



UNIVERSITAT JAUME I



Máster Universitario en Diseño y Fabricación

Diseño de un molde para prensado de baldosas cerámicas.



TRABAJO FIN DE MASTER

AUTOR: Carles Tarazona Caudet

DIRECTOR: Kudama Habib Ameen

Castellón , Octubre 2018

INDICE

I-MEMORIA DESCRIPTIVA.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. Estado del arte.....	11
2.1 Importancia de los moldes y matrices en la industria cerámica.....	13
2.2 Aspectos económicos de la fabricación de moldes y matrices.....	13
2.3 Modos de fallo de moldes y matrices.....	14
2.3.1 Desgaste.....	14
2.3.2 Deformación plástica.....	14
2.3.3 El recubrimiento.....	14
3. Estudio de mercado.....	15
3.1 La decoración en prensas.....	16
4. Definición, funcionalidades generales.....	17
5. Establecimiento de los objetivos.....	18
5.1 Objetivos del promotor.....	18
5.2 Objetivos del diseñador.....	18
5.3 Análisis de objetivos.....	19
6. Diseño conceptual del producto.....	20
6.1 A1 Sistema de elevación hidráulica tradicional.....	20
6.2 A2 Sistema de elevación mecánica mediante piño-cremallera y guiado por cojinetes.....	21
6.3 A3 Sistema de elevación mecánica mediante husillo y guiado por cojinetes.....	22
6.4 Selección de propuestas.....	23
7. DISEÑO FUNCIONAL.....	25
7.1 CAJA NEGRA.....	25
7.2 CAJA TRANSPARENTE Y LAYOUT.....	25
8. Diseño de detalle de producto.....	26
8.1 Sentido de diseño del molde.....	27
8.2 Ciclo de prensado del molde penetrante.....	28
8.2.1 Sistema de elevación propuesto.....	31
Elementos del sistema de elevación.....	31
8.2.2 Estructura.....	32
8.2.3 Guiado lineal.....	34
Vista general.....	34
Componentes del guiado lineal.....	35
Soportes brida de ejes, R1056.....	35
Brida set lineal R0723.....	35
8.2.4 Sistema portapunzones.....	36
8.2.5 Sistema de expulsión detallado.....	38
8.2.6 Selección del husillo.....	39
8.2.7 Husillo seleccionado, diseño previo.....	40
8.2.8 Determinación del par de accionamiento de un solo elevador de husillo.....	41
8.2.9 Calculo de la fuerza de pandeo critica del husillo.....	42
8.2.10 Par de accionamiento de sistemas de elevación -calculo exacto.....	43
8.2.10.1 Selección del motor.....	45
9. Diseño final del molde.....	46
9.1.1 Optimización del sistema de cuchillas.....	47
9.1.2 Calculo CAE del espesor mínimo del expulsor.....	52
Análisis CAE de las cuchillas modificadas en el momento del prensado.....	55
9.2 Piezas mecanizadas.....	56

9.2.1 Selección de materiales de las piezas mecanizadas.....	56
9.2.2 Selección de las herramientas para el mecanizado.....	63
10. Automatización y control.....	70
10.1 Control del motor trifásico.....	70
10.1.1 Selección del variador y el autómatas programable.....	72
10.1.2 Selección del variador de frecuencia y el plc.....	73
En la Figura 101 se adjunta el esquema de conexión estándar para realizar la conexión PLC-Driver, en los siguientes apartados se desglosaran y detallaran todos los elementos que aparecen en el esquema, dispositivos de seguridad, protecciones, reguladores de corriente, transformadores etc. Puede leerse el artículo completo de conexión el siguiente enlace al protocolo de conexión en la web oficial de la marca	73
Esquema eléctrico.....	77
Asignación de entradas y salidas.....	78
Esquema eléctrico conexión plc-variador-motor.....	79
Ladder de control.....	81
11. Seguridad y ergonomía.....	82
11.1 Normativa aplicable.....	82
12. MANTENIMIENTO.....	83
13. Sistema de codificación.....	84
14. Programas utilizados.....	85
15. Viabilidad técnica y económica.....	86
16. Conclusiones.....	86
1. ANÁLISIS DE PATENTES.....	89
1.1 Google Patentes.....	89
1.2 Espacenet.....	89
1.3 Oficina Española de patentes.....	89
1.4 Motivación de la búsqueda de patentes.....	90
1.4.1 Dispositivo para intercambio de cuchillas en moldes de piezas cerámicas.....	90
1.4.2 Matrices para el prensado de pavimento y revestimiento cerámico.....	91
1.4.3 Cuchillas intercambiables para prensas de materiales cerámicos.....	92
1.4.4 Marco protector contra polvo en moldes.....	93
2. Selección del husillo.....	94
1. PLIEGO DE CONDICIONES.....	123
1.1 Objeto.....	123
1.2 Condiciones generales y legales:.....	123
1.2.1 Normativa vigente.....	123
1.3 Garantías.....	124
1.3.1 Plazos de garantías.....	124
1.3.2 Control de calidades.....	124
1.3.3 Uso de la máquina.....	124
1.3.4 Condiciones de seguridad.....	125
1.4 Pliego de condiciones técnicas y de ejecución.....	125
2. Presupuesto.....	128
3. Planos.....	134

Índice de tablas

Tabla 1: diferentes tipos de moldes empleados en la fabricación de baldosas cerámicas.....	12
Tabla 2: diferentes tipos de moldes.....	15
Tabla 3: tipos de extractores utilizados en las prensas hidráulicas.....	15
Tabla 4: tecnologías de decoración en prensas.....	16
Tabla 5: Objetivos del promotor.....	18
Tabla 6: Objetivos del diseñador.....	18
Tabla 7: Análisis de objetivos.....	19
Tabla 8: Especificaciones con escalas de valoración.....	23
Tabla 9: Tabla Datum.....	24
Tabla 10: avance vertical en función de las rpm.....	40
Tabla 11: Calculo del par requerido en cada elemento.....	43
Tabla 12: Selección del motor de elevación trifásico.....	45
Tabla 13: Piezas codificadas para mecanizar.....	56
Tabla 14: propiedades generales del Acero al carbono ANSI 1030.....	61
Tabla 15: composición detallada del Acero al carbono ANSI 1030.....	61
Tabla 16: propiedades mecánicas del Acero al carbono ANSI 1030.....	61
Tabla 17: Información de los sensores dependiendo la posición del plato expulsor.....	76
Tabla 18: Entradas al autómata CPL1 y expansión CP1W-TS001.....	78
Tabla 19: Salidas del autómata CPL1 y expansión CP1W-TS001.....	78
Tabla 20: Codificación de ensamblajes mayores o generales.....	84
Tabla 21: Codificación de elementos para mecanizar.....	84
Tabla 22: Tolerancias generales para dimensiones lineales, excepto aristas matadas.....	134
Tabla 23: Tolerancias generales para dimensiones de aristas matadas.....	134
Tabla 24: Tolerancias generales para dimensiones angulares.....	134

Índice de figuras

Figura 1: Esquema de contenidos del proyecto actual.....	10
Figura 2: Prensa cerámica manual.....	11
Figura 3: Molde cerámico actual de la compañía Macer.....	13
Figura 4: Cuchilla intercambiable desgastada.....	14
Figura 5: Cilindro hidráulico de dos entradas.....	20
Figura 6: Boceto piño-cremallera para elevación del salvabanco.....	21
Figura 7: Boceto conjunto piño-cremallera para elevación del salvabanco.....	21
Figura 8: Boceto husillo para elevación del salvabanco.....	22
Figura 9: Boceto conjunto husillo para elevación del salvabanco.....	22
Figura 10: Caja negra.....	25
Figura 11: Caja transparente.....	25
Figura 12: Estratifican de los elementos del proyecto.....	27
Figura 13: primera caída de platos, y segunda caída tras retirada del carrito cargador.....	28
Figura 14: Primera prensada, desaireación.....	28
Figura 15: Segunda prensada, y extracción.....	28
Figura 16: Calculo del ciclo de prensado.....	29
Figura 17: Porcentaje de tiempos de ciclo de prensado.....	29
Figura 18: Ciclo de trabajo para prensado de 2000 m ² diarios.....	30
Figura 19: Ciclo de prensado adaptado a la elevación por husillo.....	30
Figura 20: esfuerzo según porcentaje de uso de los husillos.....	30
Figura 21: esquema del sistema de elevación requerido.....	31

Figura 22: Estructura principal del molde.....	32
Figura 23: Fuerzas aplicadas durante el prensado en la estructura.....	32
Figura 24: Sección transversal de la bancada con los anclajes a la vista.....	33
Figura 25: Modelo renderizado de la bancada y la columna atornilladas.....	33
Figura 26: sistema de guiado , detalle de elementos del ensamblaje.....	34
Figura 27: vista del anclaje del sistema de guiado con un corte a la base salvabanco.....	34
Figura 28: brida soporte ejes R1056.....	35
Figura 29: Brida set lineal R0723.....	35
Figura 30: Instalación del guiado lineal en la placa salvabanco.....	35
Figura 31: principio de diseño del expulsor.....	36
Figura 32: Vista inferior explosionada del expulsor.....	36
Figura 33: Explosión expulsor perspectiva superior.....	37
Figura 34: Medidas exteriores del expulsor ya ensamblado.....	37
Figura 35: Con junto de husillos y reenvíos según distribución I del catalogo ZIMM . Ensamble AG0218-01-000001.....	38
Figura 36: catalogo de elevadores de husillo Zimm 2018.....	39
Figura 37: Render de la vista general del husillo con y sin fuelle con el soporte ya instalado.....	40
Figura 38: fuerzas a pandeo de un husillo en el caso de euler $b=2$	42
Figura 39: Calculo del diámetro mínimo del núcleo del husillo.....	42
Figura 40: Diámetros de los núcleos de los husillos según catálogo.....	42
Figura 41: distribución de los husillos y el motor tipo J del catalogo Zimm.....	43
Figura 42: Par transmitido en los husillos del ensamble E0118-01-000005.....	44
Figura 43: Par transmitido en los reenvíos del ensamble E0118-01-000005.....	44
Figura 44: Par transmitido en el motor con el coeficiente de seguridad aplicado.....	44
Figura 45: Esquema de conexiones para el cambio de giro en motores trifásico de CA.....	45
Figura 46: Equipo expulsor completo, husillos, ejes, reenvíos, brida y motor.....	46
Figura 47: molde con el sistema expulsor, la base salvabanco, y la base del expulsor.....	46
Figura 48: Molde completamente montado.....	46
Figura 49: Zona de mayor desgaste de una cuchilla intercambiable.....	47
Figura 50: zona de aplicación del recubrimiento.....	47
Figura 51: proceso de mecanizado de las cuchillas.....	48
Figura 52: Ranurados rectos y circulares para disipar y distribuir tensiones en las esquinas de la base y las cuchillas.....	49
Figura 53: medidas exteriores e interiores de las cuchillas.....	49
Figura 54: Termopar final aislado de la masa.....	50
Figura 55: Configuración de acabado de la resistencia de alta carga.....	50
Figura 56: Tolerancias para el mecanizado del agujero de la resistencia.....	50
Figura 57: Vista de sección de la base expulsora, orificios mecanizados para las resistencias.....	51
Figura 58: Modulo de expansión CP1W-TS001 par CPL1.....	51
Figura 59: Sensor termo optico ES1B de Omron.....	51
Figura 60: Expulsor de espesor 30 mm, deformación máxima.....	52
Figura 61: Expulsor de espesor 60 mm, deformación máxima.....	52
Figura 62: Expulsor de espesor 45 mm, deformación máxima.....	53
Figura 63: Deformaciones experimentadas por la estructura durante el prensado de baldosas.....	53
Figura 64: tensiones experimentadas por la estructura durante el prensado.....	54
Figura 65: Cuchilla preparada para el cálculo CAE de la cuchilla estándar.....	54
Figura 66: tensiones en la cuchilla modificada.....	55
Figura 67: deformación de las cuchillas modificadas.....	55
Figura 68: Programa de selección de materiales y procesos, Ces Edupack.....	56
Figura 69: Filtros de selección aplicados en Ces Edupack.....	57
Figura 70: Numero total de materiales tras aplicar los diferentes filtros de CesEdupack.....	57
Figura 71: Filtro de procesos de conformado y fusión.....	58
Figura 72: precio vs limite elástico.....	58

Figura 73: formula del modulo de resiliencia.....	59
Figura 74: Dureza vs resiliencia.....	59
Figura 75: coste de mecanización vs huella de carbono durante el reciclado.....	60
Figura 76: Lista de materiales resultantes tras la aplicación de filtros en CesEdupack.....	60
Figura 77: Fotomicrografia, 0,38 wt% C acero, perlita y proeutectoide.....	62
Figura 78: Composición hipoeutectoide menor al 0,76 wt% C.....	62
Figura 79: grafico TTT acero hipoeutectoide.....	62
Figura 80: Esferoidita en un acero hipoeutectoide con 0,35% C.....	62
Figura 81: Vista general de las operaciones de torneado mas comunes.....	63
Figura 82: Vista general de las operaciones de fresado mas comunes.....	63
Figura 83: procedimiento de selección para el proceso de torneado.....	64
Figura 84: Materiales para mecanizado de piezas según la norma ISO.....	65
Figura 85: Fuerzas de corte, y tipo de viruta en materiales ISO P.....	65
Figura 86: operaciones para tornear en los pilares del molde.....	66
Figura 87: mecanizado de la base salvabanco.....	67
Figura 88: Procesos de mecanizado de la base portacuchillas.....	68
Figura 89: Mecanizado de la base del expulsor.....	68
Figura 90: Torneado de las columnas.....	68
Figura 91: Gama de productos Omron.....	70
Figura 92: Esquema del motor trifásico conectado al variador.....	70
Figura 93: Motor trifásico de 1 CV de la empresa ABB.....	70
Figura 94: Ejemplo de perfil de velocidad.....	71
Figura 95: Perfil de multivelocidad.....	71
Figura 96: Vista conceptual de la posición, las velocidades y aceleraciones del motor durante el ciclo de prensado.....	71
Figura 97: Control de posición utilizando un inverter y un PLC.....	72
Figura 98: Conexiones del autómatas predefinidas para pulsos de alta velocidad.....	72
Figura 99: controlador compacto de máquinas CPL1 de Omron.....	73
Figura 100: Variador de frecuencia MX2 de Omron.....	73
Figura 101: Cableado estándar del variador y el PLC.....	73
Figura 102: disco de encoder incremental.....	74
Figura 103: Encoder incremental E6F-C de Omron.....	74
Figura 104: medidas del encoder E6F-CWZ5G.....	74
Figura 105: Modo de conteo de impulsos con dos fases diferenciales.....	74
Figura 106: modo de reinicio con fase z combinado con software.....	75
Figura 107: Configuración de entradas para 2 encoders en unidades CPU con 40 puntos I/O.....	75
Figura 108: Estado de los sensores con el expulsor en posición inferior.....	76
Figura 109: Estado de los sensores con el expulsor en posición superior.....	76
Figura 110: Estado de los sensores con el expulsor en posición de elevación máxima.....	76
Figura 111: Esquema eléctrico sensores y entradas al autómatas programable CPL1.....	77
Figura 112: Esquema eléctrico conexión plc-variador-motor.....	79
Figura 113: Esquema grafico del ciclo de calibración del molde.....	79
Figura 114: Graficet de calibración del movimiento y sensores del movimiento del expulsor.....	80
Figura 115: Ladder de calibración del movimiento del molde.....	81
Figura 116: Normas de seguridad aplicables.....	82
Figura 117: Blender 3D versión 2.8.....	85
Figura 118: Suite completa de libre office.....	85
Figura 119: Gimp.....	85
Figura 120: Krita.....	85
Figura 121: Q-electotech.....	85
Figura 122: Buscador google patentes.....	89
Figura 123: Buscador Espacenet patentes.....	89
Figura 124: Oficina Española de patentes.....	89

Figura 125: Dispositivo para intercambio de cuchillas de cierre en moldes de piezas cerámicas...	90
Figura 126: Matrices para el prensado de pavimento y revestimiento cerámico.....	91
Figura 127: cuchillas intercambiables para prensas de materiales cerámicos.....	92
Figura 128: Marco protector contra polvo en moldes.....	93

Índice de tablas

Tabla 1: diferentes tipos de moldes empleados en la fabricación de baldosas cerámicas.....	12
Tabla 2: diferentes tipos de moldes.....	15
Tabla 3: tipos de extractores utilizados en las prensas hidráulicas.....	15
Tabla 4: tecnologías de decoración en prensas.....	16
Tabla 5: Objetivos del promotor.....	18
Tabla 6: Objetivos del diseñador.....	18
Tabla 7: Análisis de objetivos.....	19
Tabla 8: Especificaciones con escalas de valoración.....	23
Tabla 9: Tabla Datum.....	24
Tabla 10: avance vertical en función de las rpm.....	40
Tabla 11: Calculo del par requerido en cada elemento.....	43
Tabla 12: Selección del motor de elevación trifásico.....	45
Tabla 13: Piezas codificadas para mecanizar.....	56
Tabla 14: propiedades generales del Acero al carbono ANSI 1030.....	61
Tabla 15: composición detallada del Acero al carbono ANSI 1030.....	61
Tabla 16: propiedades mecánicas del Acero al carbono ANSI 1030.....	61
Tabla 17: Información de los sensores dependiendo la posición del plato expulsor.....	76
Tabla 18: Entradas al autómatas CPL1 y expansión CP1W-TS001.....	78
Tabla 19: Salidas del autómatas CPL1 y expansión CP1W-TS001.....	78
Tabla 20: Codificación de ensamblajes mayores o generales.....	84
Tabla 21: Codificación de elementos para mecanizar.....	84
Tabla 22: Tolerancias generales para dimensiones lineales, excepto aristas matadas.....	134
Tabla 23: Tolerancias generales para dimensiones de aristas matadas.....	134
Tabla 24: Tolerancias generales para dimensiones angulares.....	134

I-MEMORIA DESCRIPTIVA

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la evolución de la electrónica y la automatización ha producido grandes cambios en la industria. El abaratamiento de los componentes electrónicos, y sobre todo, de la electrónica de potencia y control, ha cambiado el modo en que se controlan la inmensa mayoría de las maquinas industriales. Cualquier empresa de fabricación actual, cuenta con una cantidad ingente de variadores de frecuencia, autómatas programables y ordenadores industriales. La sencillez de configuración y modificación, y la versatilidad que aportan a los procesos de fabricación, de unas empresas con tiempos de adaptación a los nuevos productos, con ciclos de vida producto cada vez mas cortos y donde la configuración por parte del cliente aporta gran valor añadido y conseguir diferenciación es uno de los principales objetivos de todas las empresas han sido clave para imponerse a las instalaciones tradicionales con menos flexibilidad y capacidad de modificación.

