = \text{_____} [\text{Nm}] \leq \text{_____} [\text{Nm}]$$

## Step 5: Quick selection of the technical data

		NP 005		NP 015		NP 025		NP 035		NP 045		
		1-stage	2-stage	1-stage	2-stage	1-stage	2-stage	1-stage	2-stage	1-stage	2-stage	
Ratio <sup>a)</sup>	i	4 - 10	16 - 100	3 - 10	12 - 100	3 - 10	9 - 100	3 - 10	9 - 100	5 - 10	15 - 100	
Maximum torque <sup>a)</sup>	<b>MF</b> $T_{2\alpha}$	Nm	18-22	51-64	128-160	320-408	640-800					
		in.lb	160-200	450-570	1130-1420	2860-3610	5660-7080					
Maximum torque <sup>a)</sup>	<b>MA</b> $T_{2\alpha}$	Nm	-	62-88	184-200	432-488	-					
		in.lb	-	550-780	1170-1770	3820-4320	-					
Max. input speed	$n_{1max}$	min <sup>-1</sup>	10000	10000	8000	10000	7000	8000	6000	7000	4000	6000
Nominal input speed	$n_{1N}$	min <sup>-1</sup>	3800	4000	3300	3800	3100	3300	2300	3100	2000	2600
Max. radial force	$F_{2RMmax}$	N	800	1700	2800	5000	8000					
		lb <sub>f</sub>	180	380	630	1130	1800					
Mean operating noise	$L_{pA}$	dB(A)	58	58	60	63	66					
Paint		Paint Pearl dark grey – innovation blue										
Direction of rotation		Motor and gearhead same direction										
Protection class		IP 64										
Page		6	8	10	12	14						

<sup>a)</sup> The maximum torques depend on the ratio

You can select a suitable adapter plate using the online configurator on [www.wittenstein-alpha.com](http://www.wittenstein-alpha.com)  
For application-specific sizing with cymex®, see [www.cymex.com](http://www.cymex.com) Please refer to the product pages for detailed information on individual gearhead sizes

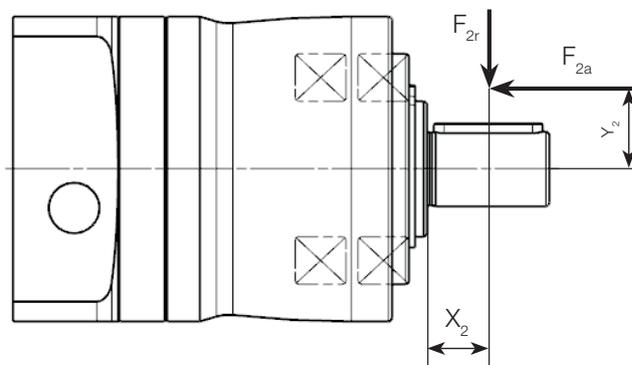
### Account must be taken of the radial and axial forces at the output:

Please also carry out steps 6 and 7 if forces are present at the output (e.g. if timing belt pulleys, pinions or levers are mounted there).

#### Step 6 (if external forces are present):

Determine the forces acting on the output and check the boundary conditions

Radial force  $F_{2r} = \text{_____ [N]}$   
 Radial force distance  $x_2 = \text{_____ [mm]}$   
 Axial force  $F_{2a} = \text{_____ [N]}$   
 Axial force distance  $y_2 = \text{_____ [mm]}$   
 (required if  $F_{2a}$  is present)



#### Conditions if axial force $F_{2a}$ is present:

1.  $F_{2a} \leq 0.25 * F_{2r} \Rightarrow (\text{_____} \leq 0.25 * \text{_____})$   Met  Not met: Sizing with cymex®
2.  $y_2 \leq x_2 \Rightarrow (\text{_____} \leq \text{_____})$   Met  Not met: Sizing with cymex®

#### Step 7:

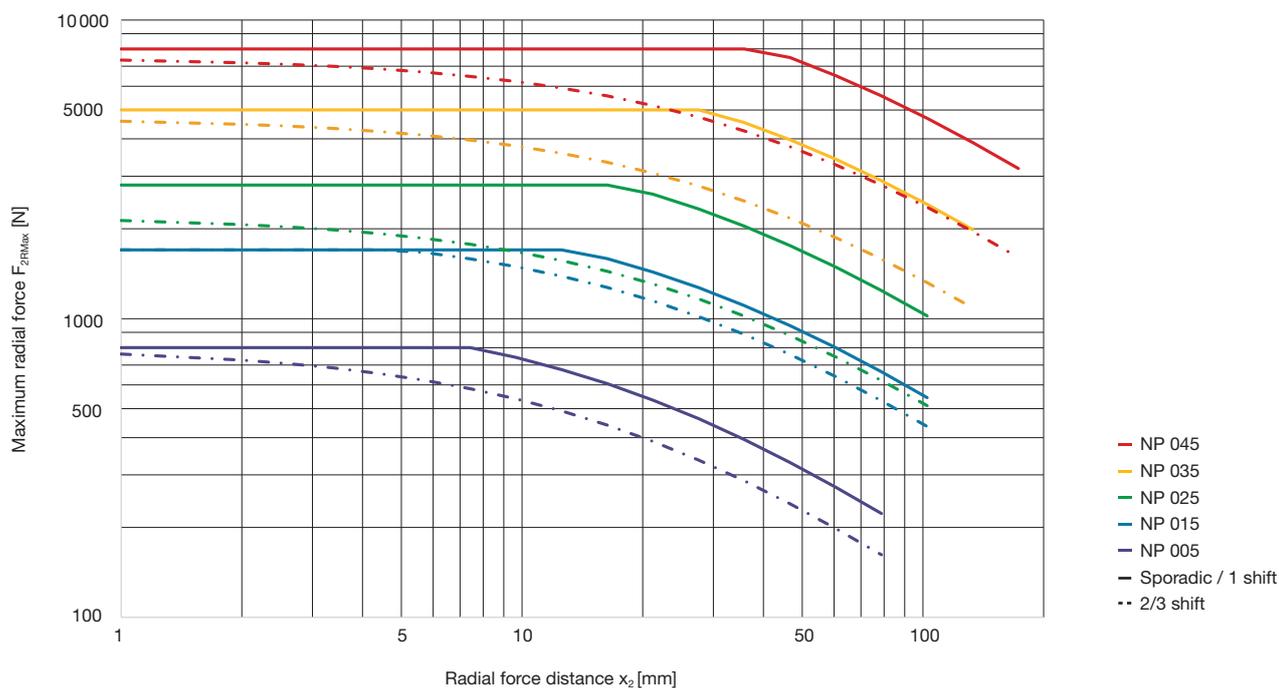
Determine the maximum equivalent force acting on the output  $F_{2_{eq}}$

$$F_{2_{eq}} = F_{2r} + 0.25 * F_{2a} \leq F_{2RMax} \quad (F_{2RMax} \text{ can be determined from the diagram below})$$

$$F_{2_{eq}} = \text{_____} + 0.25 * \text{_____} \leq \text{_____}$$

$$F_{2_{eq}} = \text{_____ [N]} \leq \text{_____ [N]} \quad \text{input Met}$$

Not met: Higher axial and radial forces with the NPS, NPL and NPR.



# NP 005S

Ratio <sup>a)</sup>	i	1-stage					2-stage										
		4	5	7	8	10	16	20	25	28	35	40	50	64	70	100	
Maximum Torque	MF $T_{2a}$	Nm	18	22	22	21	21	18	18	22	18	22	18	22	21	22	21
		in.lb	160	200	200	180	180	160	160	200	160	200	160	200	180	200	180
Emergency stop torque <sup>b)</sup>	$T_{2Not}$	Nm	26														
		in.lb	230														
Nominal input speed <sup>c)</sup>	$n_{1N}$	min <sup>-1</sup>	3800		4300			4000			4300						
Max. input speed	$n_{1Max}$	min <sup>-1</sup>	10000					10000									
Max. torsional backlash	$j_t$	arcmin	Standard ≤ 10					Standard ≤ 13									
Max. axial force <sup>d)</sup>	$F_{2AMax}$	N	700														
		lb <sub>f</sub>	160														
Max. radial force <sup>d)</sup>	$F_{2RMax}$	N	800														
		lb <sub>f</sub>	180														
Weight incl. standard adapter plate <sup>e)</sup>	m	kg	0.7 - 1.2					0.9 - 1.6									
		lb <sub>m</sub>	1.5 - 2.6					2 - 3.5									
Operating noise <sup>f)</sup>	$L_{PA}$	dB(A)	≤ 58					≤ 58									
Max. permitted housing temperature	°C		+90														
	F		+194														
Ambient temperature	°C		-15 to +40														
	F		5 to 104														
Lubrication	Lubricated for life																
Paint	Housing: pearl dark grey / Drive-Side: Innovation Blue																
Direction of rotation	Motor and gearhead same direction																
Type of protection	IP 64																
Moment of inertia <small>(related to the drive)</small>	kgcm <sup>2</sup>		0.02 to 0.14					0.02 to 0.13									
	10 <sup>-3</sup> in.lb.s <sup>2</sup>		0.02 to 0.12					0.02 to 0.12									
Clamping hub diameter	Standard	mm	8(Z) 9(A) 11(B)					8(Z) 9(A) 11(B)									
	big		14(C)					14(C)									

<sup>a)</sup> Other ratios available on request.

<sup>b)</sup> Permitted 1000 times during the service life of the gearhead. If  $T_{2a} > T_{2Not}$ , then  $T_{2Not}$  is the maximum permitted value.

<sup>c)</sup> At  $T_{1N}$  and 20°C ambient temperature. Higher speeds possible if calculated using cymex®.

<sup>d)</sup> Refers to the center of the output shaft at  $n_2 = 150$  rpm.

<sup>e)</sup> Depending on the clamping hub diameter and the selected adapter plate.

<sup>f)</sup> At  $i=10$  and  $n_1=3000$  rpm at no load.

You can select a suitable adapter plate using the online configurator on [www.wittenstein-alpha.com](http://www.wittenstein-alpha.com)

Quick gearhead selection based on the motor characteristic\*:

Max. torque  $T_{2a} \geq T_{max\ motor} \cdot i$

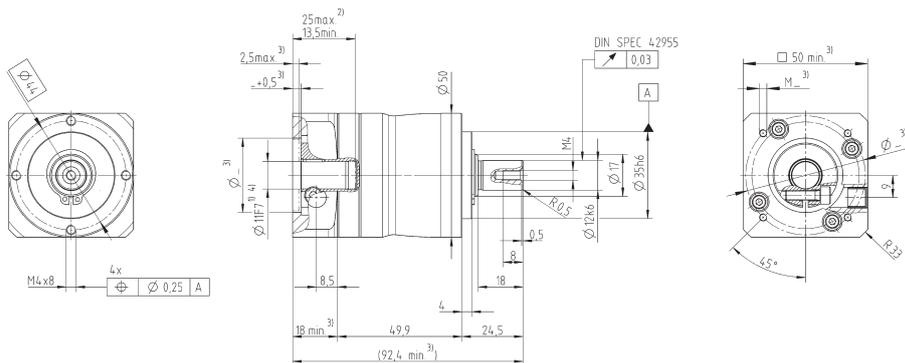
\*Please refer to catalog pages 4 and 5 for detailed information on manual selection based on the application.

For application-specific sizing with cymex®, see [www.cymex.com](http://www.cymex.com)

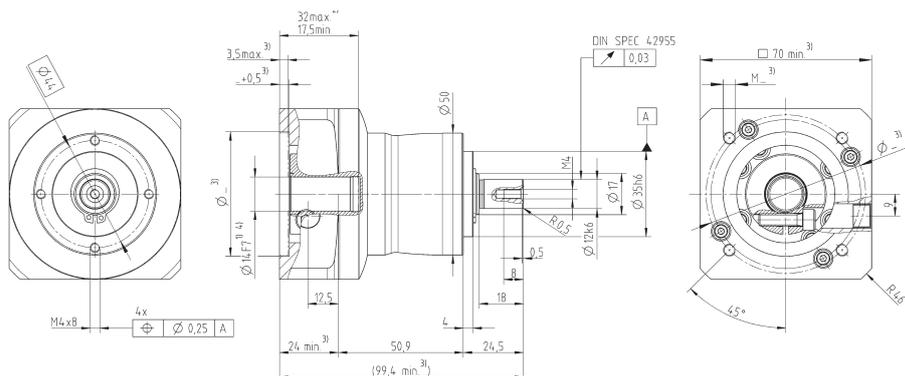
Motor shaft diameter [mm]