Estos cambios han permitido en la industria cerámica, grandes cambios en el proceso de fabricación, el surgimiento en el sector de piezas de gran formato , prensadas con prensas continuas o semi-continuas han creado un elemento diferenciador respecto a las prensas tradicionales, el tamaño, con piezas de un área entre 2-5 m² se hace difícil competir con las prensas tradicionales contra este nuevo tipo de azulejo, ya que las prensas hidráulicas serian demasiado grandes para poder competir con las anteriormente nombradas prensas continuas.

En este panorama surge el paradigma de la pequeña y media empresa incapaz de realizar las grandes inversiones que implica un cambio disruptivo como el que supone el cambio del prensado discontinuo al continuo. Uno de los modos de poder competir, es reducir el gasto, aumentando la fiabilidad y simplificando el proceso de prensado. Desde este proyecto se plantea el diseño de un molde con expulsor que prescinde del sistema hidráulico para la movimentación , y de los anclajes magnéticos para punzones y expulsor, para simplificar el proceso al máximo, priorizar piezas sencillas de sustituir, que permitan tener stock y que impliquen recurrir siempre a las empresas especializadas en prensas hidráulicas, evitando así grandes gastos en asistencia, y en pérdidas de producción en averías en turnos de noche y fin de semana.

La idea es aprovechar la versatilidad de los autómatas y drivers actuales, y sustituir la hidráulica por componentes mecánicos robustos, fiables y sencillos de sustituir por los mecánicos en plantilla mas especializados en averías de tipo eléctrico o mecánico.

Con el objetivo de aportar durabilidad se ha modificado el sistema de cuchillas para conseguir que sean mucho mas resistentes al desgaste proyectando compuestos mediante oxifuel que aumentan en gran medida la resistencia a abrasión y corrosión. También se ha modificado el alojamiento de las cuchillas para disipar las tensiones y reducir los fallos por fatiga de las cuchillas.

En la Figura 1 se ha plasmado el esquema de contenidos que permite seguir el desarrollo del proyecto , y apreciar los principales apartados en que se ha dividido

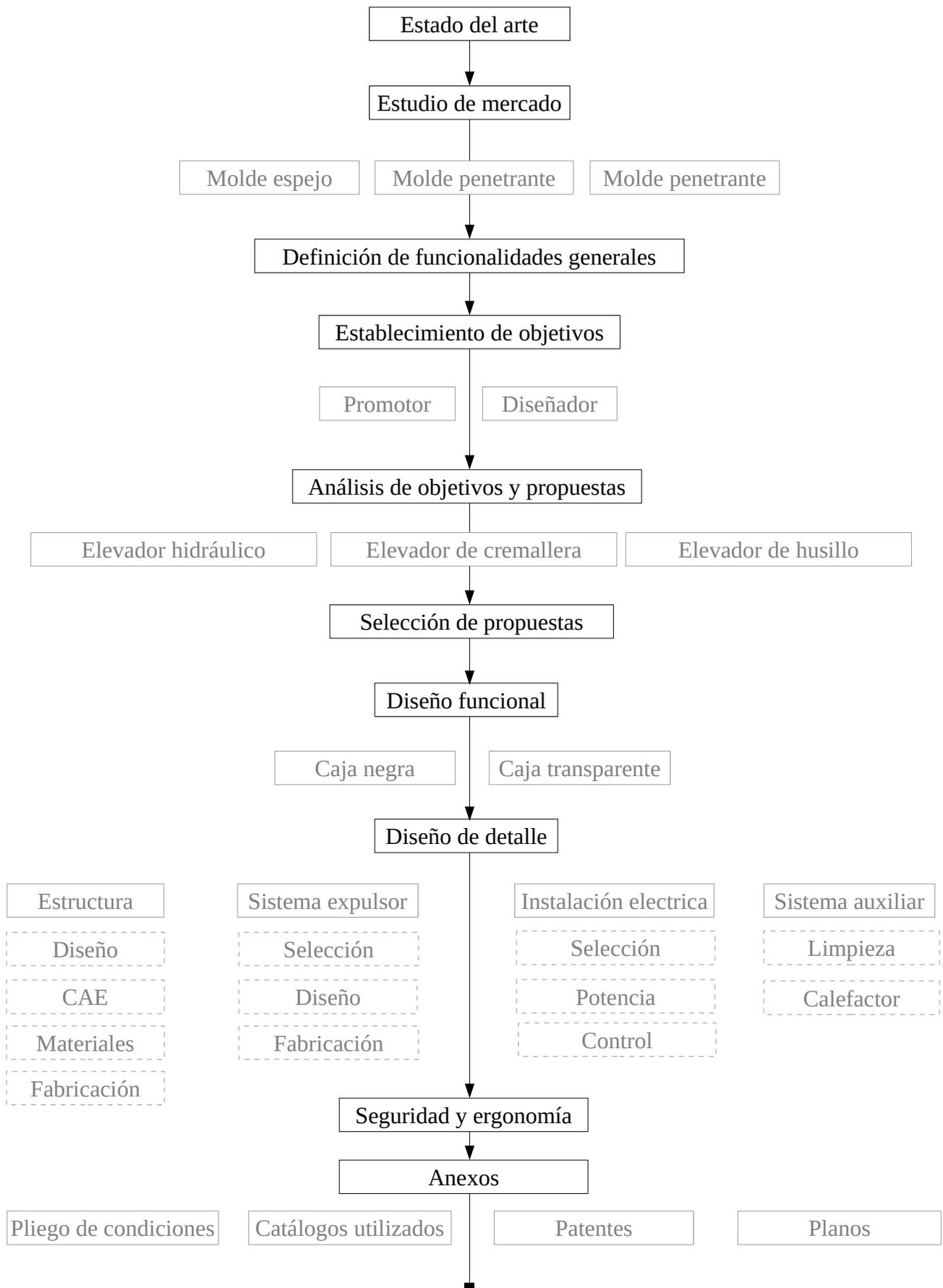


Figura 1: Esquema de contenidos del proyecto actual.

2. Estado del arte

La evolución del molde ha ido paralela a la evolución tecnológica del proceso de fabricación de baldosas cerámicas y, como es lógico, estrechamente ligada a la de las prensas. Desde las primeras prensas manuales, el molde ha experimentado muchos cambios, aunque es posible identificar dos importantes transformaciones: la primera tiene lugar con la automatización del proceso de prensado y coincide en el tiempo con la primera reconversión industrial, a principios de los años '60. Es quizás, la más profunda transformación del molde para baldosas ya que afecta a su propia concepción pues se pasa del compuesto por caja y punzones de las prensas de husillo y eléctricas a los más complejos de tipo espejo y penetrantes, cuya estructura se ha mantenido hasta la actualidad. El factor que determinó esta profunda transformación es, sin ninguna duda, la automatización de la extracción de la baldosa prensada, que hasta entonces se realizaba manualmente mediante un mecanismo a pedal que accionaba el punzón inferior. La introducción de los extractores a muelles con los pistones hidráulicos para la primera y segunda caídas de platos obligó a la adaptación del molde y permitió, por otra parte la fabricación de moldes, lo que supuso, junto a la gran velocidad de estas prensas y la con varias salidas reducción del número de operarios necesarios para su conducción, un importante aumento de la productividad de la planta.

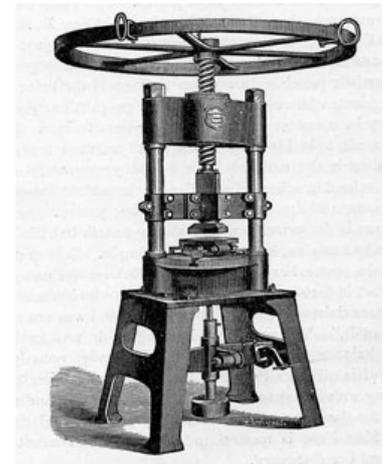


Figura 2: Prensa cerámica manual

Este importante cambio en la concepción del molde supuso la lógica transformación en su fabricación y rectificado, que hasta ese momento se realizaba en pequeños talleres mecánicos que diversificaban sus actividades de servicio a la industria y a las actividades agrarias. La fabricación de los nuevos moldes supuso la aparición de talleres especializados que requerían mayores inversiones económicas y personal más cualificado ya que, en paralelo con la complejidad del molde, se desarrollaban en estas empresas incipientes funciones de atención técnica al cliente.. Los nuevos moldes para prensas automáticas de fricción podían ser, como se ha dicho, penetrantes o espejo. Su estructura es básicamente la misma y las únicas diferencias estriban en que en los segundos el punzón superior tiene una superficie mayor que el alvéolo y en que la matriz es móvil, por lo que su movimiento descendente, comandado mediante pistones hidráulicos, permite la aplicación de la fuerza de deformación al polvo.

La segunda reconversión industrial supuso un cambio radical en el proceso productivo de las baldosas cerámicas, que sin embargo afectó escasamente al molde. Algunas prensas manuales ya habían incorporado, como se verá en su momento, moldes de dos salidas, dividiendo la caja mediante una tabica y modificando los punzones superiores e inferiores. Esto era posible no sólo porque cambió el sistema extractor, sino, sobre todo, Porque las nuevas prensas de fricción eran capaces de desarrollar una mayor fuerza de prensado.

La sustitución de las prensas de fricción por las hidráulicas se realizó manteniendo en ambas el mismo tipo de molde, si bien el progresivo aumento de tonelaje y distancia libre entre columnas

permitió su fabricación para formatos mayores con un aumento en el número de salidas. Se inician a partir de aquí una serie de importantes transformaciones en los primeros '80 y que tienen su continuidad y evolución en los '90, como son:

- Sustitución, en 1975 de la sujeción mediante tornillería de los punzones inferiores por la sujeción magnética. En 1985 se aplica la sujeción magnética a los punzones superiores, y en 1999 se introducen las placas electropermanentes.
- Introducción de los punzones de goma a partir de los primeros años 80. El sistema se perfecciona en la década de los 90 con los punzones superiores isostáticos.

El segundo gran cambio en la evolución del molde tiene lugar cuando ya se ha consolidado plenamente la segunda reconversión industrial del sector, a finales de los '80, con la introducción, por parte de los fabricantes de prensas, de nuevos sistemas de carga y extracción, en los que se sustituyen los pistones hidráulicos de extracción y las candelas, por sistemas integrados en los que el mecanismo expulsor y el molde forman parte de un mismo equipo. Estos cambios vienen catalizados por la necesidad de conseguir una gran homogeneidad en la carga del molde, derivada de la elevada contracción tras la cocción experimentada por algunos productos, como el gres porcelánico, sobre todo en los grandes formatos. Así se introducen en el mercado los sistemas SMIJ y SPE de la firma SACMI y SYNCRO de SITI, que gozan de una buena aceptación en el sector. No se trata propiamente de moldes ni de sistemas de carga y extracción, sino de máquinas que integran todos estos equipos. El molde, sufre algunos cambios y se integra en estos equipos como una parte más. Estos sistemas, en la actualidad coexisten con un elevado número de moldes tradicionales con sistemas de extracción a pistones y candelas.

Por otra parte, el proceso de fabricación del molde, ha evolucionado también de forma notable con la incorporación de tratamientos mecánicos gestionados por control numérico (CNC), con nuevos tratamientos superficiales de los materiales, con la difusión de programas de medida y digitalización de superficies y con la mejora en los materiales empleados. Las mejoras en el proceso de fabricación del molde han permitido la introducción, por parte de MACER, del sistema de cuchillas intercambiables que permite una gran flexibilidad en el empleo de matrices.

Prensa	Tipo de molde	Extractor	Carga
Husillo	Caja + punzones	Manual	Manual
Fricción eléctrica	Caja + punzones		
Fricción automática	Penetrante de fundición	Pistones y candelas	Carro
	Penetrante		
	Espejo		
Hidráulicas	Doble espejo	Pistones y candelas	Doble carga
	Penetrante		
	Espejo		
	SYNCRO		Carro rejilla flotante
	SMU		
	SPE		

Tabla 1: diferentes tipos de moldes empleados en la fabricación de baldosas cerámicas.

2.1 Importancia de los moldes y matrices en la industria cerámica.

El diseño y fabricación de matrices y moldes tiene especial importancia en el proceso total de producción. La calidad, el coste y el tiempo de fabricación de matrices y moldes afectan directamente a la economía de la industria cerámica. Por lo tanto, los productores de matrices y moldes están obligados a desarrollar e implementar las últimas tecnologías en el proceso de diseño, incluyendo: modelizado del proceso, prototipado, generación óptima de herramientas rápidas de corte, recubrimientos de superficie y reparación de matrices y moldes.

El diseño y fabricación de matrices y moldes representa un aspecto crucial en la cadena entera de producción. Esto puede ser ilustrado por las siguientes observaciones:

- Las matrices y moldes, pueden ser considerados una pequeña inversión comparado con el valor del programa entero de producción. Sin embargo, son cruciales, para determinar los tiempos, la calidad y coste de las partes discretas.
- La fabricación y puesta a punto de nuevas matrices y moldes pueden ser aspectos críticos para determinar la viabilidad y el tiempo de un programa entero de producción.
- La calidad de las matrices y moldes afecta directamente la calidad de las piezas producidas.

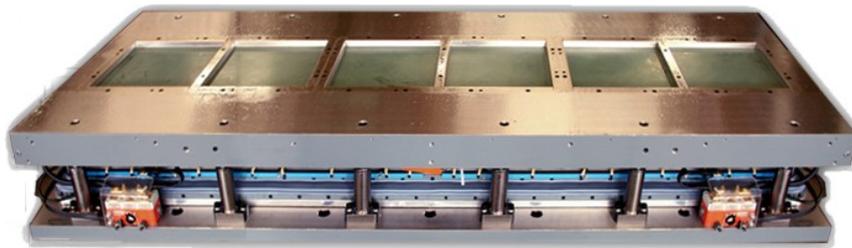


Figura 3: Molde cerámico actual de la compañía Macer

2.2 Aspectos económicos de la fabricación de moldes y matrices.

De acuerdo a un estudio de sondeo reciente, los mayores retos a los que se enfrentan los fabricantes de moldes y matrices son similares en todos los países industrializados, y son:

- Bajada de precios y márgenes de ganancia de tal forma que hay una fuerte necesidad de controlar y reducir los costes.
- Demanda de construcción de moldes/matrices en mucho menos tiempo (casi 50 % menos) que antes.
- Necesidad de extender el servicio al cliente (manejo, prototipado, asistencia en procesos de desarrollo).
- Carencia y coste de mano de obra cualificada, lo que conduce a la necesidad de formación extensa y larga de empleados y a usar las “nuevas tecnologías”.
- Globalización que conduce a un incremento de la competencia extranjera, especialmente de países en vías de desarrollo (economías emergentes) donde los niveles de formación están aumentando y los salarios son comparativamente bajos.

2.3 Modos de fallo de moldes y matrices.

Generalmente, los moldes y matrices están diseñados para tener la capacidad de soportar la producción en masa. Con un apropiado diseño y los modernos materiales duros, un molde de inyección es capaz de producir 100.000 piezas o más. Los principales modos de fallo que conducen al daño y ruina pueden generalizarse como sigue.

2.3.1 Desgaste.

Durante el proceso de moldeo, los moldes y matrices están sujetos a cargas mecánicas, tribológicas y químicas de manera cíclica, este tipo de cargas conducen a la remoción lenta del material del molde/matriz y finalmente a unas pobres tolerancias en las piezas fabricadas. Las cargas mecánicas y tribológicas son las responsables más comunes del fallo en los moldes o matrices de los procesos de trabajo en frío, como es el caso en los moldes cerámicos. El desgaste afecta decisivamente la vida en servicio de la herramienta en aproximadamente el 85% de los moldes de estampado. El desgaste de los moldes o matrices ocasiona la desviación de las tolerancias dimensionales fijadas para las piezas, y a menudo se hace necesaria la reparación de ciertas partes tras sufrir un daño extenso.

2.3.2 Deformación plástica.

Este tipo de fallo se ocasiona cuando la tensión de contacto excede el límite elástico a compresión del molde o matriz, este sufre deformación plástica, creando deformaciones permanentes que producirán unas tolerancias dimensionales deficientes.

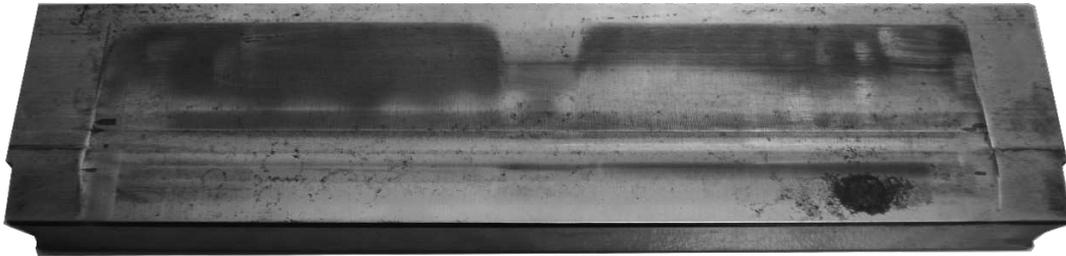


Figura 4: Cuchilla intercambiable desgastada.

2.3.3 El recubrimiento

Recubrir una pieza es sobreponer a ésta, otro material de naturaleza distinta para mejorar las propiedades superficiales del primero. Con los recubrimientos duros, es mejorada la resistencia al desgaste en matrices, herramientas, útiles para mecanizar y cortar y en definitiva dar forma o proteger a otros materiales.

Éstos han evolucionado de tal forma en los últimos años, que actualmente constituye una de las tecnologías punta en el campo de los tratamientos térmicos. Tiene la finalidad de mejorar ciertas propiedades superficiales y por lo tanto el rendimiento de todos los elementos recubiertos. Esto se consigue mediante recubrimientos específicos en las zonas de trabajo de las piezas.

3. Estudio de mercado

Se ha realizado un estudio de mercado enfocado principalmente a los tipos de moldes que existen en la actualidad, y ha desglosar sus características y los productos que permiten fabricar.

Las empresas fabricantes son limitadas y es muy difícil saber el coste de mercado del producto. En el caso del mercado nacional la dominadora es Macer, empresa afincada en Almazora, en el clúster azulejero de la provincia. Algunos talleres de menor tamaño fabrican el producto pero su grado innovación y desarrollo del producto es mucho menor, así que el estudio se ha centrado en la empresa castellanense. También se han tenido en cuenta los productos del grupo SACMI, empresa internacional con gran número de patentes en el sector azulejero.

TIPOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTOS MAYORITARIOS
Penetrante	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El punzón superior penetra en el alveolo. ▪ Cara noble hacia abajo: necesita volteador ▪ Con separador. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gres ▪ Monoporosa ▪ Revestimientos de bicocción ▪ Gres porcelánico
Espejo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Punzón superior de mayor superficie que el alveolo. El prensado se produce al descenderla matriz. ▪ Cara noble hacia arriba ▪ Sin separador ▪ No necesita volteador 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gres porcelánico
Doble molde	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dobla matriz ▪ Conformado en la parte superior ▪ Cara noble hacia arriba ▪ Con separador ▪ No necesita volteador 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gres porcelánico

Tabla 2: diferentes tipos de moldes

Según el tipo de extractor encontramos

Equipo	Fabricante	Foso	Descripción
Pistones y candelas	Varios	Si	2 pistones de doble efecto realizan las caídas de platos y la extracción
SMU (sollevamento Multiple Universale)	Sacmi	No	Dos pistones de doble efecto para la extracción y primera caída de los punzones. 4 pistones de simple efecto para la segunda caída. Si se desea una tercera caída de punzones (decoración en prensa) se instala un nuevo juego de pistones
SPE (Sollevamento Proporzionale Elettronico)	Sacmi	No	Deriva del SMU e incorpora la hidráulica proporcional. Dos pistones de extracción anclados a la placa portapunzones y dos pistones no anclados, todos ellos de doble efecto y comandados por válvulas proporcionales realizan todas las caídas. Dos transductores de posición permiten la medida exacta de la posición de los elementos móviles y su regulación.
SYNCRO	Siti	No	Componentes integrados en la bancada de la prensa Pistón central y cuatro cilindros hidráulicos en los ángulos de la placa expulsora.

Tabla 3: tipos de extractores utilizados en las prensas hidráulicas

3.1 La decoración en prensas

En la última década, el gres porcelánico ha experimentado una extraordinaria expansión mundial y ha incrementado notablemente su gama de productos, con el desarrollo del esmaltado y la decoración en la línea de esmaltado y con las decoraciones en prensa mediante la combinación de diferentes sistemas de alimentación, bien de forma simultanea o bien en cargas sucesivas de polvos coloreados.

Las decoraciones en prensa permiten obtener una amplia gama de efectos estéticos y de productos distintos, que suponen una alternativa de gran valor añadido a los productos tradicionales esmaltados, empleando tanto atomizados coloreados como materiales y esmaltes en diferentes presentaciones. La incorporación de etapas de decoración en la operación de esmaltado puede suponer una cierta simplificación del proceso productivo al integrar el esmaltado y la decoración en la etapa de conformado. No ocurre así con las instalaciones auxiliares, ya que, si bien es cierto que reduce las grandes secciones de preparación de esmaltes y líneas de esmaltado en húmedo; incrementa, como hemos visto, la sección de preparación de polvos, anterior al conformado. Las decoraciones en seco, por otra parte, permiten obtener una importante reducción en las cantidades de esmalte a aplicar y en los efluentes y residuos contaminantes.

Hasta ahora, la decoración en la prensa ha seguido dos grandes líneas (tabla 8.1): la decoración en los alvéolos del molde, que básicamente se realiza en doble o en múltiples cargas o en decoración en toda la mesa; y el doble prensado con precompactación con una prensa hidráulica o mediante un par de cintas compactadoras. Las posibilidades decorativas de la actuación en prensa se han multiplicado al incorporar la precompactación y las estaciones de decoración antes del prensado, mediante tecnologías que ya se han descrito, como los carros de alimentación FOTMAT de LB, el doble prensado o Twin press de Sacmi o el doble prensado con precompactación en línea, también de Sacmi.

Decoración de los alvéolos	Doble carga	
	Cargas múltiples	
	Decoración en toda la mesa	
Doble prensado	Doble prensado con precompactación hidráulica	Twin press de Sacmi
		Format 201 de LB
Carro con precompactación y decoración robotizada		
	Doble prensado con precompactación mediante cinta	Continua de Sacmi

Tabla 4: tecnologías de decoración en prensas.

4. Definición, funcionalidades generales.

En el presente proyecto se diseñara un molde de prensado de baldosas cerámicas para prensas hidráulicas, este se dimensionará para ser colocado en una prensa del fabricante SACMI, ya que a pesar de no ser el único estándar de prensas en la industria cerámica, si es el fabricante con mas penetración en el cluster de la cerámica de la provincia de Castellón

El tamaño del molde ha variado desde el inicio del proyecto, ya que las industrias cerámicas en la actualidad producen formatos cada vez mas grandes ; las prensas continuas actuales son capaces de producir modelos que rondan el metro y medio de ancho , y los tres metros de longitud. Sin embargo, aun son pocas las empresas punteras que trabajan dichos formatos.

Las prensas convencionales de proceso de fabricación tienen el limite optimo en los formatos siguientes:

- 500x1000 mm, 1000x1000 mm, y 600x1200 mm

Algunas prensas discontinuas llegan a prensar piezas de 1200x1200 mm, pero actualmente, debido a la apuesta de los dos grandes fabricantes por las prensas continuas, se ha obiado este tipo de formatos en la selección de prensa.

El proyecto considerará , que el molde espejo a utilizar estampara la costilla con la parte superior del molde, para poder realizar diseños intrincados, y de gran variación en la misma pieza, que las prensas continuas, hoy por hoy son incapaces de producir.

El molde está constituido por dos partes. La parte superior se fija en la travesa móvil de la prensa, mientras que la inferior se vincula a la bancada.

La selección de este tipo de molde, y colocación de los relieves de los punzones permite un mejor acabado de la pieza, pero obliga a la utilización de un girador de piezas a la salida de la prensa.

A continuación se describen las partes principales del molde:

Los motivos fundamentales que justifican el uso del molde de punzones penetrantes son los siguientes:

- Producción de azulejos de gran formato y/o espesor con separador y que deban prensarse con el lado a vista hacia abajo. Se trata de un molde con características intermedias entre el punzón entrante y el molde de espejo invertido.
- Puede emplearse para la producción de azulejos con el lado a vista hacia arriba, pero en este caso no es posible realizar el separador.
- Despolvoreo del punzón marca inferior respecto al molde de punzones entrantes, carrera de extracción del azulejo inferior al mismo molde (pero superior respecto al molde de espejo)

5. Establecimiento de los objetivos

Se ha obtenido los objetivos con los que debe cumplir el diseño, según la información proporcionada por el promotor, y según los criterios del diseñador deducidos de la bibliografía consultada y del estado actual de los moldes cerámicos en la industria.

5.1 Objetivos del promotor

Nº	Descripción	Tipo
1	Diseñar un molde para prensar baldosas hidráulicas.	Restricción
2	Ha de cumplir con la normativa de seguridad	Restricción
3	Tiene que estar proyectado para el mercado Europeo	Restricción
4	Debe poder utilizarse junto algunas de las prensas estándar del mercado	Restricción
5	La duración de las cuchillas ha de ser la máxima posible.	Optimizable
6	Producirá piezas de 100x100 cm	Restricción
7	Realizada una producción diaria de 3500 m ² o mas	Restricción
8	Realizar el mantenimiento ha de ser lo mas facil posible	Deseo
9	Las piezas de recambio han de ser lo mas estandar posible	Deseo

Tabla 5: Objetivos del promotor

5.2 Objetivos del diseñador

Nº	Descripción	Tipo
10	Simplificar el sistema hidráulico que se utiliza actualmente para la expulsión	Optimizable
11	Las piezas del molde han de ser lo mas estándar siempre que sea posible.	Optimizable
12	Al menos un 70% del material del molde se debe poder reciclar	Restricción
13	La precisión del sistema de elevación ha de ser la mayor posible	Optimizable
14	Debe ser lo más económico posible	Optimizable
15	El molde debería poder limpiarse de forma autónoma	Deseo
16	El sistema de elevación ha de tener anti-retorno si es posible.	Deseo

Tabla 6: Objetivos del diseñador.

5.3 Análisis de objetivos

Se analizarán los objetivos optimizables para cuantificarlos y transformarlos en especificaciones mediante la definición métrica que nos permite puntualizar las características del producto. En los casos que no sea posible se utilizará una cualidad que permita comparar las diferentes opciones de forma sencilla.

Nº	Descripción	Unidades
5	La duración de las cuchillas ha de ser la máxima posible.	Resistencia del material
7	Realizada una producción diaria de 3500 m ² o mas	m ² /día
8	Realizar el mantenimiento ha de ser lo mas fácil posible	Sencillez de reparación
10	Simplificar el sistema hidráulico que se utiliza actualmente para la expulsión	Sencillez: Superior, similar, menor al sistema actual.
11	Las piezas del molde han de ser lo mas estándar siempre que sea posible.	N.º de piezas especiales
12	Al menos un 70% del material del molde se debe poder reciclar	Restricción
13	La precisión del sistema de elevación ha de ser la mayor posible	Paso vertical en mm
14	Debe ser lo más económico posible	€
16	El sistema de elevación ha de tener anti-retorno si es posible.	Resistencia al retorno

Tabla 7: Análisis de objetivos

6. Diseño conceptual del producto

Teniendo en cuenta las especificaciones de diseño obtenidas, se han propuesto 3 diseños alternativos.

A continuación se presentarán las diferentes alternativas designadas con el nombre An, donde “n” indica el número de alternativa para un reconocimiento rápido. Aunque a cada alternativa propuesta se le ha asignado un nombre determinante:

6.1 A1 Sistema de elevación hidráulica tradicional.

La primera opción es un sistema hidráulico convencional como el que utilizan los molde actuales mas comunes en el mercado.

Esta primera opción cuenta con la ventaja de la actual implantación en el mercado, la robustez típica de los sistemas hidráulicos y la resistencia a la suciedad y los ambientes oxidantes y corrosivos. Pero por otro lado requiere un sistema hidráulico que le proporcione el aceite a las condiciones necesarias para operar en cada momento, estos sistemas son complejos de reparar , se calientan cuando se trabaja a temperaturas elevadas (mas de 30°) debido a la dificultad de refrigeración, y para obtener piezas de recambio suele ser habitual tener que acudir a la empresa fabricante.

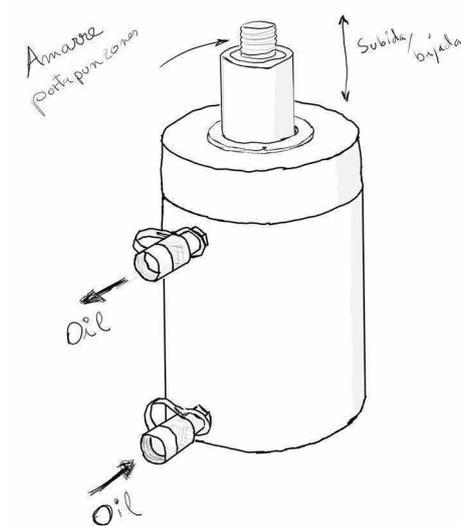


Figura 5: Cilindro hidráulico de dos entradas.

6.2 A2 Sistema de elevación mecánica mediante piño-cremallera y guiado por cojinetes.

La segunda opción es un sistema de cremallera, formado por dos engranajes, denominados piñón y cremallera, que convierten el movimiento de rotación generado por el motor eléctrico, en un movimiento rectilíneo de elevación vertical. El engranaje circular denominado «piñón» engrana con una barra dentada denominada «cremallera», de forma que un giro aplicado al piñón causa el desplazamiento lineal de la cremallera.

Las principales ventajas son la elevada precisión y velocidad que es capaz de conseguir, la posibilidad de funcionar un motor eléctrico como fuerza motriz, el movimiento fino y sin ruido en los modelos helicoidales, y la elevada resistencia antirretorno de los modelos rectos, y la posibilidad de optar por modelos con una elevada resistencia mecánica y química superficial.

Uno de sus puntos flacos es que el sistema necesita un guiado auxiliar a parte de la cremallera y algún eventual guiado anexo a esta que asegure que la cremallera permanece en la posición deseada. También se debería tener en cuenta que elevados niveles de suciedad y polvo podrían provocar problemas en los engranajes.

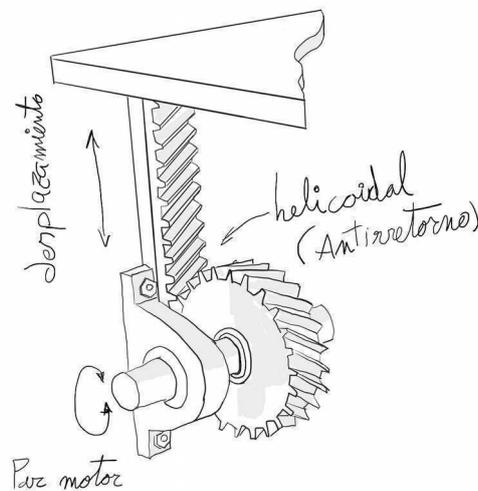


Figura 6: Boceto piño-cremallera para elevación del salvabanco

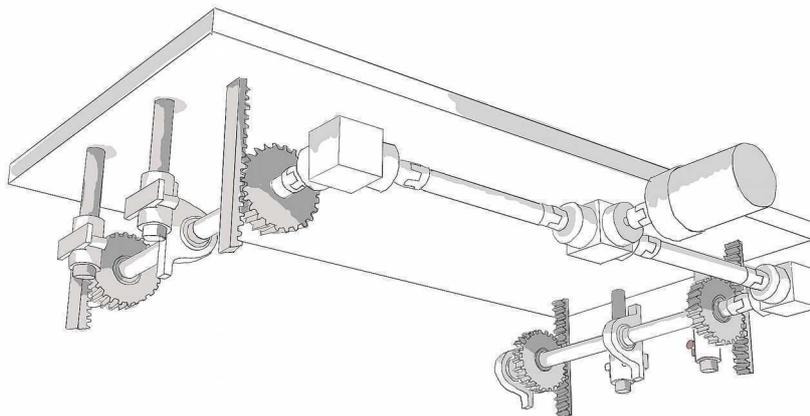


Figura 7: Boceto conjunto piño-cremallera para elevación del salvabanco

6.4 Selección de propuestas

Antes de comenzar a desarrollar el método de selección, se enumeraron 6 especificaciones, con las escalas de valoración entre 1-4, las especificaciones listadas son las que mayor influencia tienen en el proceso de prensado, y las que mejor permiten comparar la valía de las diferentes propuestas.

- ◆ **La velocidad de trabajo** nos permitirá tener mas margen de trabajo, regular los desplazamientos con la velocidad conforme a nuestros requisitos y sin limitación por parte de la instalación motriz realizada.
- ◆ **La sencillez de mantenimiento y reparación**, es clave para empresas con un equipo de mantenimiento sin especialización en reparación de prensas hidráulicas, ya que permite realizar reparaciones rápidas y segura fuera de horario de oficina.
- ◆ **El numero de piezas estándar**, va ligado en gran parte al concepto anterior, si los suministros locales pueden abastecer de piezas a la empresa para poder reparar el sistema, el coste de las piezas y la perdida de producción sera mas baja.
- ◆ **La modularidad** es clave a la hora de adaptar las instalaciones a nuevos modelos, formatos o a la hora de aprovechar material en nuevas instalaciones.
- ◆ **La potencia** marcará la facilidad con la que podrá levantar el peso el sistema sin grandes sobreesfuerzos o instalaciones enormemente sobredimensionadas.
- ◆ **La precisión** permitirá controlar con detalle las paradas o movimientos del expulsor durante el proceso.
- ◆ **Un consumo bajo de potencia** va ligado a un bajo consumo eléctrico, o de energia.
- ◆ **La originalidad** y la posibilidad de llegar a una solución disruptiva sera motivador para el desarrollo del proyecto y para evaluar las posibles alternativas.
- ◆ La resistencia máxima al antirretorno sera clave en posicionamientos y cortes de luz, para no perder la posición de las partes móviles en ningún momento.

Numero	Especificación
E1	Velocidad de trabajo
E2	Sencillez de mantenimiento y reparación
E3	Cantidad de piezas estándar
E4	Modularidad y capacidad de modificar las configuraciones
E5	Potencia del sistema de elevación
E6	La precisión del sistema de elevación
E7	Consumo de potencia.
E8	Originalidad.
E9	Resistencia máxima del sistema antirretorno

Tabla 8: Especificaciones con escalas de valoración

A continuación se muestra la tabla de las valoraciones de las especificaciones de las distintas alternativas:

Nº	Especificación	A1	A2	A3
E1	Velocidad de trabajo	3	4	2
E2	Sencillez de mantenimiento y reparación	2	4	4
E3	Piezas estándar	2	3	3
E4	Modularidad y capacidad de modificar las configuraciones	1	3	3
E5	Potencia del sistema de elevación	3	2	3
E6	Precisión del sistema de elevación	1	3	4
E7	Eficiencia energética.	1	3	3
E8	Originalidad.	1	3	3
E9	Resistencia máxima del sistema antirretorno	4	2	3
E10	Resistencia a la suciedad.	4	2	3
		22	29	31

Tabla 9: Tabla Datum

La alternativa que mejor puntuación ha obtenido ha sido el sistema de elevación por husillos, ha destacado sobre el resto por su sencillez de mantenimiento, la precisión del sistema de elevación y un buen comportamiento, sin llegar a despuntar en el resto de ítems. Solo tiene uno de los parámetros por debajo del resto, la velocidad de trabajo. A pesar de la importancia de la velocidad tal y como se ha descrito en la página anterior, no es suficiente para modificar la selección, y es posible utilizar otras variables, o sustituir algunos modos de trabajo para llegar a ciclos de trabajo de velocidades elevadas.