1-stage

Up to 4<sup>1)</sup> (B) clamping hub diameter

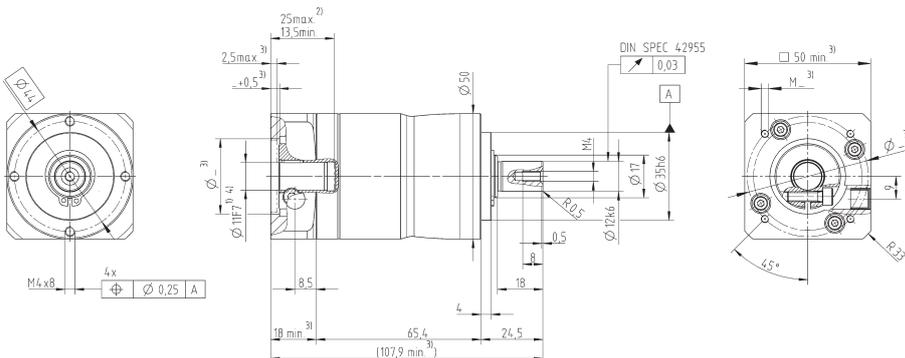


Up to 14<sup>4)</sup> (C) clamping hub diameter

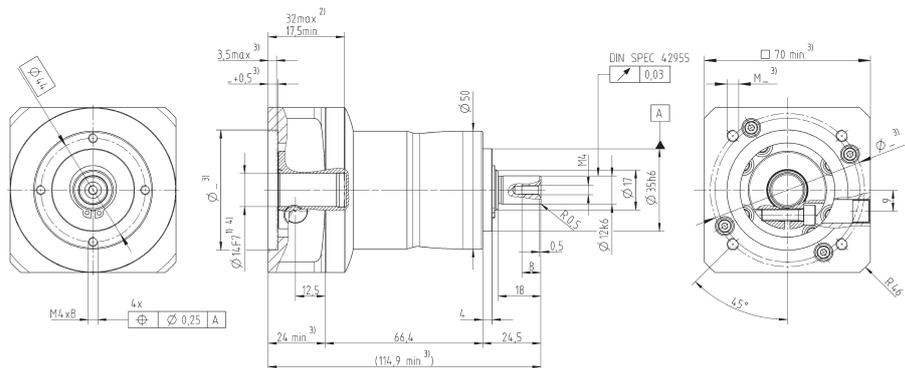


2-stage

Up to 4<sup>1)</sup> (B) clamping hub diameter

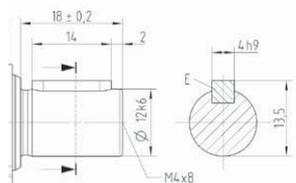


Up to 14<sup>4)</sup> (C) clamping hub diameter



Alternatives: Output shaft variants

Output shaft with key  
E = key as per DIN 6885, sheet 1, form A



Non-tolerated dimensions ±1 mm

- 1) Check motor shaft fit.
- 2) Min./max. permissible motor shaft length.  
Longer motor shafts are adaptable; please contact us.
- 3) The dimensions depend on the motor.
- 4) Smaller motor shaft diameters are compensated by a bushing with a minimum thickness of 1 mm.

⚠ Motor mounting according to operating manual

# NP 015S

				1-stage						2-stage												
Ratio <sup>a)</sup>	i	3	4	5	7	8	10	12	15	16	20	25	28	30	32	35	40	50	64	70	100	
Maximum torque	MF $T_{2a}$	Nm	51	56	64	64	56	56	51	51	56	56	64	56	51	56	64	56	64	56	64	56
		in.lb	450	500	570	570	500	500	450	450	500	500	570	500	450	500	570	500	570	500	570	500
Maximum torque	HIGH TORQUE – MA $T_{2a}$	Nm	88	67	-	-	-	-	62	67	67	67	-	67	62	-	-	67	-	-	-	-
		in.lb	780	590	-	-	-	-	550	590	590	590	-	590	550	-	-	590	-	-	-	-
Emergency stop torque <sup>b)</sup>	$T_{2Not}$	Nm	75																			
		in.lb	660																			
Nominal input speed <sup>c)</sup>	$n_{1N}$	min <sup>-1</sup>	3300				4000			3800					4300							
Max. input speed	$n_{1Max}$	min <sup>-1</sup>	8000						10000													
Max. torsional backlash	$j_t$	arcmin	Standard ≤ 8						Standard ≤ 10													
Max. axial force <sup>d)</sup>	$F_{2AMax}$	N	1550																			
		lb <sub>f</sub>	350																			
Max. radial force <sup>d)</sup>	$F_{2RMMax}$	N	1700																			
		lb <sub>f</sub>	380																			
Weight incl. standard adapter plate <sup>e)</sup>	m	kg	1.9 - 3						1.9 - 2.9													
		lb <sub>m</sub>	4.2 - 6.6						4.2 - 6.4													
Operating noise <sup>f)</sup>	$L_{pA}$	dB(A)	≤ 59						≤ 58													
Max. permitted housing temperature	°C		+90																			
	F		+194																			
Ambient temperature	°C		-15 to +40																			
	F		5 to 104																			
Lubrication	Lubricated for life																					
Paint	Housing: pearl dark grey / Drive-Side: Innovation Blue																					
Direction of rotation	Motor and gearhead same direction																					
Type of protection	IP 64																					
Moment of inertia (related to the drive)	kgcm <sup>2</sup>		0.13 to 0.53						0.02 to 0.14													
	10 <sup>-3</sup> in.lb.s <sup>2</sup>		0.13 to 0.5						0.02 to 0.13													
Clamping hub diameter	Standard	mm	9(A) 11(B) 14(C)						8(Z) 9(A) 11(B)													
	big		16(D) 19(E)						14(C)													

<sup>a)</sup> Other ratios available on request.

<sup>b)</sup> Permitted 1000 times during the service life of the gearhead. If  $T_{2a} > T_{2Not}$ , then  $T_{2Not}$  is the maximum permitted value.

<sup>c)</sup> At  $T_{1N}$  and 20°C ambient temperature. Higher speeds possible if calculated using cymex®.

<sup>d)</sup> Refers to the center of the output shaft at  $n_2 = 150$  rpm.

<sup>e)</sup> Depending on the clamping hub diameter and the selected adapter plate.

<sup>f)</sup> At  $i=10$  and  $n_1=3000$  rpm at no load.

You can select a suitable adapter plate using the online configurator on [www.wittenstein-alpha.com](http://www.wittenstein-alpha.com)

Quick gearhead selection based on the motor characteristic\*:

Max. torque  $T_{2a} \geq T_{max\ motor} \cdot i$

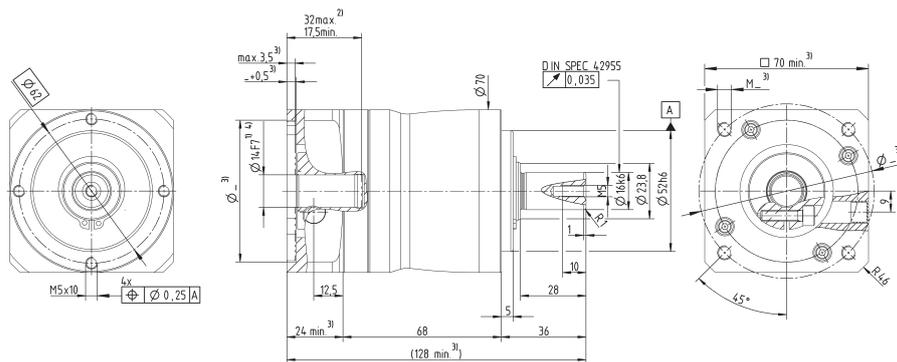
\*Please refer to catalog pages 4 and 5 for detailed information on manual selection based on the application.

For application-specific sizing with cymex®, see [www.cymex.com](http://www.cymex.com)

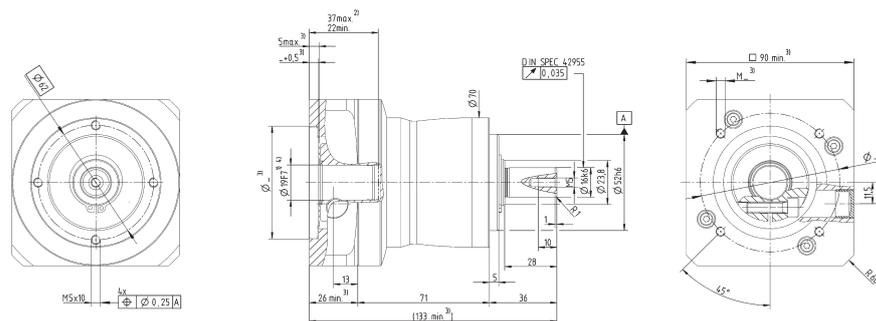
Motor shaft diameter [mm]