7. DISEÑO FUNCIONAL

7.1 CAJA NEGRA

El objetivo del molde para conformado de baldosas cerámicas es la compactación de los polvos cerámicos previamente cargados para conseguir baldosas en verde que serán cocidas con posterioridad



Figura 10: Caja negra

7.2 CAJA TRANSPARENTE Y LAYOUT

Los procesos se han detallado y distribuido en diferentes módulos según su funcionalidad, su objetivo y su modo de funcionamiento en la

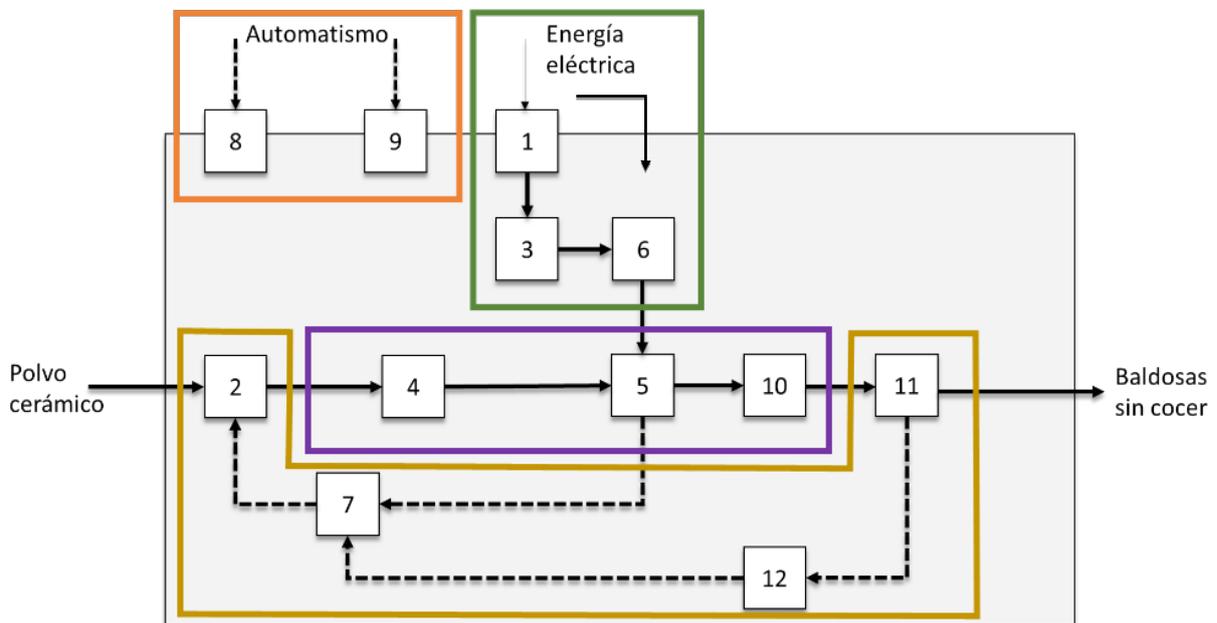


Figura 11: Caja transparente

- **Automatismo**
- **Transformación energética**
- **Conformado de baldosas**
- **Suministro y recuperación de polvo**

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. Energía eléctrica | 7. Dispensador |
| 2. Equipo alimentador | 8. Panel de control |
| 3. PLC y variador | 9. Sensores |
| 4. Equipo regulador de carga | 10. Equipo de expulsión |
| 5. Compactación | 11. Control de calidad |
| 6. Sistema de elevación | 12. Reprocesado |

8. Diseño de detalle de producto.

Se pretende diseñar un sistema de molde y expulsor que permita simplificar y aportar mayor precisión al proceso de prensado. Se sustituirá el sistema clásico de expulsión por un conjunto de husillos, reenvías ejes y motor, que podrán ser sustituidos de forma independiente y cuya disposición y configuración se podrá variar, modificando la posición y distribución de los husillos, la medida del husillo, o modificando el paso del mismo en caso de necesitar elevadas velocidades.

El mantenimiento y el stock de recambios sera mucho mas económico y accesible, ya que se trata de piezas comerciales estándar, y los recambios mecánicos y eléctricos son mas sencillos de reparar y manipular que los sistemas oleohidraulicos, que requieren a técnicos especializados, que normalmente no se encuentran en las plantillas, o talleres externos que trabajan con las empresas cerámicas (exceptuando los fabricantes y distribuidores de prensas).

El molde y extractor se dividirá en varias partes independientes, en el esquema inferior se puede apreciar el esquema que se ha seguido para desarrollar el proyecto:

1. Estructura:
 - 1.1. Bancada:
 - 1.2. Estructura del molde:
 - 1.3. Matriz superior, cuchillas:
2. Sistema de expulsión:
 - 2.1. Conjunto de motor, husillos,ejes y reenvíos.
 - 2.2. Guiado
 - 2.3. Placa expulsora, bloquitos magnéticos,punzones
3. Instalación eléctrica de potencia.
 - 3.1. Variadores y relés.
 - 3.2. Protecciones y salvamotores
4. Sistemas electrónicos
 - 4.1. Sensores y transductores.
 - 4.2. Autómata
5. Sistemas auxiliares: el sistema de limpieza por aire comprimido y aspiración rápida

8.1 Sentido de diseño del molde.

Los diferentes componentes del molde que se listan en el esquema anterior podrían estar organizadas conceptualmente en varias capas.

La primera capa consiste en los elementos que permiten a la maquina resistir su peso y las fuerzas que se desarrollaran durante los ciclos de trabajo,

La segunda en las partes de la maquina que permiten trasladar los elementos para que se produzca el prensado, transformando la energía en movimiento y por ultimo realizarlo en el sentido y posición correcto, motores, guiados, actuadores..

La tercera capa consiste tanto en los sistemas necesarios para que sea posible hacer llegar esa energía a los elementos motrices, como en los sensores y elementos de control e instrumentación imprescindibles para conocer el estado del proceso, o otros posibles sistemas auxiliares que no sean imprescindibles para el funcionamiento del molde, pero mejoren el trabajo del mismo: lubricación, limpieza, etc.

La cuarta de las capas contiene los elementos de control analógicos y/o digitales, seguridades y/o cubiertas , programas para autómata o computador, etc

Y la quinta y ultima, las interfaces hombre-maquina, que no se trataran en el proyecto, ya que se utilizaran los elementos ya instalados en la prensa.

Todos los elementos son importantes para crear el conjunto maquina, ya que cada una de las funcionalidades que el molde sera capaz de desarrollar depende simultáneamente de los bloques y de la correcta interacción global entre el resto de elementos.

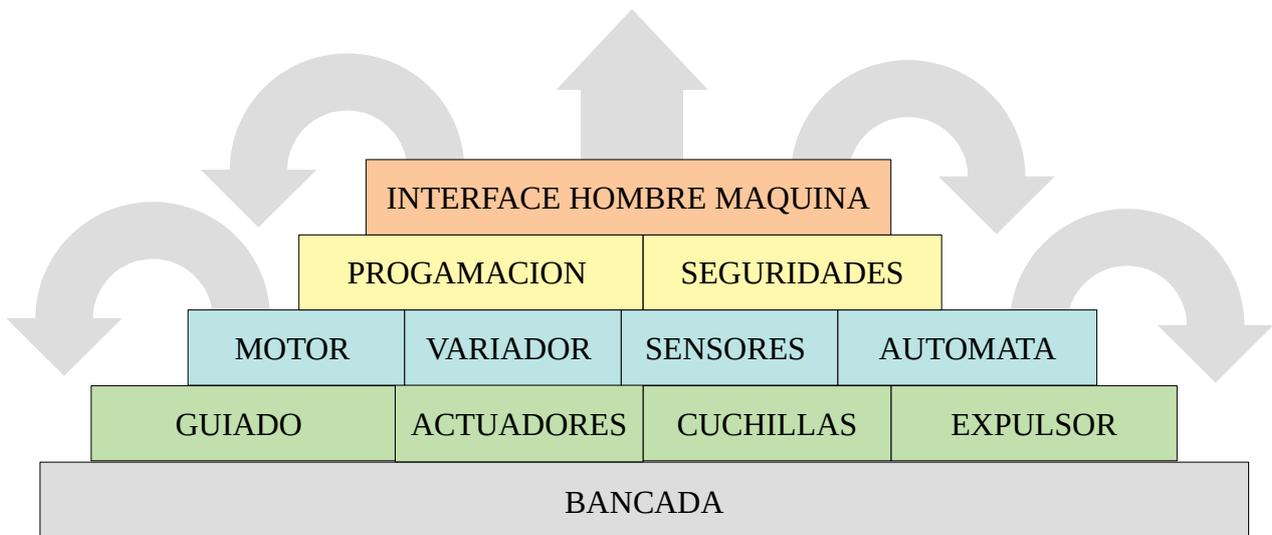


Figura 12: Estratifican de los elementos del proyecto.

8.2 Ciclo de prensado del molde penetrante

El fin del molde no es otro que prensar baldosas cerámicas con la calidad y tiempo exigidos; esto sera posible si los sistemas diseñado permiten realizar el ciclo de prensado necesario para producir el numero de piezas (o metros) requerido.

En el molde penetrante la presión se transmite al polvo depositado en los alvéolos a través de los punzones superiores que penetran en los alvéolos. La matriz es fija, y se apoya en la placa salvabanco por medio de pilares de sujeción.

Las costillas de la baldosa son conformadas por el punzón superior y la cara buena por el inferior, por lo que las piezas se extraen en posición invertida. El ciclo queda ilustrado en Figura 13, Figura 14, Figura 15

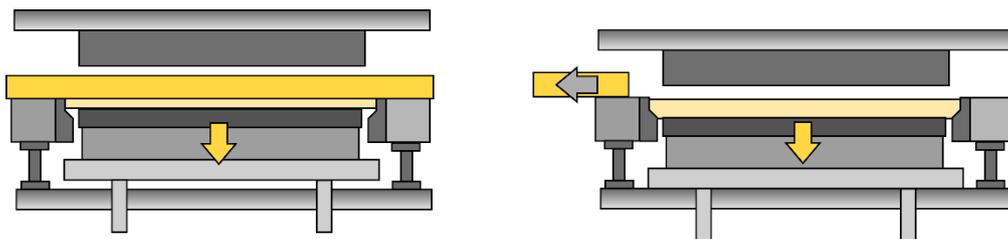


Figura 13: primera caída de platos, y segunda caída tras retirada del carril cargador.

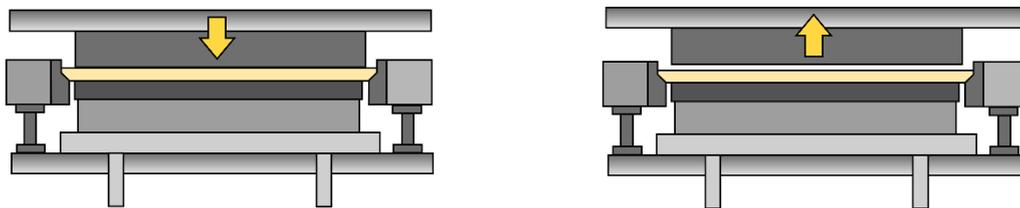


Figura 14: Primera prensada, desaireación.

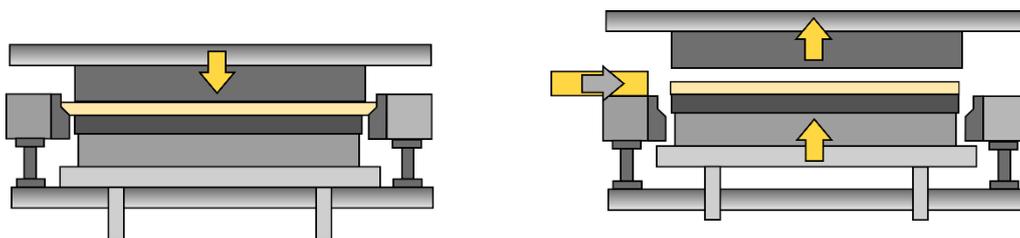


Figura 15: Segunda prensada, y extracción.

A continuación se estudiara el ciclo de trabajo de los punzones para obtener las velocidades y aceleraciones a las que ha de moverse el saltabanco para poder realizar el prensado en las condiciones optimas. Se ha tomado como referencia el ciclo de trabajo ilustrado en el libro: MACER.

En el caso del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes parámetros de producción:

- 3500 m² por día.
- Se confeccionaran azulejos de 50x100 cm
- La eficiencia del proceso se estimara en un 85%

Una vez calculado el tiempo ideal de proceso, corregiremos el tiempo de prensada para conseguir un tiempo de ciclo que sea posible con las condiciones de trabajo habituales:

- ◆ Fallos de prensado y cambios de formato
- ◆ Fallos en las esmaltadoras y contratipos
- ◆ Fallos y cambios de recetas de horno y secaderos.

$$3500 m^2 \cdot \frac{1}{1,5 m^2} \cdot \frac{1 dia}{24 h} \cdot \frac{1 hora}{60 min} = 1,62 \text{ prensadas/min}$$

$$Ciclo \text{ de prensado}_{ideal} = \frac{60 s}{min} \cdot \frac{min}{1,62 \text{ prensadas}} = 37,03 s / \text{prensada}$$

$$Ciclo \text{ de prensado}_{eficiencia 85\%} = \frac{37,03 s}{prensada} \cdot 85 \% = 31,47 s / \text{prensada}$$

Figura 16: Calculo del ciclo de prensado

Se ha analizado el ciclo de trabajo de un molde estándar de prensado hidráulico de baldosas cerámicos. El tiempo relativo que invierte el molde en ejecutar cada una de las fases del proceso se puede observar en la Figura 17.

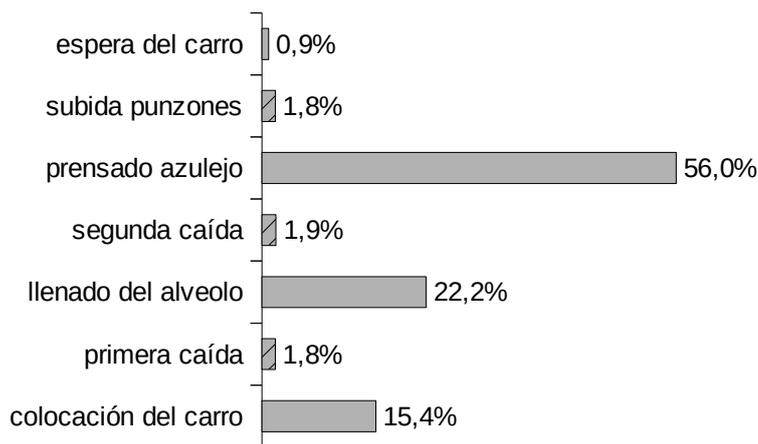


Figura 17: Porcentaje de tiempos de ciclo de prensado

En la Figura 17 se observa que el molde pasa al mayor parte del tiempo a la espera de la realización de los procesos realizados por el molde superior, o el carro de llenado. Los movimientos de caída y subida se deberán realizar en cortos periodos de tiempo, a elevadas velocidades y aceleraciones.

Con los datos extraídos de la velocidad de ciclo necesaria para sobrellevar la producción planificada y basándose en los porcentajes anteriormente ilustrados se ha confeccionado el ciclo de trabajo detallado, donde se observa el movimiento del punzón inferior en función del tiempo de ciclo transcurrido:

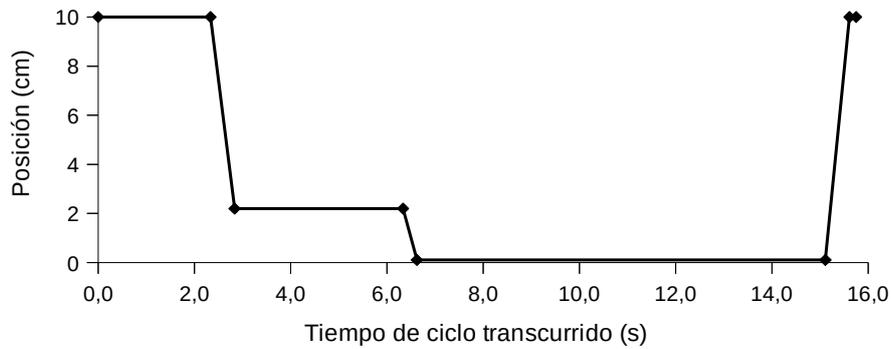


Figura 18: Ciclo de trabajo para prensado de 2000 m² diarios.

Las velocidades de la caída de platos se corresponden con el modo de funcionamiento típico de los cilindros hidráulicos, estas velocidades son muy difíciles de conseguir utilizando husillos, y son uno de los motivos de la baja precisión del sistema hidráulico. Para adaptarlo al funcionamiento de los husillos se han creado caídas lineales progresivas, que favorecen la distribución de la tierra durante la caída, y evitan la aparición de bolsas de aire o distribuciones irregulares durante el llenado del alvéolo.

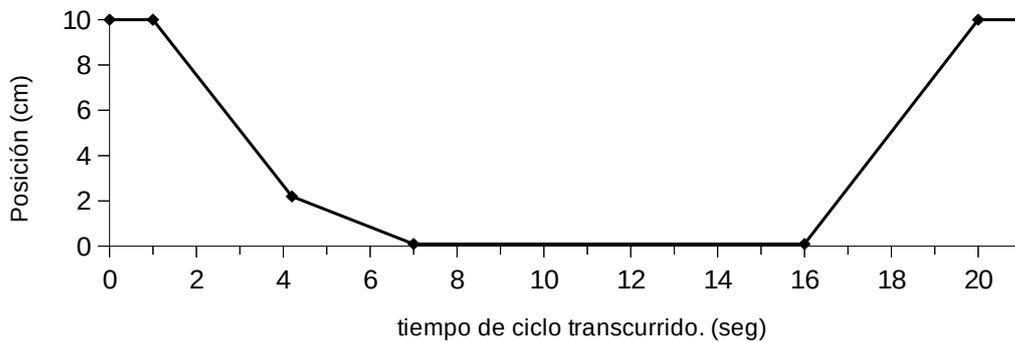


Figura 19: Ciclo de prensado adaptado a la elevación por husillo

Las aceleraciones y velocidades necesarias para poder conseguir los desplazamientos en el tiempo requerido se calcularán a partir de los tiempos y posiciones, estos utilizarán para calcular las rampas de velocidad y aceleración que ha de ejecutar el autómat a través del variador de frecuencia.

El tiempo total de ciclo será importante a la hora de dimensionar y seleccionar el tipo de husillo, ya que dependiendo las velocidades que a las que se mueva el expulsor, y el porcentaje de trabajo de los husillos en el ciclo completo, será posible trabajar a unas revoluciones mayores, tal como se aprecia en la Figura 20.

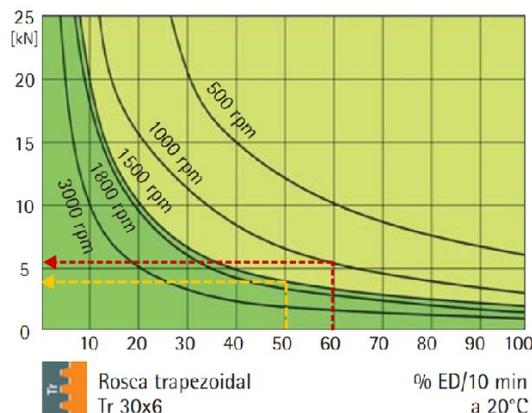


Figura 20: esfuerzo según porcentaje de uso de los husillos

8.2.1 Sistema de elevación propuesto

Se ha optado por un sistema de elevación mediante husillos trapezoidales, este tipo de husillo permite elevada precisión a la hora de regular las velocidades y posiciones del punzón inferior al ir rellenando el alvéolo con el polvo atomizado.

El sistema de elevación debe ser capaz de alcanzar la velocidad necesaria para recorrer el tramo de descenso y ascenso en los tiempos que permiten producir el número de metros cuadrados de material que requiere el promotor, en el caso del presente proyecto 3500 m².

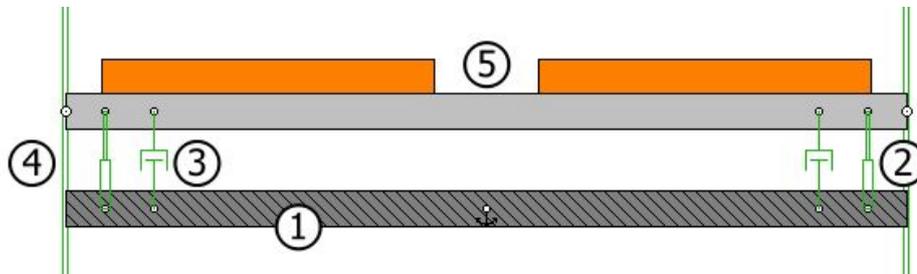


Figura 21: esquema del sistema de elevación requerido.

Elementos del sistema de elevación.

En la figura superior se puede apreciar el esquema del sistema de elevación a continuación se desglosaran los elementos representados:

1. Respecto a la estructura, su parámetro fundamental de diseño es la rigidez. Las deformaciones de la estructura condicionarían la precisión del trabajo realizado. Sobre ella se montaran el resto de elementos del molde.
2. El propósito de los actuadores sera elevar o descender el soporte donde están montados los punzones, se llevara a cabo mediante husillos, unos tornillos largos y de gran diámetro, utilizados para producir el desplazamiento lineal.
3. Para asegurar un correcto posado del portapunzones en la bancada se utilizaran aisladores tipo, «silentblock», fabricados con un material flexible o elastómero, que permitirán absorber vibraciones y choques sobre la estructura.
4. El sistema de guiado permite el movimiento de traslación relativa entre dos piezas, favorece la traslación entre las piezas introduciendo las menores pérdidas por fricción posibles y al mismo tiempo resistir las fuerzas actuantes en dirección perpendicular a la trayectoria y los momentos en las tres direcciones del espacio, los actuadores también colaboran al guiado y a la absorción de esfuerzos en el plano horizontal.
5. El expulsor, forma parte de la estructura, y a su vez esta vinculado estrechamente con el guiado y los actuadores, se podría decir que cumple su propósito estructural cuando se posa sobre la base, el aceite del interior permite distribuir las tensiones de forma homogénea durante el prensado. Se ha decidido prescindir del sistema magnético de fijación de punzón, y hacer un modelo solido mas sencillo, con menos consumo y con menor espesor.

8.2.2 Estructura

La bancada es la parte principal del sistema estructural, su parámetro fundamental de diseño es la rigidez, las deformaciones de la estructura han de evitarse en la medida de lo posible, ya que condicionarían la calidad del prensado del atomizado. Sobre la bancada se montaran el resto de elementos del molde, sistema de elevación, guiado, sensores, etc.

Las medidas exteriores de la bancada seran 350x1200x2000 mm, permiten instalarl el molde en la mayoría de las prensas hidraulicas de formatos medianos que existen en el mercado. Adaptar el formato para diseñar moldes con medidas diferentes seria posible tomando el molde estandar diseñado en el proyecto.

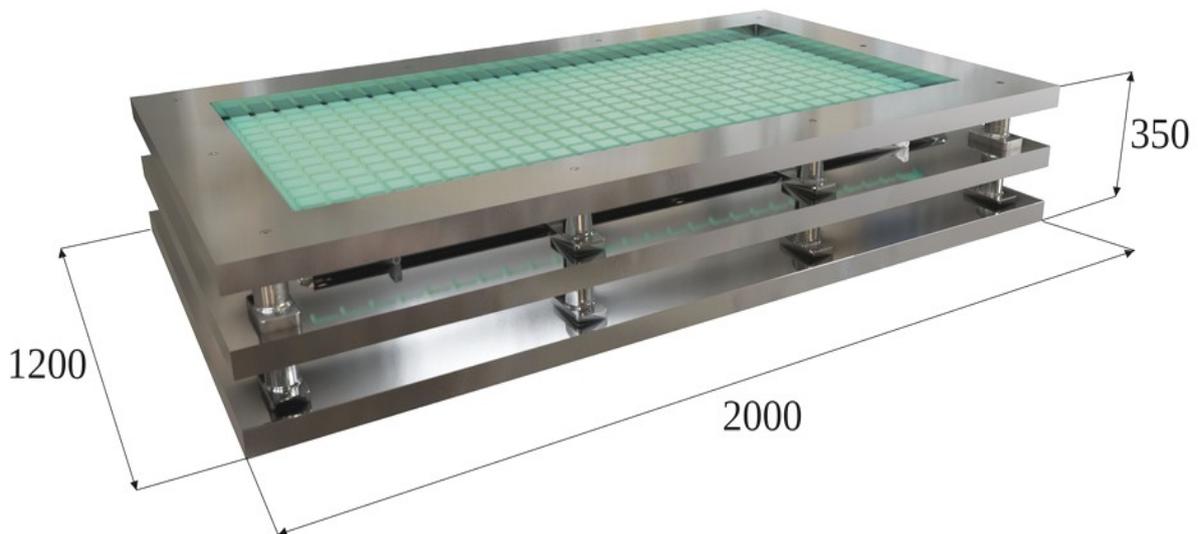


Figura 22: Estructura principal del molde

El esfuerzo principal que deberá resistir la bancada del molde se producira durante el prensado de la tierra atomizada, en el momento en que el expulsor se encuentra apoyado en la base del expulsor. El esfuerzo se reparte en los 6 puntos que aparecen resaltados en naranja en la Figura 23 , el esfuerzo se transmitirá a las columnas aledañas y estas lo distribuirán hacia la base salvabanco, la distribución de las columnas busca distribuir de forma eficiente las cargas, reduciendo la deformación puntual al máximo.

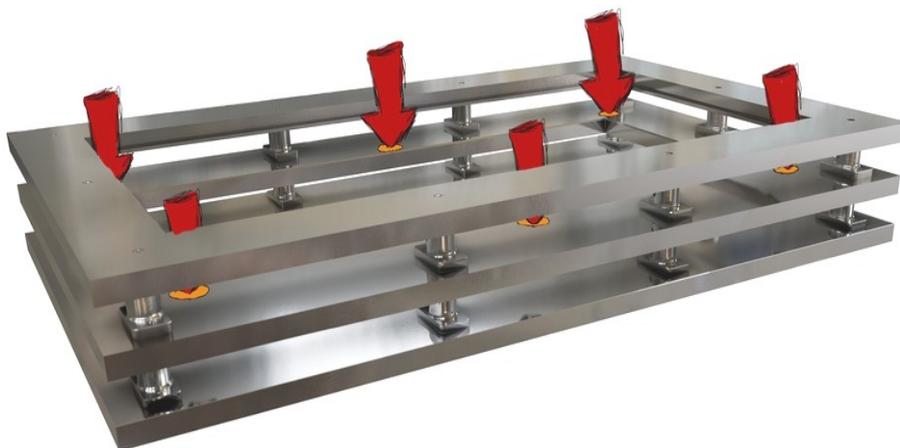


Figura 23: Fuerzas aplicadas durante el prensado en la estructura

Las columnas que unen los tres niveles, se anclaran a la base mediante dos tornillos Allen M10 de cabeza exagonal distribuidos de forma simétrica en la base rectangular de la columna de acero, se roscaran a la base de acero que ha sido mecanizada para tal efecto.

En la parte inferior de las base de acero superior, y media, se puede apreciar las formas de cono truncado mecanizadas para alojar la parte superior de las columnas, facilitar el centrado de los elementos del molde, y crear uniones resistentes que permitan a la estructura trabajar de forma solidaria. Para unir la base y la columna se pasara desde la parte superior un tornillo Allen pasante que se atornillará a la columna.

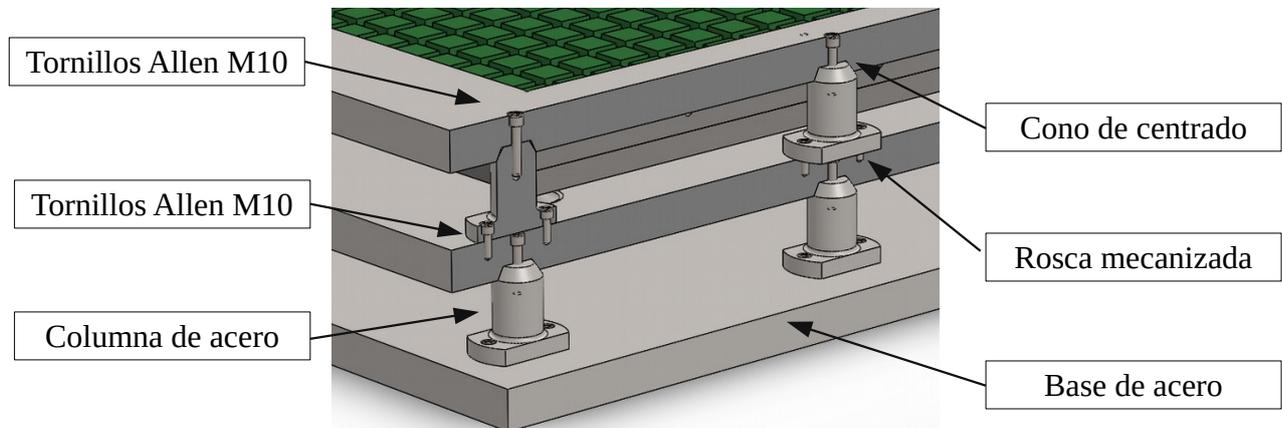


Figura 24: Sección transversal de la bancada con los anclajes a la vista.

En la Figura 25 se puede apreciar el aspecto final de la unión base-columna-base. Sera clave la alineación de los pilares para atornillarlos correctamente a las diferentes partes del molde.

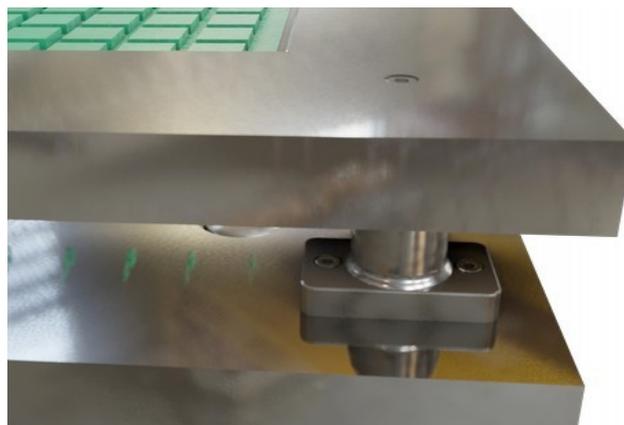


Figura 25: Modelo renderizado de la bancada y la columna atornilladas.

La secuencia de montaje de la estructura será:

1. Base salvabanco.
 - ◆ Colocación de las columnas, fijación del sistema expulsor y el guiado
2. Base del expulsor
 - ◆ Fijación de las columnas de la base salvabanco, atornillado del expulsor al guiado.
3. Base de las cuchillas
 - ◆ Cuchillas, fijación de las columnas inferiores

8.2.3 Guiado lineal

Una guía lineal es un sistema de guiado empleado en máquinas y otros productos para permitir el movimiento de traslación relativa entre dos piezas. Corresponde a una materialización práctica de un par cinemático de tipo prismático. Debe favorecer la traslación entre las piezas introduciendo las menores pérdidas por fricción posibles y al mismo tiempo resistir las fuerzas actuantes en dirección perpendicular a la trayectoria y los momentos en las tres direcciones del espacio.

Vista general

En el caso del molde el sistema de guiado diseñado se puede apreciar en la Figura 26 , la brida inferior , se fijara en la base del molde, la placa salvabanco, mientras que la brida de anclaje se atornillara a la parte móvil del molde, el expulsor, esta brida hará un movimiento solidario con el eje y el expulsor.



Figura 26: sistema de guiado , detalle de elementos del ensamblaje

A continuación en la Figura 27 se presenta el sistema completo de guiado donde la brida inferior se ancla a la base salvabanco; se ha mecanizado un orificio en la base que permite salir al eje cuando el molde se desplaza hacia la posición de reposo. El rodamiento lineal alojado dentro de la brida permite un deslizamiento sin apenas rozamiento entre el eje y la brida.

Para fijar el eje al expulsor se ha utilizado una brida con un tornillo perpendicular de apriete. Se ha optado por dicho sistema por su sencillez, además no requiere soportar grandes esfuerzos a tracción

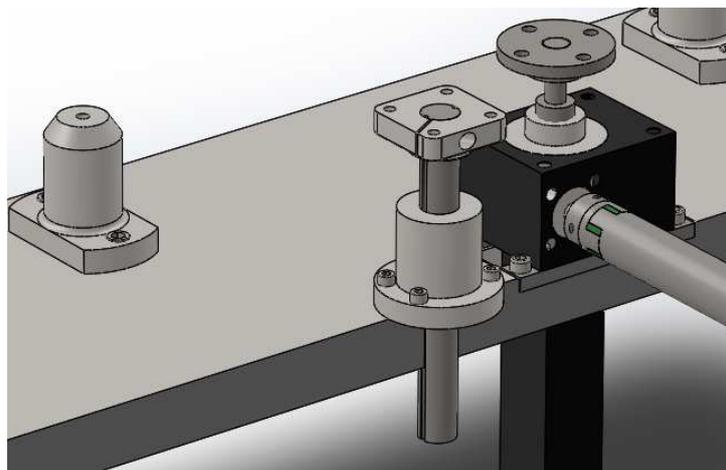


Figura 27: vista del anclaje del sistema de guiado con un corte a la base salvabanco

Componentes del guiado lineal

Soportes brida de ejes, R1056

Se ha seleccionado un set de anclaje tipo brida de fijación del mismo diámetro que la brida anclada en la base salvabanca, el principal motivo ha sido conseguir la mayor alineación posible, los orificios se mecanizaran en la base del expulsor para conseguir una tolerancia elevada.

La brida permite la alineación de los ejes y evita sobrecargas en los rodamientos lineales causadas por ejes no paralelos.



Figura 28: brida soporte ejes R1056



Figura 29: Brida set lineal R0723

Brida set lineal R0723

Se ha seleccionado un set de anclaje tipo brida, con rodamientos lineales ,Bosh . Se anclara a la base salvabanca mediante cuatro tornillos Allen. El diámetro del eje de guiado utilizado sera 30mm, se ha seleccionado para soportar las tensiones tangenciales que se pueden producir al descender el molde la brida esta formada por un casquillo compacto de acero, rodamientos lineales antigiros de precisión con ranuras guía, y permite relubricar el conjunto

Aspecto final del guiado instalado en la base salvabanca.

En la Figura 30 se aprecia la distribución del guiado en sobre la base del molde, se han situado cercanos a los husillos para absorber de forma eficiente cualquier desviación que se produzca en el movimiento del plato. Los husillos contribuirán tambien en la función de guiado, sobretodo teniendo en cuenta las distancias de trabajo, donde los ejes pueden experimentar poco pandeo.

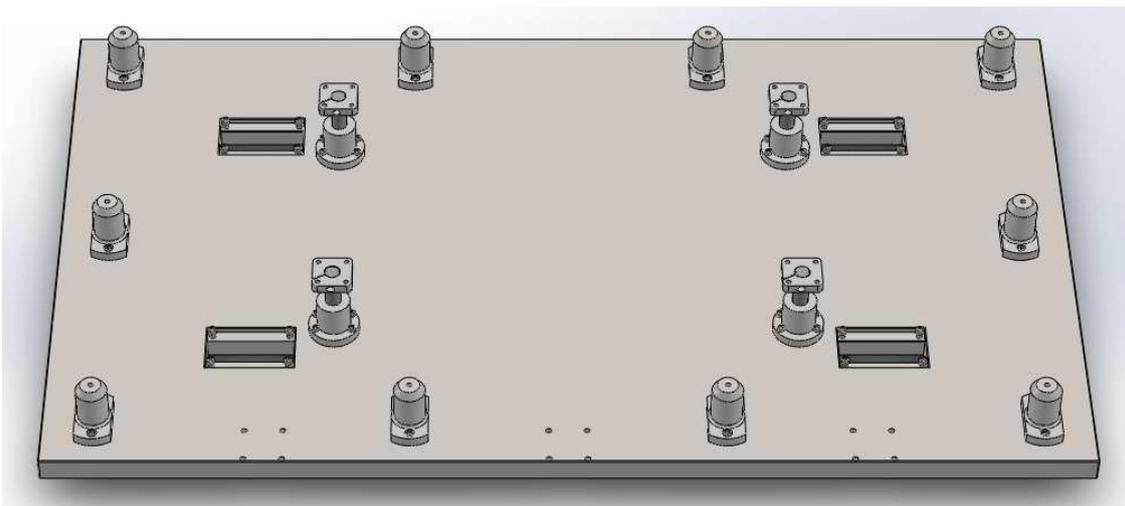


Figura 30: Instalación del guiado lineal en la placa salvabanca.