1-stage

Up to 14<sup>4)</sup> (C) clamping hub diameter

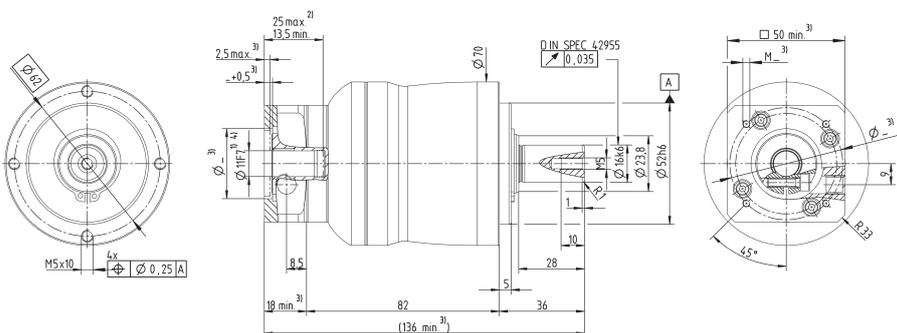


Up to 19<sup>4)</sup> (E) clamping hub diameter

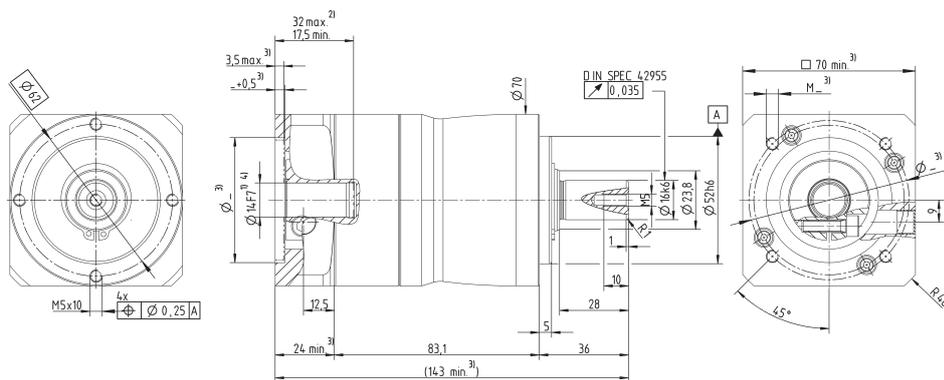


2-stage

Up to 11<sup>4)</sup> (B) clamping hub diameter

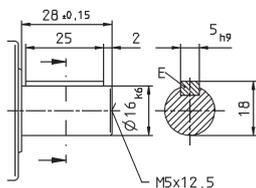


Up to 14<sup>4)</sup> (C) clamping hub diameter



Alternatives: Output shaft variants

Output shaft with key  
E = key as per DIN 6885, sheet 1, form A



Non-tolerated dimensions ±1 mm

- 1) Check motor shaft fit.
- 2) Min./max. permissible motor shaft length.  
Longer motor shafts are adaptable; please contact us.
- 3) The dimensions depend on the motor.
- 4) Smaller motor shaft diameters are compensated by a bushing with a minimum thickness of 1 mm.

⚠ Motor mounting according to operating manual

# NP 025S

				1-stage						2-stage														
Ratio <sup>a)</sup>		i		3	4	5	7	8	10	9	12	15	16	20	25	28	30	32	35	40	50	64	70	100
Maximum torque	MF	$T_{2a}$	Nm	128	152	160	160	144	144	128	128	128	152	152	160	152	128	152	160	152	160	144	160	144
			in.lb																					
Maximum torque	HIGH TORQUE – MA	$T_{2a}$	Nm	200	184	-	-	-	-	200	200	192	184	184	-	184	168	-	-	184	-	-	-	-
			in.lb																					
Emergency stop torque <sup>b)</sup>		$T_{2Not}$	Nm	190																				
			in.lb	16700																				
Nominal input speed <sup>c)</sup>		$n_{1N}$	min <sup>-1</sup>	3100			3600			3300					4000									
Max. input speed		$n_{1Max}$	min <sup>-1</sup>	7000						8000														
Max. torsional backlash		$j_t$	arcmin	Standard ≤ 8						Standard ≤ 10														
Max. axial force <sup>d)</sup>		$F_{2AMax}$	N											1900										
			lb <sub>f</sub>											430										
Max. radial force <sup>d)</sup>		$F_{2RMax}$	N											2800										
			lb <sub>f</sub>											630										
Weight incl. standard adapter plate <sup>e)</sup>		m	kg	3.8 - 6.4						4.1 - 5.9														
			lb <sub>m</sub>	8.4 - 14.1						9.1 - 13														
Operating noise <sup>f)</sup>		$L_{PA}$	dB(A)	≤ 61						≤ 59														
Max. permitted housing temperature			°C											+90										
			F											+194										
Ambient temperature			°C											-15 to +40										
			F											5 to 104										
Lubrication				Lubricated for life																				
Paint				Housing: pearl dark grey / Drive-Side: Innovation Blue																				
Direction of rotation				Motor and gearhead same direction																				
Type of protection				IP 64																				
Moment of inertia (related to the drive)			kgcm <sup>2</sup>	0.3 to 1.8						0.2 to 0.56														
			10 <sup>-3</sup> in.lb.s <sup>2</sup>	0.2 to 1.6						0.2 to 0.5														
Clamping hub diameter	Standard		mm	14(C) 16(D) 19(E)						9(A) 11(B) 14(C)														
	big			24(G) 28(H)						16 (D) 19(E)														

<sup>a)</sup> Other ratios available on request.

<sup>b)</sup> Permitted 1000 times during the service life of the gearhead. If  $T_{2a} > T_{2Not}$ , then  $T_{2Not}$  is the maximum permitted value.

<sup>c)</sup> At  $T_{1N}$  and 20°C ambient temperature. Higher speeds possible if calculated using cymex®.

<sup>d)</sup> Refers to the center of the output shaft at  $n_2 = 150$  rpm.

<sup>e)</sup> Depending on the clamping hub diameter and the selected adapter plate.

<sup>f)</sup> At  $i=10$  and  $n_1=3000$  rpm at no load.

You can select a suitable adapter plate using the online configurator on [www.wittenstein-alpha.com](http://www.wittenstein-alpha.com)

Quick gearhead selection based on the motor characteristic\*:

Max. torque  $T_{2a} \geq T_{max\ motor} \cdot i$

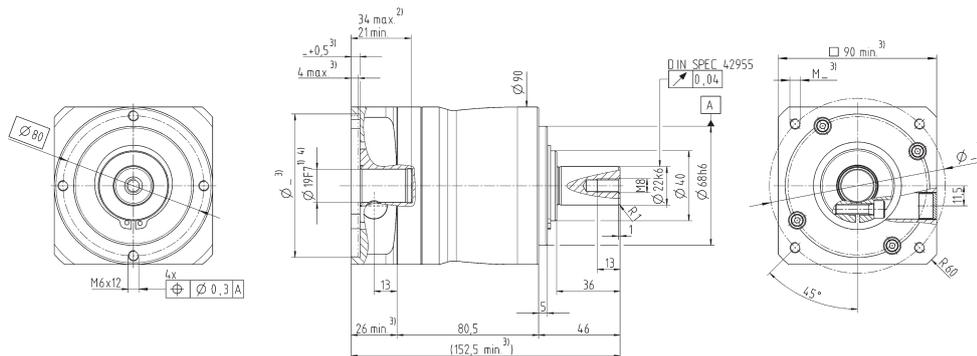
\*Please refer to catalog pages 4 and 5 for detailed information on manual selection based on the application.

For application-specific sizing with cymex®, see [www.cymex.com](http://www.cymex.com)

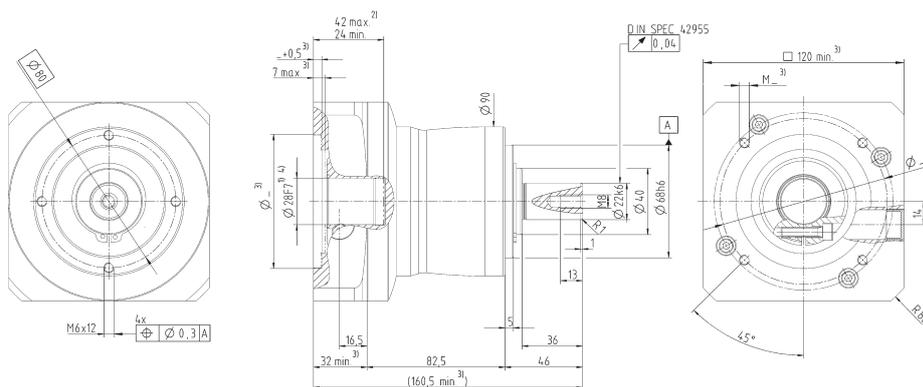
Motor shaft diameter [mm]

1-stage

Up to 19<sup>4)</sup> (E) clamping hub diameter

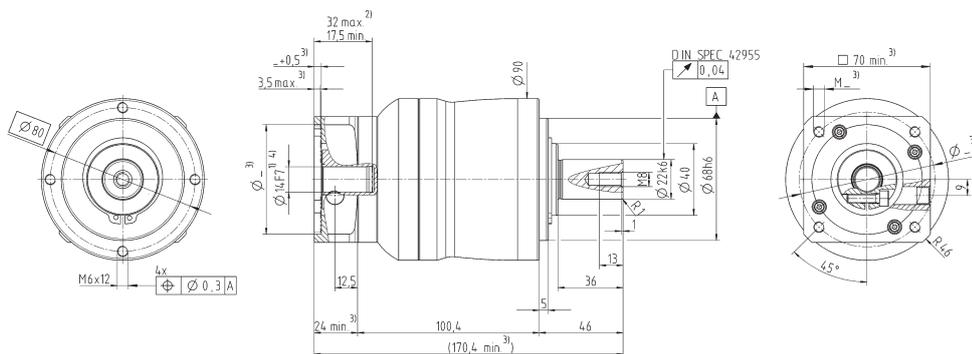


Up to 28<sup>4)</sup> (H) clamping hub diameter

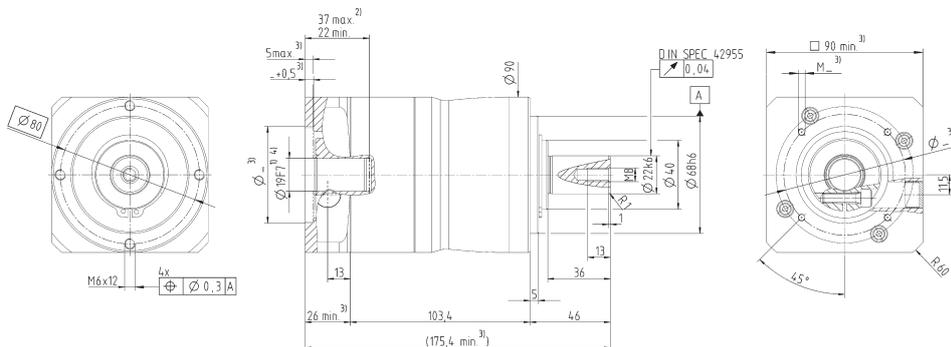


2-stage

Up to 14<sup>4)</sup> (C) clamping hub diameter

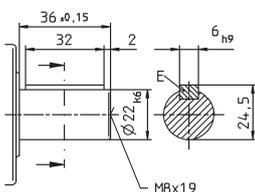


bis 19<sup>4)</sup> (E) clamping hub diameter



### Alternatives: Output shaft variants

Output shaft with key  
E = key as per DIN 6885, sheet 1, form A



Non-tolerated dimensions  $\pm 1$  mm

- 1) Check motor shaft fit.
- 2) Min./max. permissible motor shaft length.  
Longer motor shafts are adaptable; please contact us.
- 3) The dimensions depend on the motor.
- 4) Smaller motor shaft diameters are compensated by a bushing with a minimum thickness of 1 mm.

⚠ Motor mounting according to operating manual

# NP 035S

Ratio <sup>a)</sup>	i	1-stage										2-stage												
		3	4	5	7	8	10	9	12	15	16	20	25	28	30	32	35	40	50	64	70	100		
Maximum torque	MF	$T_{2a}$	Nm	320	408	400	400	352	352	320	320	320	408	408	400	408	320	408	400	408	400	352	400	352
			in.lb	2830	3610	3540	3540	3120	3120	2830	2830	2830	3610	3610	3540	3610	2830	3610	3540	3610	3540	3120	3540	3120
Maximum torque	HIGH TORQUE – MA	$T_{2a}$	Nm	488	488	-	-	-	-	488	488	480	488	488	-	488	432	-	-	488	-	-	-	-
			in.lb	4320	4320	-	-	-	-	4320	4320	4250	4320	4320	-	4320	3820	-	-	4320	-	-	-	-
Emergency stop torque <sup>b)</sup>		$T_{2Not}$	Nm	480																				
			in.lb	4200																				
Nominal input speed <sup>c)</sup>		$n_{1N}$	min <sup>-1</sup>	2300					2800					3100					3600					
Max. input speed		$n_{1Max}$	min <sup>-1</sup>	6000										7000										
Max. torsional backlash		$j_t$	arcmin	Standard ≤ 8										Standard ≤ 10										
Max. axial force <sup>d)</sup>		$F_{2AMax}$	N	4000																				
			lb <sub>f</sub>	900																				
Max. radial force <sup>d)</sup>		$F_{2RMMax}$	N	5000																				
			lb <sub>f</sub>	1130																				
Weight incl. standard adapter plate <sup>e)</sup>		m	kg	9.4 - 15.6										9.8 - 14.3										
			lb <sub>m</sub>	21 - 34										22 - 32										
Operating noise <sup>f)</sup>		$L_{PA}$	dB(A)	≤ 65										≤ 61										
Max. permitted housing temperature			°C	+90																				
			F	+194																				
Ambient temperature			°C	-15 to +40																				
			F	5 to 104																				
Lubrication				Lubricated for life																				
Paint				Housing: pearl dark grey / Drive-Side: Innovation Blue																				
Direction of rotation				Motor and gearhead same direction																				
Type of protection				IP 64																				
Moment of inertia (related to the drive)			kgcm <sup>2</sup>	0.9 to 8.3										0.24 to 1.9										
			10 <sup>-3</sup> in.lb.s <sup>2</sup>	0.8 to 7.4										0.21 to 1.7										
Clamping hub diameter	Standard		mm	19(E) 24(G) 28(H)										14(C) 16(D) 19(E)										
				big	32(I) 38(K)										24(G) 28(H)									

<sup>a)</sup> Other ratios available on request.

<sup>b)</sup> Permitted 1000 times during the service life of the gearhead. If  $T_{2a} > T_{2Not}$ , then  $T_{2Not}$  is the maximum permitted value.