8.2.4 Sistema portapunzones

que hará de base para montar los elementos calefactores, magnéticos , etc, que permitirán prensar el polvo cerámico.

Tras analizar las diferentes opciones comerciales que hay en el mercado para solucionar el problema de las diferencias de presión durante el prensado y el cambio de de punzones para realizar los diferentes formatos, se ha decidido crear un tipo de expulsor diferente, mas compacto, donde se han incorporado todas las funciones en un monobloque, dado que se trata de molde donde el punzón inferior es el encargado de compactar la costilla de la baldosa, no se realizaran cambios de punzón de forma regular.

Los husillos de elevación y el guiado se anclaran directamente a la base del expulsor mediante bridas atornilladas a roscas mecanizadas directamente en la base del expulsor.El punzón y su base metálica esta sujeto directamente a la base del expulsor, un sello polimérico asegura la estanqueidad de la cámara de aceite encargada de absorber las tensiones transmitidas por el punzón y repartirlas de forma isostática a todas las paredes en contacto con el aceite, para así evitar deformaciones macroscópicas en el punzón que provoquen zonas de la baldosa con densidad aparente diferente, o con problemas de compactación.

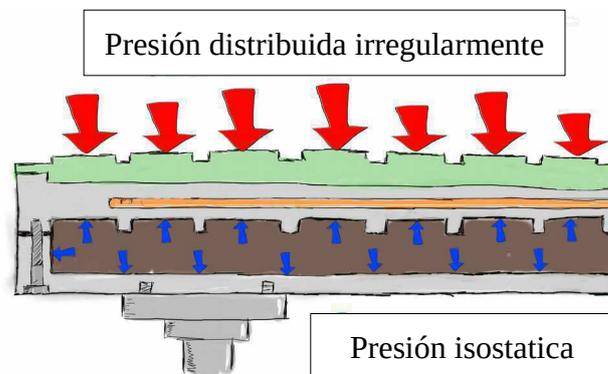


Figura 31: principio de diseño del expulsor.

La parte superior de la cavidad destinada al aceite esta mecanizada con unas oquedades diseñadas para permitir la expansión del aceite cuando las resistencias eleven la temperatura hasta el rango de trabajo que evita el pegado de atomizado; en caso de estar frio el aceite, la superficie inferior seria la responsable de distribuir las tensiones hasta que se alcance la temperatura correcta.

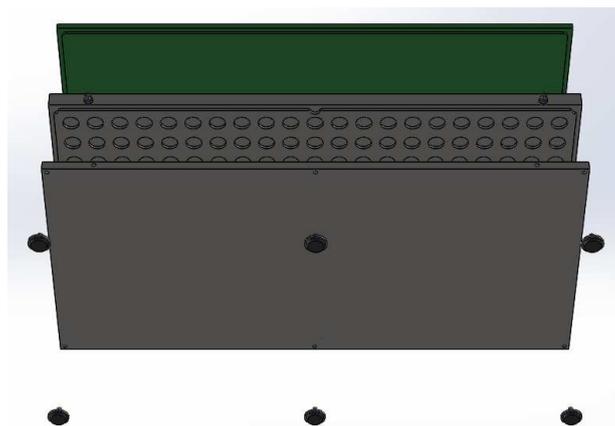


Figura 32: Vista inferior explosionada del expulsor.

La parte superior, formada por el punzón y la base metálica formaran un conjunto que se atornillara a la base, permitiendo sustituirla, o modificar la costilla sin desechar la base

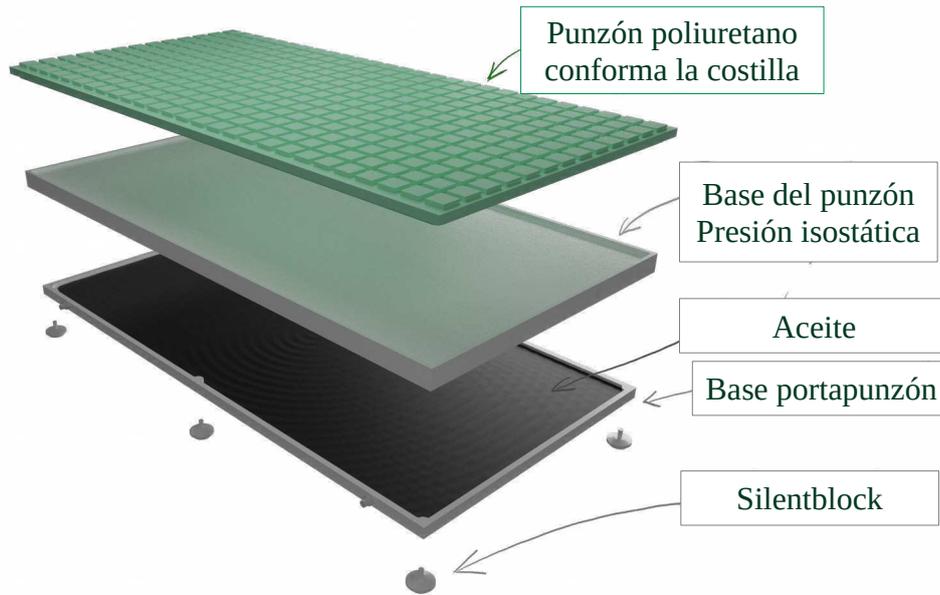


Figura 33: Explosión expulsor perspectiva superior

El expulsor se unirá utilizando tornillos pasantes que se introducirán por la parte inferior a través de el silentblock y se roscarán e la parte superior, la junta de las dos partes del expulsor que estan en contacto con el aceite se sellaran con un sello elástico que evite salir al aceite cuando la prensa presione al punzón inferior.

El punzón superior de poliuretano se cuajara directamente sobre la pieza superior del expulsor, y formaran una pieza única, en caso de sustitución o cambio de diseño del punzón inferior deberá cambiarse el conjunto metal-poliuretano

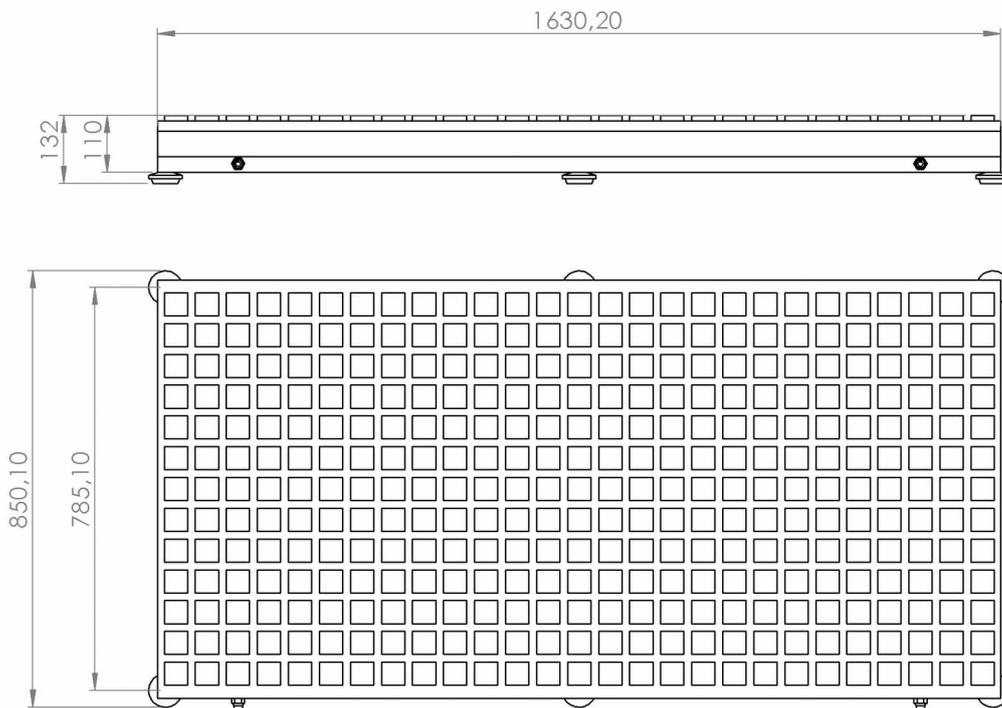


Figura 34: Medidas exteriores del expulsor ya ensamblado.

8.2.5 Sistema de expulsión detallado.

En la Figura 35, en el render realizado, se puede apreciar el aspecto final del sistema expulsor. Los elementos que lo forman, y su labor en el conjunto son:

- ◆ **Husillo:** El sistema esta formado por cuatro unidades, son las responsables de elevar y descender el plato expulsor, convertirán el movimiento circular de los ejes en movimiento lineal vertical constante. Se anclaran con tornillos a la base, y al plato expulsor mediante la brida circular superior.
- ◆ **Ejes, acoples ,y elastómero:** El objetivo de los ejes es transmitir el par entre los husillos y los reenvíos con la menor perdida de par posible, esto se consigue gracias al acople y el elastómero que se coloca entre los acoples que unen el eje y el husillo.
- ◆ **Reenvíos:** Se utilizaran reenvíos para distribuir la potencia del motor hasta los husillos, se han seleccionado reenvíos helicoidales que son capaces de transmitir mayor par, y generan menos ruido que los convencionales al trabajar.

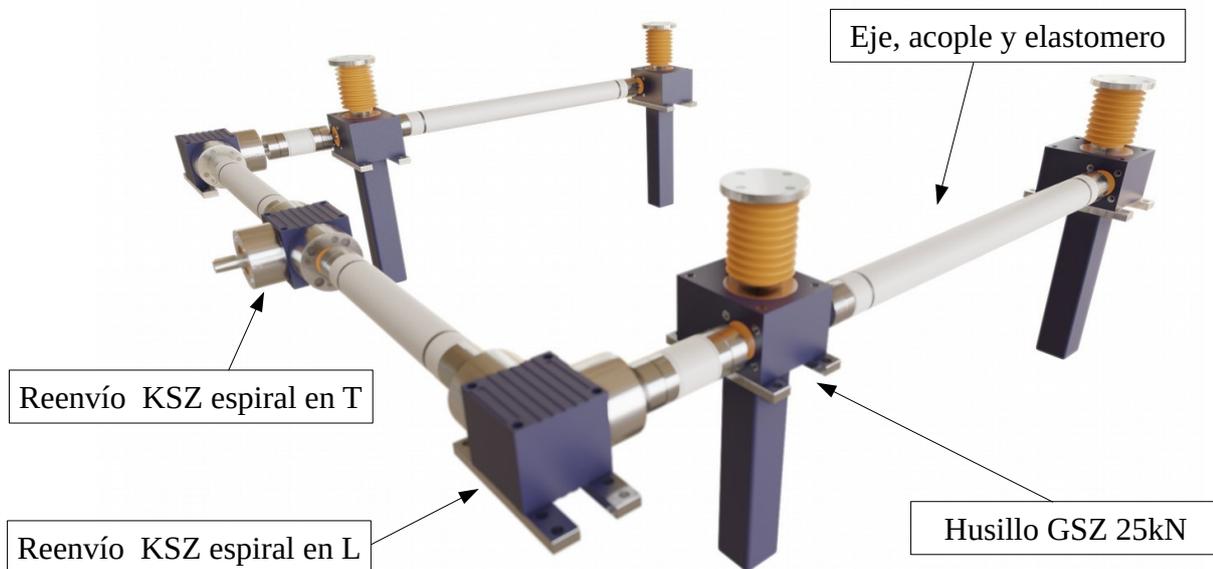


Figura 35: Con junto de husillos y reenvíos según distribución I del catalogo ZIMM . Ensamble AG0218-01-000001

8.2.6 Selección del husillo

Se ha utilizado el catalogo de la empresa austriaca especializada en husillos trapezoidales y de bolas Zimm. El catalogo cuenta con apartados referentes a las diferentes series de elevadores, características técnicas, accesorios, reenvías angulares, guías lineales, un amplio anexo técnico con criterios de selección y montaje, y ejemplos de aplicaciones.



Figura 36: catalogo de elevadores de husillo Zimm 2018

En la pagina 157, en el anexo técnico del catalogo de husillos de elevación de Zimm encontramos el siguiente guion para seleccionar el husillo que sea capaz de cumplir las especificaciones de diseño :

1. Tipo de solicitud:
 - En el caso presente se trata de esfuerzos a compresión al tratar de elevar la carga.
2. Calculo de pandeo
 - Se realizara una estimación del peso de los bloqueos y punzones inferiores para poder realizar los cálculos de pandeo, posteriormente se comprobara con los pesos finales.
3. Diámetro del husillo.
4. Par de accionamiento requerido para cada elevadores
5. Disposición de la instalación.
 - Se necesita una distribución rectangular , dos a dos, ocupando los husillos las posiciones correspondientes a los vértices del rectángulo.
6. Dimensionado del motor.
7. Esfuerzos máximos y pares torsores
8. Definición de accesorios.
9. Determinación de longitud el husillo y protección.
 - Se dimensionara el husillo para que realice el trabajo de expulsión y sea capaz de elevar el plato para permitir su retirada.
10. Obtención del código de pedido.

8.2.7 Husillo seleccionado, diseño previo

Se ha seleccionado uno de los husillos de la serie GSZ, se ha optado por esta serie por sus superficies lisas, que permiten una fácil limpieza. Se ha optado por la rosca trapezoidal primando el efecto antirretorno sobre el bajo rozamiento que proporcionan los husillos de bolas.

En la tabla siguiente aparecen las velocidades verticales de avance según las revoluciones por minuto medias a las que trabaje el motor, utilizando la formula . Los tiempos de carrera total se han calculado considerando dos carrera de 100 mm, el desplazamiento correspondiente a un ciclo de prensado.

El peso estimado a elevar de aproximadamente 1300kg (13 kN) el peso se repartirá entre cuatro husillos tal como aparece en la Figura 41. Cada uno de los husillos deberá hacer una fuerza máxima de 4,3 kN. El de trabajo por ciclo de prensado es del 60% y una velocidad máxima de 1000 rpm.

rpm	rev/s	V lineal(mm/s)	V lineal(m/s)	t carrera total (s)
500	8	8	0,008	24,0
1000	17	17	0,017	12,0
1200	20	20	0,020	10,0
1500	25	25	0,025	8,0
1800	30	30	0,030	6,7
3000	50	50	0,050	4,0

Tabla 10: avance vertical en función de las rpm

Tras analizar las distancias 1500 rpm, al evaluar las diferentes velocidades es importante tener en cuenta que una mayor velocidad de elevación permite rebajar los tiempos de trabajo. En el caso estudiado el porcentaje de tiempo de trabajo se reduce del 60 al 50 %, siendo las cargas a elevar 5,1 y 4,5 kN respectivamente.

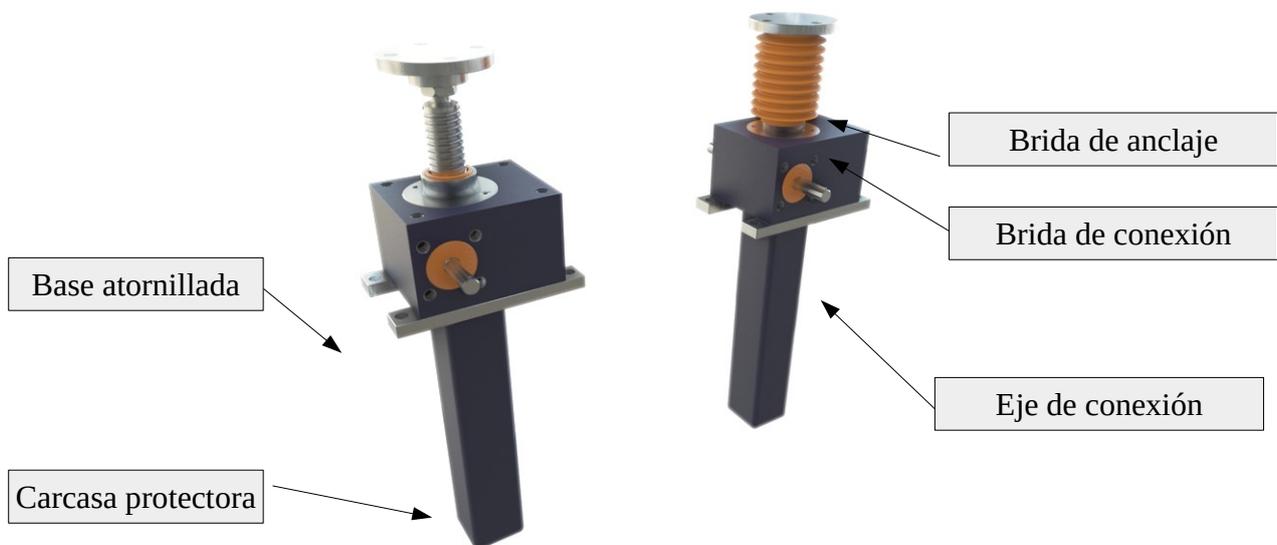


Figura 37: Render de la vista general del husillo con y sin fuelle con el soporte ya instalado

8.2.8 Determinación del par de accionamiento de un solo elevador de husillo.

El peso del expulsor repartida entre los cuatro husillos del sistema expulsor será la fuerza que deberá elevar el husillo. El paso sera de 1 mm , se ha elegido el paso estándar por recomendación del fabricante, existen configuraciones con pasos dobles o triples, pero requieren otros elementos que harían mas compleja la instalación.