<sup>c)</sup> At  $T_{1N}$  and 20°C ambient temperature. Higher speeds possible if calculated using cymex®.

<sup>d)</sup> Refers to the center of the output shaft at  $n_2 = 150$  rpm.

<sup>e)</sup> Depending on the clamping hub diameter and the selected adapter plate.

<sup>f)</sup> At  $i=10$  and  $n_1=3000$  rpm at no load.

You can select a suitable adapter plate using the online configurator on [www.wittenstein-alpha.com](http://www.wittenstein-alpha.com)

Quick gearhead selection based on the motor characteristic\*:

Max. torque  $T_{2a} \geq T_{max\ motor} \cdot i$

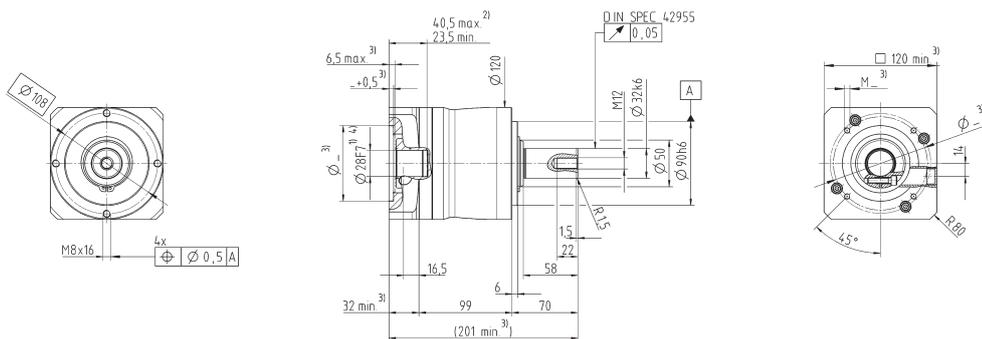
\*Please refer to catalog pages 4 and 5 for detailed information on manual selection based on the application.

For application-specific sizing with cymex®, see [www.cymex.com](http://www.cymex.com)

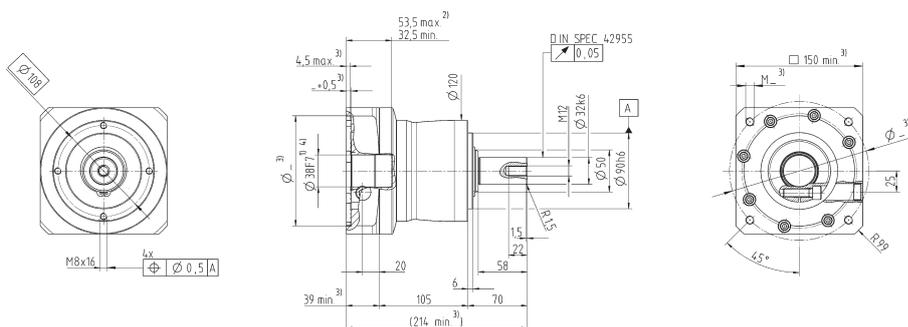
Motor shaft diameter [mm]

1-stage

Up to 28<sup>4)</sup> (H) clamping hub diameter

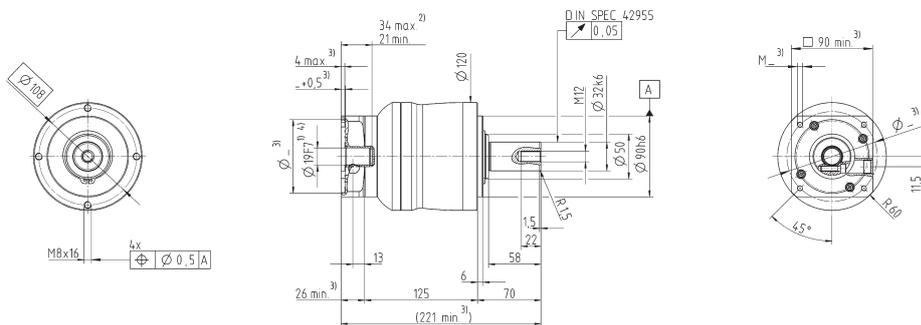


Up to 38<sup>4)</sup> (K) clamping hub diameter

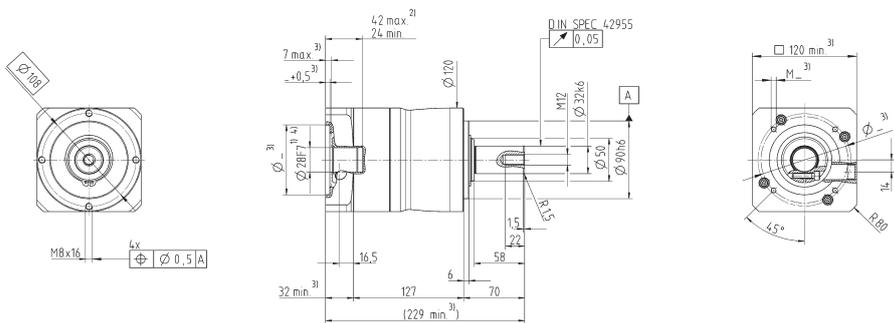


2-stage

Up to 19<sup>4)</sup> (E) clamping hub diameter

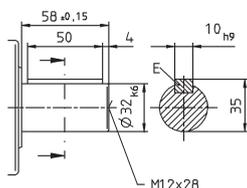


Up to 28<sup>4)</sup> (H) clamping hub diameter



Alternatives: Output shaft variants

Output shaft with key  
E = key as per DIN 6885, sheet 1, form A



Non-tolerated dimensions ± 1 mm

- 1) Check motor shaft fit.
- 2) Min./max. permissible motor shaft length.  
Longer motor shafts are adaptable; please contact us.
- 3) The dimensions depend on the motor.
- 4) Smaller motor shaft diameters are compensated by a bushing with a minimum thickness of 1 mm.

⚠ Motor mounting according to operating manual

# NP 045S

Ratio <sup>a)</sup>	i	1-stage			2-stage					
		5	8	10	25	32	50	64	100	
Maximum Torque	MF $T_{2a}$	Nm	800	640	640	700	640	700	640	640
		in.lb	7080	5660	5660	6200	5660	6200	5660	5660
Emergency stop torque <sup>b)</sup>	$T_{2Not}$	Nm	1000							
		in.lb	8900							
Nominal input speed <sup>c)</sup>	$n_{1N}$	min <sup>-1</sup>	2000	2200		2600				
Max. input speed	$n_{1Max}$	min <sup>-1</sup>	4000			6000				
Max. torsional backlash	$j_t$	arcmin	Standard ≤ 8			Standard ≤ 10				
Max. axial force <sup>d)</sup>	$F_{2AMax}$	N	6000							
		lb <sub>f</sub>	1400							
Max. radial force <sup>d)</sup>	$F_{2RMax}$	N	8000							
		lb <sub>f</sub>	1800							
Weight incl. standard adapter plate <sup>e)</sup>	m	kg	19 - 25			20 - 28				
		lb <sub>m</sub>	42 - 55			43 - 62				
Operating noise <sup>f)</sup>	$L_{PA}$	dB(A)	≤ 68			≤ 65				
Max. permitted housing temperature	°C		+90							
	F		+194							
Ambient temperature	°C		-15 to +40							
	F		5 to 104							
Lubrication	Lubricated for life									
Paint	Housing: pearl dark grey / Drive-Side: Innovation Blue									
Direction of rotation	Motor and gearhead same direction									
Type of protection	IP 64									
Moment of inertia (related to the drive)	kgcm <sup>2</sup>		7.2 to 8.8			0.8 to 7.6				
	10 <sup>-3</sup> in.lb.s <sup>2</sup>		6.4 to 7.8			0.7 to 6.7				
Clamping hub diameter	Standard	mm	38(K)			19(E) 24(G) 28(H)				
	big		-			32(I) 38(K)				

<sup>a)</sup> Other ratios available on request.