Explicaciones:

- M_G par de accionamiento requerido [Nm] para un elevador
- F Carga (dinámica) [kN]
- $\eta_{elevador}$ rendimiento del elevador (sin husillo)
- $\eta_{husillo}$ rendimiento del husillo
- P paso del husillo [mm]
- i relación del elevador de husillo
- M_L Par de marcha en vacio [Nm]
- P_M Potencia motriz

$$Par\ de\ accionamiento: M_g = \frac{F [kN] \cdot P [mm]}{2 \cdot \pi \cdot \eta_{elevador} \cdot \eta_{husillo} \cdot i} + M_L [Nm]$$

$$Par\ de\ accionamiento: P_M [kW] = \frac{M_G [Nm] \cdot n [min^{-1}]}{9550}$$

Z-25-SN ; F=4,3 kN ; $\eta_{elevador}=0,87$; $\eta_{husillo}=0,391$; P=6 i=6

$$Par\ de\ accionamiento: M_g = \frac{4,3 kN \cdot 10 mm}{2 \cdot \pi \cdot 0,87 \cdot 0,391 \cdot 6} + 0,36 Nm = \frac{43}{12,8} + 0,36 = 3,371 Nm$$

$$Par\ de\ accionamiento: P_M [kW] = \frac{3,371 Nm \cdot 1500 min^{-1}}{9550} = 0,584 kW$$

i	rpm	GSZ-2	Z-5	Z-10	Z-25	Z-35	Z-50
N	3000	1,2	4,0	11,0	17,0	-	-
N	1500	1,4	4,7	13,5	18,0	19,8	31,5
N	1000	1,5	5,6	14,0	22,0	20,8	36,8
N	500	1,6	6,1	16,7	28,0	24,8	46,5

8.2.9 Calculo de la fuerza de pandeo critica del husillo.

Es necesario calcular si el husillo es capaz de resistir las fuerzas que se desarrollaran durante el prensado sin que el eje roscado pandee, para ello se seguirán los criterios especificados en el catalogo del fabricante.

El tipo de pandeo que se dará durante la la elevación sera el ilustrado en la Figura 38, donde los husillos cuentan con un guiado independiente que realiza dicha función reduciendo las tensiones en el eje del husillo.

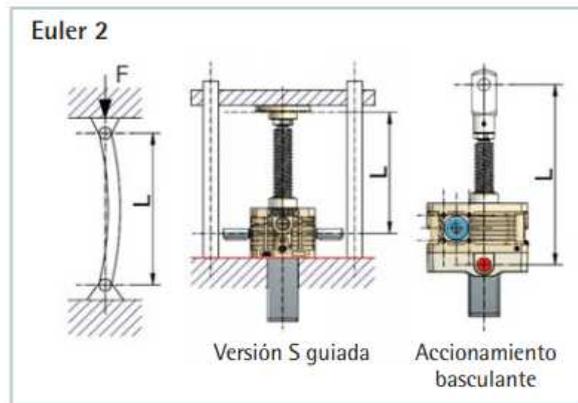


Figura 38: fuerzas a pandeo de un husillo en el caso de euler b=2

La fuerza ejercida es de 17200 kN, esta fuerza se corresponde con el peso del expulsor, las inercias y movimientos no practicamente despreciables, y no se han tenido en cuenta para el calculo.

$$F=17200N/elevador=$$

$$L=218mm ; \quad v=3$$

$$I = \frac{F \times v \times L^2}{\pi \times E} \quad d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}}$$

$$I = \frac{4300 \times 3 \times (218)^2}{\pi^2 \times 210000 \text{ N/mm}^2} = \frac{613059600}{2072617} = 295,8 \text{ mm}^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}} = 8,80 \text{ mm diametro minimo de nucleo}$$

Figura 39: Calculo del diámetro mínimo del núcleo del husillo.

Todos los diámetros que aparecen en el catalogo resistirán desde el punto de vista del pandeo. El peso a elevar , las velocidades y tiempos de operación marcaran la selección del husillo.

	GSZ-2	Z-5	Z-10	Z-25	Z-35/50
Rosca trapezoidal Tr	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7
Ø del núcleo en mm (min.)	10,9	12,9	14,9	22,1	31,0

Figura 40: Diámetros de los núcleos de los husillos según catálogo.

8.2.10 Par de accionamiento de sistemas de elevación -calculo exacto.

Se ha seleccionado el tipo de esquema J del catalogo, para adecuarlo al sistema de expulsión del molde se alargaran los tramos de acople entre los reenvíos de 90° y el acople tipo T del motor. Todos los husillos giraran hacia la misma dirección, para ello se deberá respetar la orientación de montaje de los husillos y de los engranajes en los diferentes reenvíos.

El reenvío tipo T se deberá montar en el sentido contrario, para permitir instalar el motor fuera del molde, y facilitar el mantenimiento, reparaciones, cambios, y la disipación del calor. Al montar el motor en el lado contrario, el sentido de giro necesario para conseguir las direcciones mostradas en el esquema sera el contrario al que aparece en la Figura 41

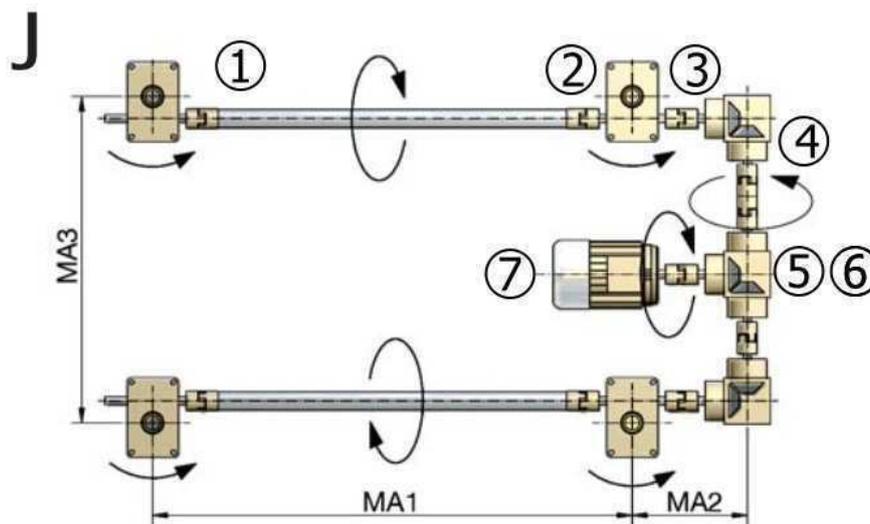


Figura 41: distribución de los husillos y el motor tipo J del catalogo Zimm

Utilizando las formulas para el calculo de par en cada uno de los elementos, se ha configurado el mapa de pares detallado para el esquema de montaje J modificado. El par que soportará cada uno de los elementos es clave para seleccionar el tipo de husillo, reenvío o motor necesario para operar con las velocidades y cargas especificadas con anterioridad.

1. El par de elevación del husillo es de 3,371 kN	2. $\frac{M_g}{\eta_{conexión}} = \frac{3,36}{0,95} = 3,54 \text{ N}\cdot\text{m}$
3. $3,371 \text{ Nm} + 3,540 \text{ Nm} = 6,911 \text{ N}\cdot\text{m}$	4. $\frac{M_g}{\eta_{reenvío}} = \frac{6,911}{0,9} = 7,67 \text{ N}\cdot\text{m}$
5. $\frac{M_g}{\eta_{conexión}} = \frac{7,67}{0,95} = 8,07 \text{ N}\cdot\text{m}$	6. $2 \cdot \frac{M_g}{\eta_{reenvío}} = \frac{2 \cdot 8,07}{0,9} = 17,94 \text{ N}\cdot\text{m}$
7. $M_g = Mg \cdot 1,5 = 26,9 \text{ N}\cdot\text{m}$	

Tabla 11: Calculo del par requerido en cada elemento

La Figura 42 y Figura 43 muestran de forma grafica el par que necesita cada uno de los elementos para poder mover los elementos mecánicos, que en ultima instancia elevaran o descenderán la carga..El par final que ha de ser capaz de soportar el reenvío tipo T de conexión sera el doble del valor que llega a la entrada, ya que el sistema es simétrico; faltaría considerar el coeficiente de seguridad para dimensionar el motor y el reenvío en T, ya que serán los únicos dos elementos que serán sometidos al par máximo.

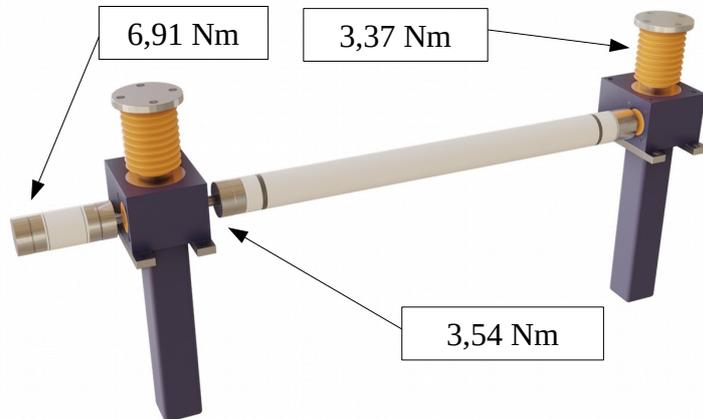


Figura 42: Par transmitido en los husillos del ensamble E0118-01-000005

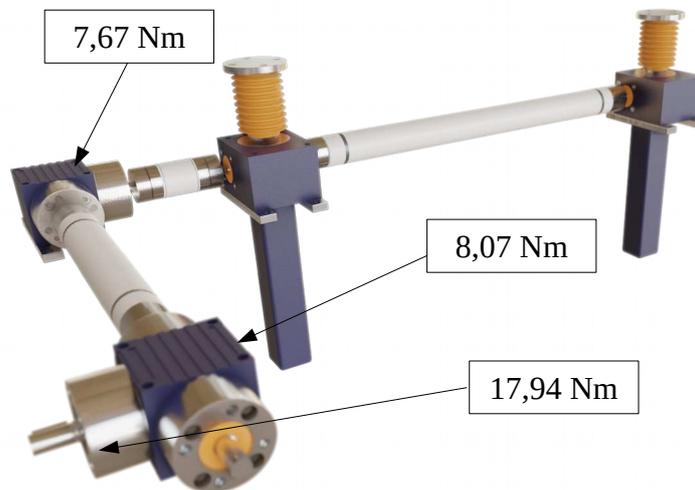


Figura 43: Par transmitido en los reenvíos del ensamble E0118-01-000005

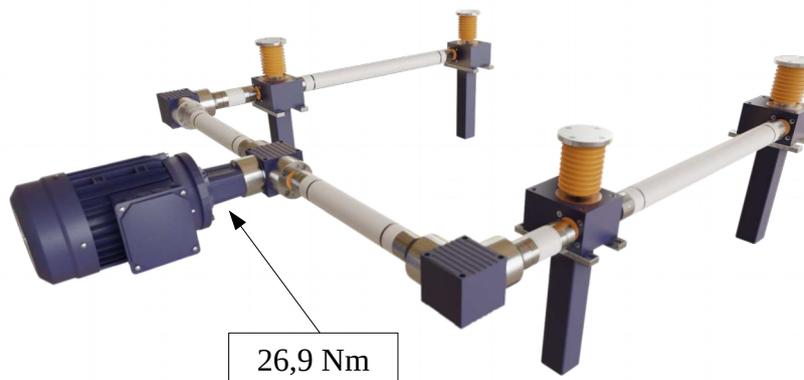


Figura 44: Par transmitido en el motor con el coeficiente de seguridad aplicado.

8.2.10.1 Selección del motor

Normalmente, los motores tienen una placa de terminales con 6 bornes y un borne de puesta a tierra. Cambiando la posición de los conectores se puede conmutar la bobina del estátor a estrella o triángulo. El proceso de arranque en estrella-triángulo no es adecuado para sistemas de elevación, ya que desde el inicio se necesita un par elevado.

Los motores pueden funcionar en ambos sentidos de rotación. Al conectar las fases de red en la secuencia L1, L2, L3 en los bornes del motor U1, V1, W1 el sentido de rotación es a la derecha. El sentido de rotación se invierte cambiando dos líneas de red cualesquiera.

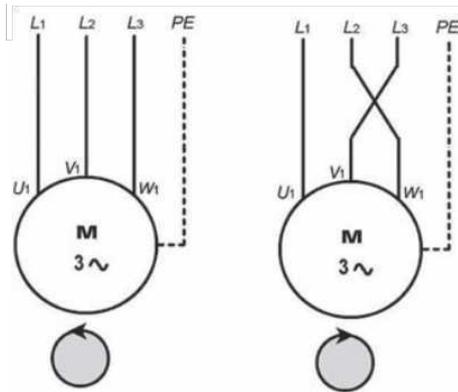


Figura 45: Esquema de conexiones para el cambio de giro en motores trifásico de CA

Especialmente, en el caso de elevadores e instalaciones de gran tamaño se recomienda la utilización de un convertidor de frecuencias con el fin de lograr una rampa de arranque y frenado uniforme. Esto reduce al mínimo el ruido durante el arranque e incrementa la vida útil del elevador. .

Para reducir la marcha en inercia de la instalación al mínimo, se recomienda utilizar un motor-freno. En elevadores con husillo de bolas o husillo de paso doble es imprescindible utilizar un freno.

A continuación se seleccionara un motor trifásico para proporcionar la potencia necesaria al sistema de elevación dimensionado en los apartados anteriores. El par calculado para que el motor sea capaz de elevar el expulsor es de 27 Nm, se le ha aplicado al calculo final el factor de seguridad recomendado por el fabricante (1,5).

El fabricante cuenta con dos motores que tienen un par nominal de 27 Nm , dado que el sistema esta sobredimensionado en un 50% , lo mas recomendable es seleccionar el motor 100L. En el manual de selección, se recomienda no sobredimensionar en exceso el motor, ya que se debe considerar el trabajo en vacío, o con las cargas favoreciendo el desplazamiento.

Tamaño (IEC)	Potencia (kW)	Velocidad nominal (rpm)	Par (Nm)	Corriente nominal a 400V (A)	Factor de potencia (cos)	Peso con freno (kg)
100L	3	1410	20,3	6,7	3,9	28,0
100L	4	1420	27,0	8,9	0,82	31,9
112M	4	1440	27,0	9,4	0,75	38,0
112M	5,5	1440	36,4	11,7	0,83	40,6

Tabla 12: Selección del motor de elevación trifásico.

9. Diseño final del molde

Las siguientes figuras representan el acabado final del molde, se han realizado con Blender 3D, exportando los elementos desde solidworks, o diseñando los componentes desde 0.

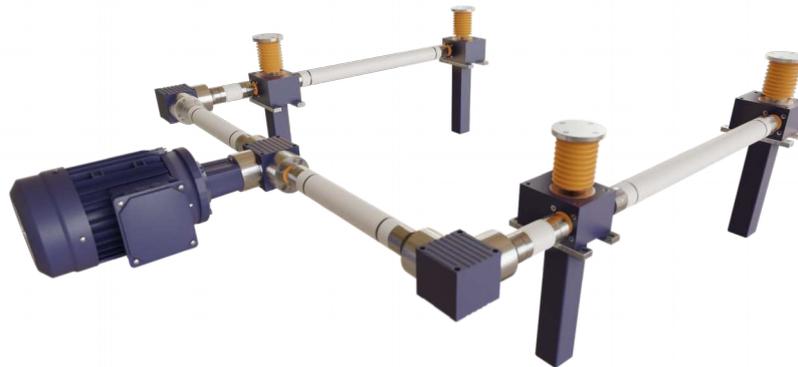


Figura 46: Equipo expulsor completo, husillos, ejes, reenvíos, brida y motor.



Figura 47: molde con el sistema expulsor, la base salvabanco, y la base del expulsor

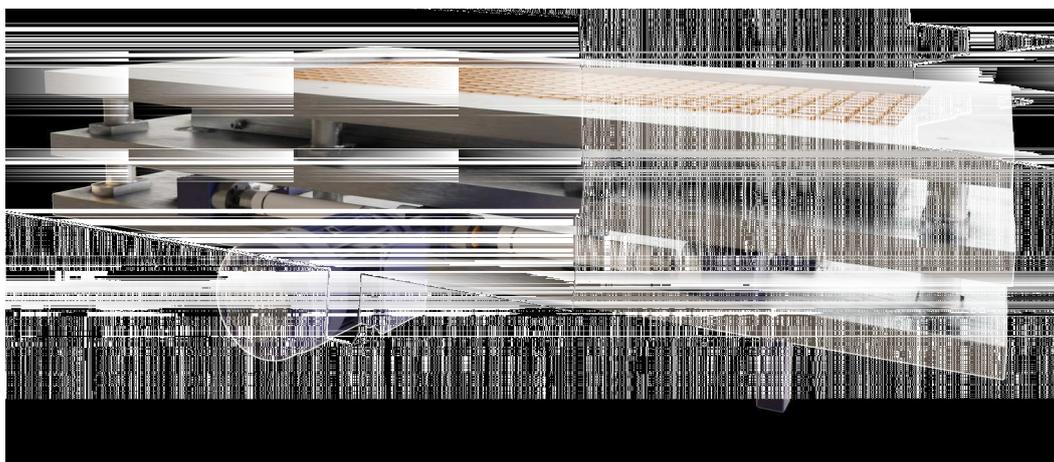


Figura 48: Molde completamente montado.

9.1.1 Optimización del sistema de cuchillas.

Las cuchillas, tanto convencionales como las extraíbles, se fabrican con acero templado, ya que sufren la abrasión del polvo cerámico prensado y soportan la componente transversal de la fuerza de prensado. El continuo desgaste que, por este motivo, sufren las cuchillas aumenta la holgura con los punzones superiores y hace necesaria su sustitución cada 600.000 prensadas, aproximadamente. Este desgaste se inicia en la superficie y depende de la composición de la pasta prensada, especialmente de su contenido en materiales desgrasantes abrasivos. Por otra parte, es notorio que la cantidad de acero templado empleado en la fabricación de las cuchillas es muy elevada si se compara con el pequeño desgaste (0,2 mm) que puede hacerlas inaceptables para la obtención de baldosas de calidad.