<sup>b)</sup> Permitted 1000 times during the service life of the gearhead. If  $T_{2a} > T_{2Not}$ , then  $T_{2Not}$  is the maximum permitted value.

<sup>c)</sup> At  $T_{1N}$  and 20°C ambient temperature. Higher speeds possible if calculated using cymex®.

<sup>d)</sup> Refers to the center of the output shaft at  $n_2 = 150$  rpm.

<sup>e)</sup> Depending on the clamping hub diameter and the selected adapter plate.

<sup>f)</sup> At  $i=10$  and  $n_1=3000$  rpm at no load.

You can select a suitable adapter plate using the online configurator on [www.wittenstein-alpha.com](http://www.wittenstein-alpha.com)

Quick gearhead selection based on the motor characteristic\*:

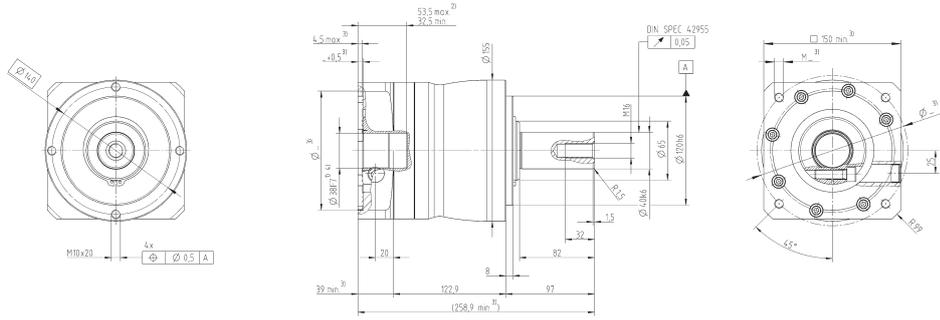
Max. torque  $T_{2a} \geq T_{max\ motor} \cdot i$

\*Please refer to catalog pages 4 and 5 for detailed information on manual selection based on the application.

For application-specific sizing with cymex®, see [www.cymex.com](http://www.cymex.com)

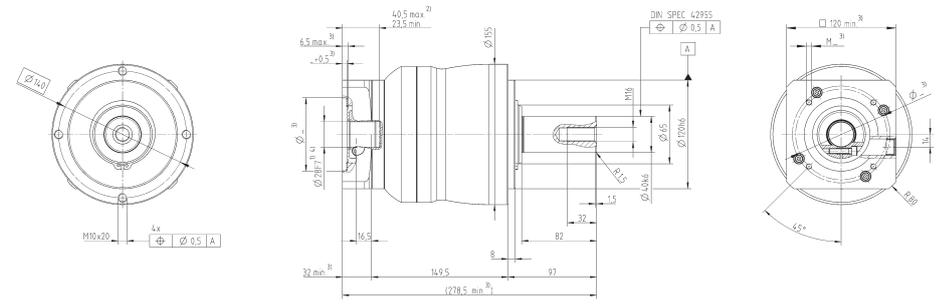
1-stage

Up to 38<sup>4)</sup> (K) clamping hub diameter

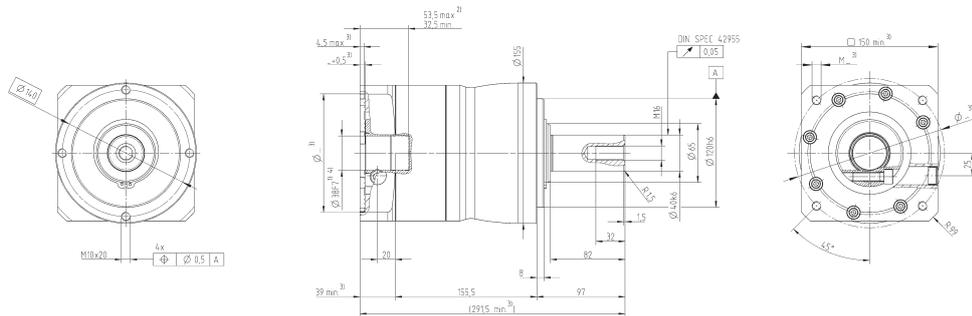


2-stage

Up to 28<sup>4)</sup> (H) clamping hub diameter

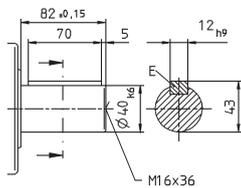


Up to 38<sup>4)</sup> (K) clamping hub diameter



Alternatives: Output shaft variants

Output shaft with key  
E = key as per DIN 6885, sheet 1, form A



Non-tolerated dimensions  $\pm 1$  mm

- 1) Check motor shaft fit.
- 2) Min./max. permissible motor shaft length.  
Longer motor shafts are adaptable; please contact us.
- 3) The dimensions depend on the motor.
- 4) Smaller motor shaft diameters are compensated by a bushing with a minimum thickness of 1 mm.

⚠ Motor mounting according to operating manual

## Equivalent force at the output ( $F_{2eq}$ )

The equivalent force  $F_{2eq}$  at the output describes the decisive forces for gearhead selection

## Equivalent application torque ( $T_{2eq}$ )

The equivalent application torque  $T_{2eq}$  describes the decisive torque for gearhead selection.

## Sizing factor ( $f_a$ )

The sizing factor  $f_a$  describes the influence of the daily operating time and the operating mode factor on the application torque.

## Operating mode factor ( $K_M$ )

The operating mode factor  $K_M$  describes the influence of the duty cycle, the number of cycles and the dynamics on the application torque.

## Moment of inertia (relates to the drive) (J)

The mass moment of inertia J is a measure of the effort applied by an object to maintain its momentary condition (at rest or moving).

## Operating noise ( $L_{PA}$ )

Low noise level  $L_{PA}$  is a factor of growing importance for environmental and health reasons. The gear ratio and speed both affect the noise level.

General rule:

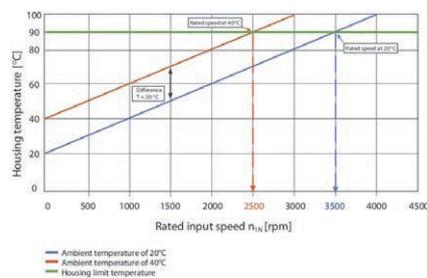
A higher speed means a higher noise level, while a higher ratio means a lower noise level. The values specified in our catalog relate to gearheads with a ratio  $i = 10/100$  at a speed  $n = 3000$  rpm

## Max. radial force ( $F_{2R}$ )

The radial force  $F_{2R}$  is the force component acting at right angles to the output shaft with the NP, NPS, NPR and NPL or parallel to the output flange with the NPT. It acts perpendicular to the axial force and can assume an axial distance of  $x_2$  in relation to the shaft shoulder with the NP, NPS, NPR and NPL or to the shaft flange with the NPT, which acts as a lever arm. The lateral force produces a bending moment.

## Max. input speed ( $n_{1max}$ ) and nominal input speed ( $n_{1N}$ )

Two speeds are of relevance when sizing a gearhead: the maximum speed and the nominal speed at the input. The maximum permissible speed  $n_{1Max}$  must not be exceeded because it serves as the basis for sizing  $\rightarrow$  cyclic operation. The nominal speed  $n_{1N}$  must not be exceeded in  $\rightarrow$  continuous operation. The housing temperature limits the nominal speed, which must not exceed 90°C. The nominal input speed specified in the catalogue applies to an ambient temperature of 20°C. As can be seen in the diagram below, the temperature limit is reached more quickly in the presence of an elevated outside temperature, in other words the nominal input speed must be reduced if the ambient temperature is high. The values applicable to your gearhead are available from WITTENSTEIN alpha on request.



## Max. output torque ( $T_{2a}$ )

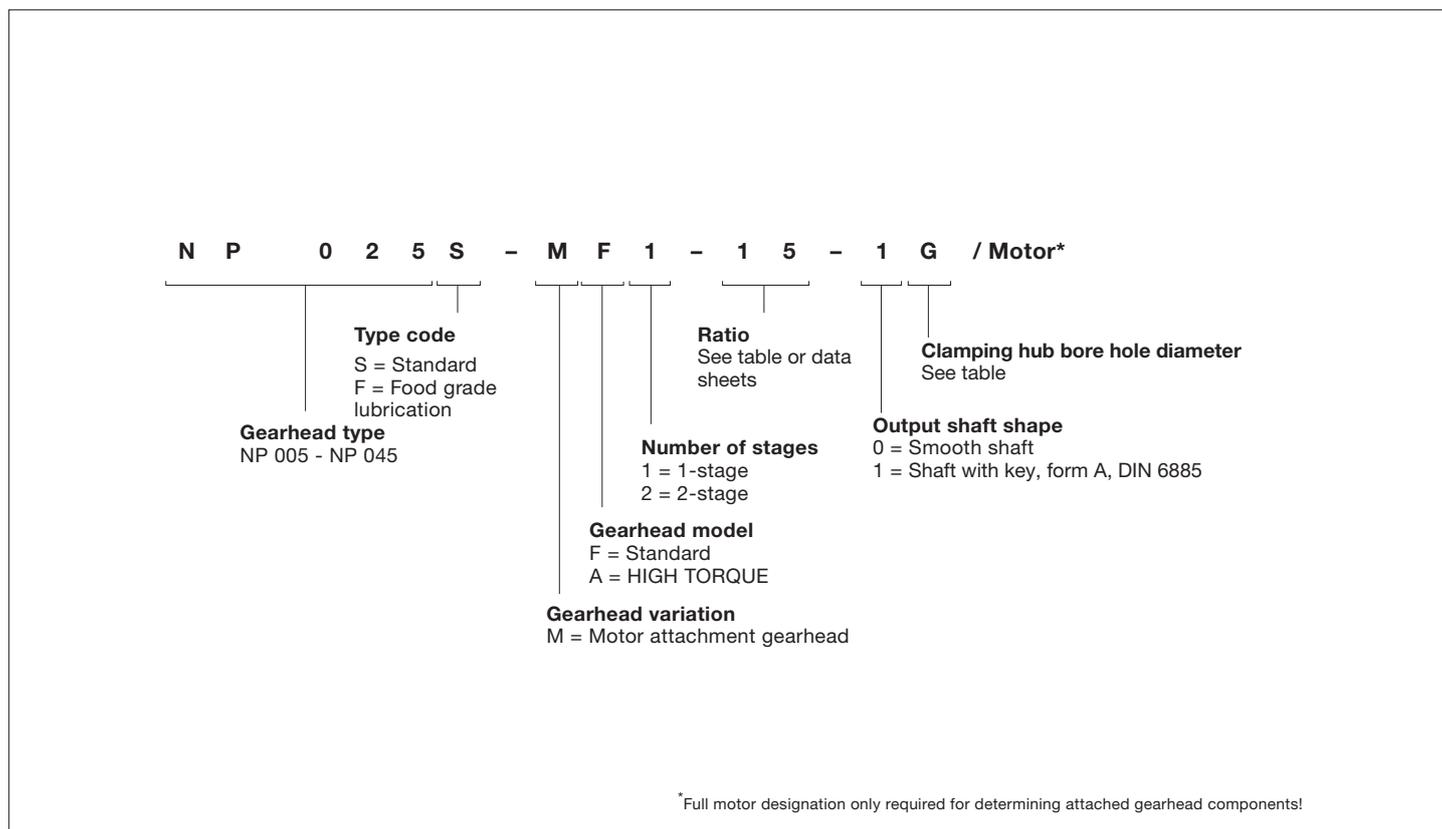
$T_{2a}$  is the maximum torque which can be transmitted by the gearhead. This value may be lower, depending on the specific boundary conditions of the application.

## Emergency stop torque ( $T_{2Not}$ )

The emergency stop torque [Nm]  $T_{2Not}$  is the maximum permissible torque at the gearhead output and must not be reached more than 1000 times during the life of the gearhead. It must never be exceeded.

Further information can be found in the glossary of our current product catalog

## Order codes for the alpha Value Line – NP



## Ratio and clamping hub diameter table

Size	Stages	Ratios	Clamping hub diameters* [mm]
005	1 stage	4, 5, 7, 8, 10	8 (Z), 9 (A), 11 (B), 14 (C)
	2 stage	16, 20, 25, 28, 35, 40, 50, 64, 70, 100	8 (Z), 9 (A), 11 (B), 14 (C)
015	1 stage	3, 4, 5, 7, 8, 10	9 (A), 11 (B), 14 (C), 16 (D), 19 (E)
	2 stage	12, 15, 16, 20, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 50, 64, 70, 100	8 (Z), 9 (A), 11 (B), 14 (C)
025	1 stage	3, 4, 5, 7, 8, 10	14 (C), 16 (D), 19 (E), 24 (G), 28 (H)
	2 stage	9, 12, 15, 16, 20, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 50, 64, 70, 100	9 (A), 11 (B), 14 (C), 16 (D), 19 (E)
035	1 stage	3, 4, 5, 7, 8, 10	19 (E), 24 (G), 28 (H), 32 (I), 38 (K)
	2 stage	9, 12, 15, 16, 20, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 50, 64, 70, 100	14 (C), 16 (D), 19 (E), 24 (G), 28 (H)
045	1 stage	5, 8, 10	38 (K)
	2 stage	25, 32, 50, 64, 100	19 (E), 24 (G), 28 (H), 32 (I), 38 (K)

\* Intermediate diameters are possible in combination with a bushing with a minimum thickness of 1 mm.



WITTENSTEIN alpha GmbH · Walter-Wittenstein-Straße 1 · 97999 Igersheim · Tel. +49 7931 493-0 · info@wittenstein-alpha.com

**WITTENSTEIN alpha – intelligent drive systems**

[www.wittenstein-alpha.com/alpha-value-line](http://www.wittenstein-alpha.com/alpha-value-line)