Para mejorar la resistencia al desgaste, en muchos sectores industriales se emplean recubrimientos de metales con otros materiales, metálicos o no, de mayor dureza. A partir del recubrimiento de sustratos de acero sin templar con diferentes técnicas se obtienen cuchillas Antidesgaste con recubrimientos mediante HVFO (High Velocity Oxygen Fuel)

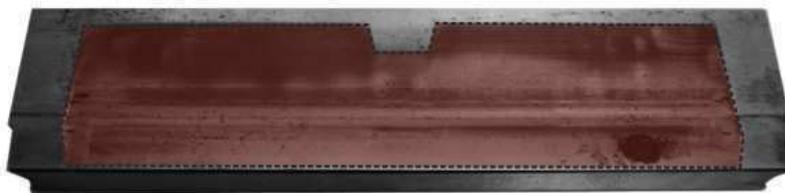


Figura 49: Zona de mayor desgaste de una cuchilla intercambiable

En este tipo de cuchillas la fase de templado, que tiene como objetivo la mejora de las propiedades mecánicas del acero, es sustituida por la deposición del recubrimiento del acero mediante proyección térmica de partículas a elevadísimas velocidades. Al usar este tipo de recubrimiento se evita el elevado coste energético correspondiente a la fase de templado.

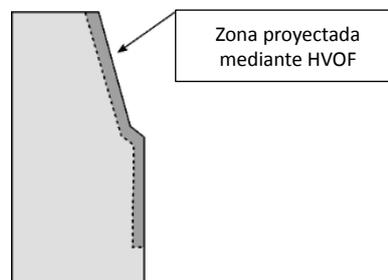


Figura 50: zona de aplicación del recubrimiento

Para la fabricación de este tipo de cuchillas se parte de planchas o barras de acero laminado en bruto que son cortadas y mecanizadas tal como se ha descrito, realizando un rebaje en las zonas sometidas a fricción, de profundidad igual o superior al máximo desgastes admisible, y posteriormente son sometidas a un procedimiento de limpieza (granallado) para mejorar la adherencia del recubrimiento, que las prepara para la proyección HVFO, en los perfiles que serán sometidos a mayores exigencias mecánicas. El recubrimiento se realiza con un espesor ligeramente superior al rebaje realizado, para que exista suficiente material de aporte para el posterior mecanizado.

Tras la aplicación del recubrimiento se rectifican el espesor, las medidas y la cuadratura, a los valores especificados en el plano y se rectifica el bisel, tras lo cual se realiza el montaje mediante escuadras y el rectificado de acabado de la unidad, igual que en el resto de las cuchillas extraíbles.

Este tipo de cuchillas pueden soportar un mayor número de prensadas (2.000.000 frente a las 500.000 de las cuchillas convencionales de acero templado) por lo que disminuye el coste de la matriz por ciclo de prensado y permite el empleo de aceros más económicos en su fabricación. El acero empleado no sufre el tratamiento de temple, de alto consumo energético y que suele provocar un número elevado de rechazos, por lo que pueden ser mecanizadas, eliminando los restos del recubrimiento aplicado, y tras su desengrasado y granallado, realizar una nueva proyección para ser reutilizadas de nuevo.

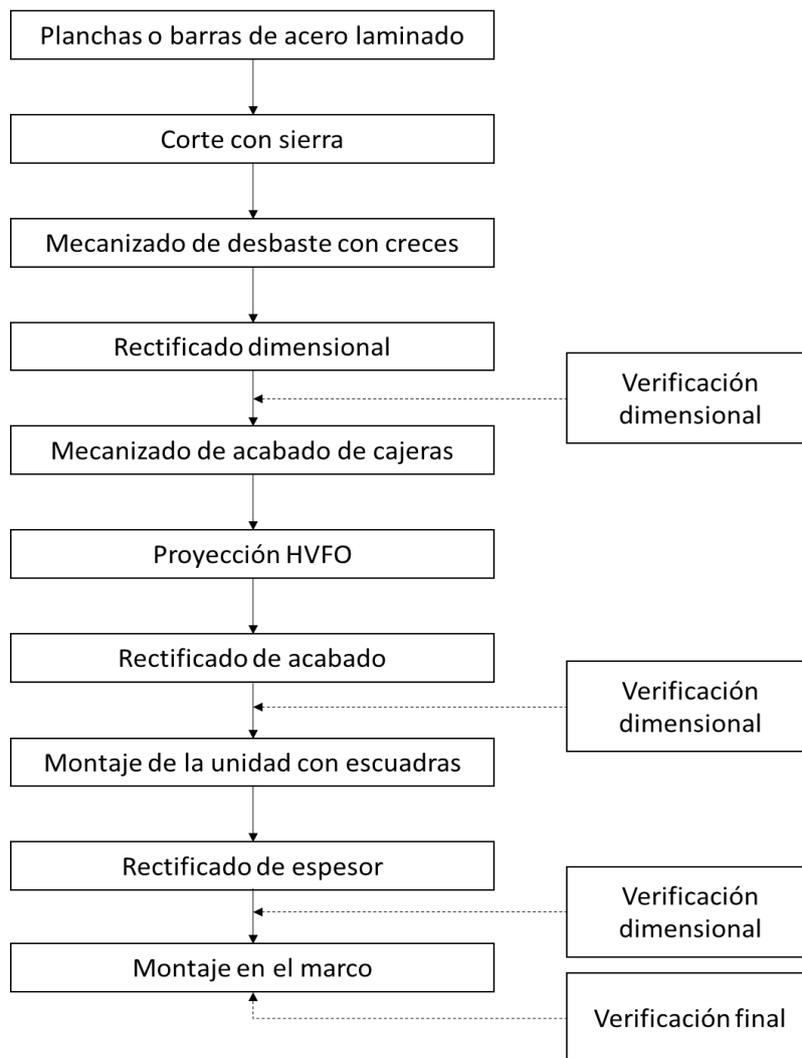


Figura 51: proceso de mecanizado de las cuchillas

Diseño de las cuchillas

A la par de las mejoras de los materiales superficiales, donde se ha conseguido elevar la resistencia al desgaste y la abrasión de forma drástica, y la reducción de coste por el uso de aceros mas blandos y económicos ; también se realizaran mejoras desde el punto de vista del diseño.

Se ha planteado la mejora que aparece en la Figura 52, se trata de un ranurado de 1 mm de ancho que termina en una ranura circular; el objetivo es eliminar un punto de concentración de tensiones, y eliminar un punto débil donde se suelen producir grietas . También se ha practicado un orificio en la zona de introducción de la cuchilla

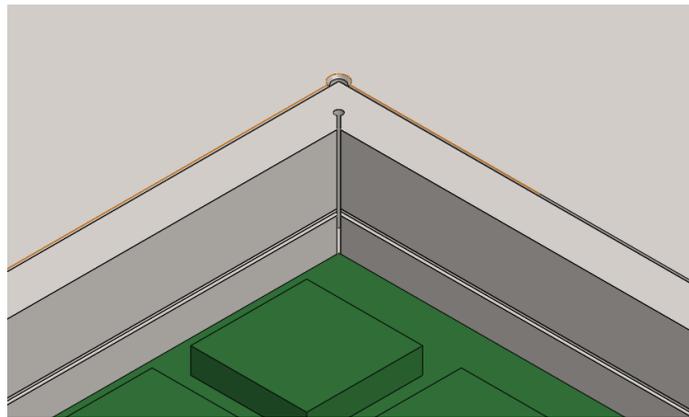


Figura 52: Ranurados rectos y circulares para disipar y distribuir tensiones en las esquinas de la base y las cuchillas

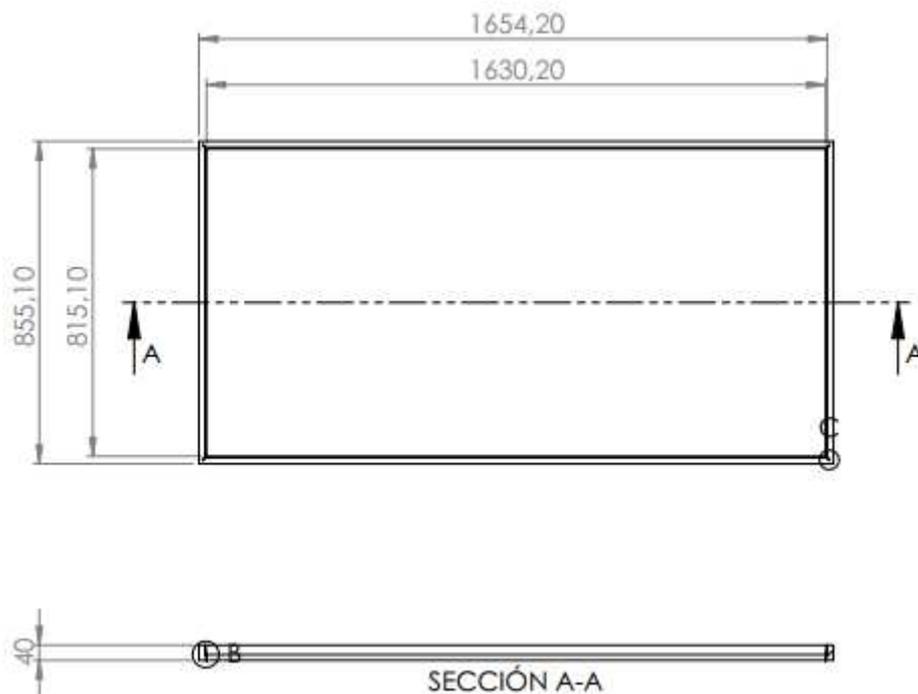


Figura 53: medidas exteriores e interiores de las cuchillas

Sistema calefactor de las cuchillas

Para evitar que el atomizado se pegue a las cuchillas y a las paredes del molde , se instalará un sistema de calefacción que permita regular la temperatura de la base portacuchillas y las cuchillas según se desee, para ello se utilizará un cartucho de alta carga en el lado largo del molde.

La forma de construcción de estos elementos de calefacción permiten su utilización en condiciones adversas de trabajo, como pueden ser vibraciones y altas temperaturas ya que pueden llegar a alcanzar más de 500° en la del cartucho. Las resistencias de Alta Carga (RAC) son idóneas para la instalación de una potencia elevada en el mínimo espacio



Colocación STANDAR del termopar.
Opción indicada para evitar problemas en aparatos de regulación muy sensibles.

Figura 54: Termopar final aislado de la masa

Se controlará la temperatura del molde superior y las cuchillas mediante la extensión de control de termopar del autómatá programable, se definirá un rango de trabajo y se conectara o desconectara la resistencia para lograr mantenerse en dicho rango, la resistencia permite instalar un termopar tipo K, que es compatible con la expansión del autómatá CPL1

En la Figura 55 aparece la configuración de acabado por la que se ha optado, en esta configuración los extremos de la resistencia tienen una mayor densidad de cable para distribuir de forma diferente el calor en el centro y los extremos. La idea de diseño es distribuir el calor para que se caliente la zona larga del molde sin llegar a sobrecalentamientos en la zona corta.

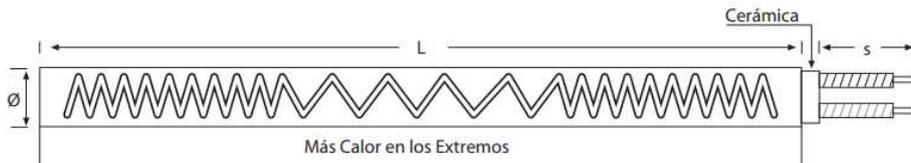


Figura 55: Configuración de acabado de la resistencia de alta carga

Se deberán tomar precauciones a la hora de instalar la resistencia en el molde, y respetar las tolerancias que proporciona el fabricante, sino podría no introducirse la resistencia, o dañarse al alcanzar temperaturas elevadas.

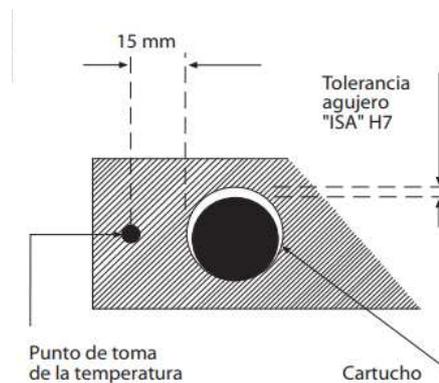


Figura 56: Tolerancias para el mecanizado del agujero de la resistencia

Se mecanizaran los orificios en el expulsor de forma que se puedan introducir fácilmente las resistencias desde el frontal del molde, y sustituirlas de forma rápida si fuese necesario. Los orificios se han colocado de forma que permitan aprovechar al máximo el calor, y no estén excesivamente próximos a orificios roscados o a juntas, para evitar que puedan debilitar la resistencia estructural.

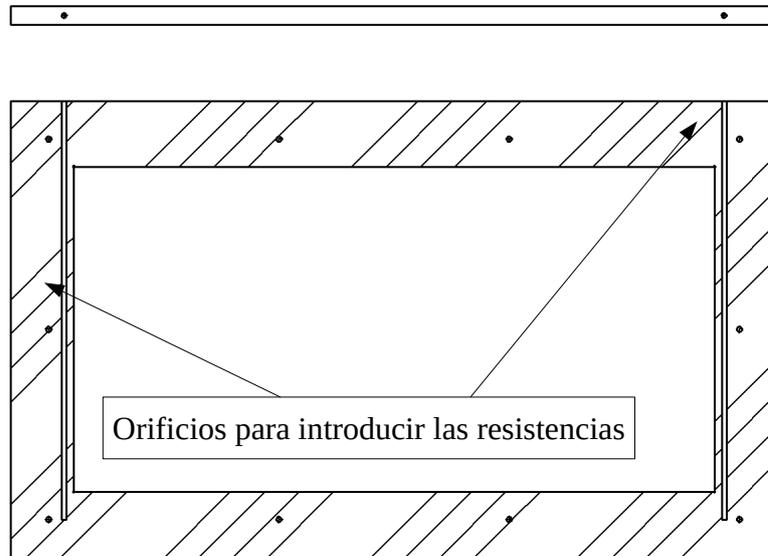


Figura 57: Vista de sección de la base expulsora, orificios mecanizados para las resistencias.

Para realizar las mediciones de temperatura se utilizara un sensor de infrarrojos de bajo coste de Omron, ya que no será necesario tomar medidas excesiva mente precisas, cualquier tolerancia por debajo de 1°C sería validad para controlar los ciclos de encendido y apagado de la resistencia.

El sensor seleccionado mide temperaturas entre un rango de 10 y 70 °C , niveles de operación suficientes para el control de la resistencia, durante el periodo de trabajo es importante no llegar a temperaturas por encima de los 60°C , ya que esto produciría una evaporación de la humedad de la tierra en las inmediaciones de las cuchillas y el molde, y generaría zonas con condiciones diferentes al resto de la baldosa prensada.

El modulo de expansión CP1W-TS001 permite la conexión de dos sensores de temperatura. Se instalara uno en la zona aledaña a la resistencia y otro en la zona central del lado largo del molde, el punto que ha de ser calentado mas lejano al foco de emisión del calor. Se tendrán en cuenta los valores de ambos sensores de forma simultanea para tener un control global de la temperatura.



Figura 59: Sensor termo optico ES1B de Omron



Figura 58: Modulo de expansión CP1W-TS001 par CPL1

9.1.2 Calculo CAE del espesor mínimo del expulsor.

RESISTENCIA MECÁNICA Y RIGIDEZ DEL EXPULSOR

Para seleccionar el espesor optimo del expulsor se ha realizado tres análisis donde las condiciones de sujeción han sido idénticas en todos ellos, se ha simulado el apoyo del expulsor, tal y como se situara en el momento de prensado, y se ha aplicado una presión de 400 kg/cm², fuerza máxima de prensado a la que se someterá el molde.

La única variable que se modificara en los ensayos será el espesor del expulsor, todos los demás parámetros se mantendrán estables: apoyos, medidas, presión, material, mallado, etc..

Expulsor de 30 mm de espesor

Como puede apreciarse en la Figura 60 se producen grandes deformaciones en la zona central del modelo, llegando a alcanzar deformaciones superiores a 1cm, esta deformación es muy superior a la deformación buscada.

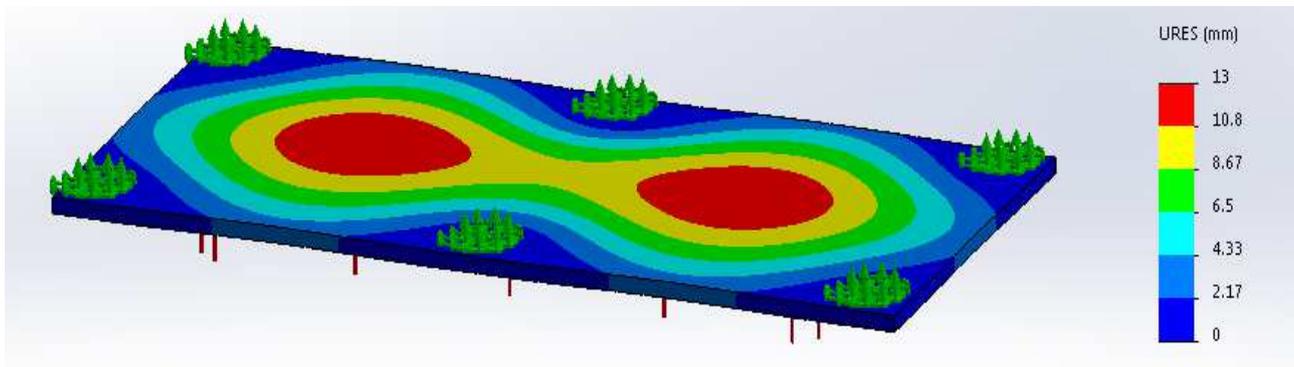


Figura 60: Expulsor de espesor 30 mm, deformación máxima

Expulsor de 60 mm de espesor.

Dado que la primera iteración presentaba unas deformaciones muy superiores a las permitidas, se ha modificado el espesor al doble para comprobar la deformación. En este caso no se aprecia ningún tipo de deformación, el molde esta sobredimensionado, en la tercera iteración se tratara de ajustar el espesor para reducir el peso que deberá moverse durante los ciclos de operación, el coste del material, y el volumen total de material a mecanizar.

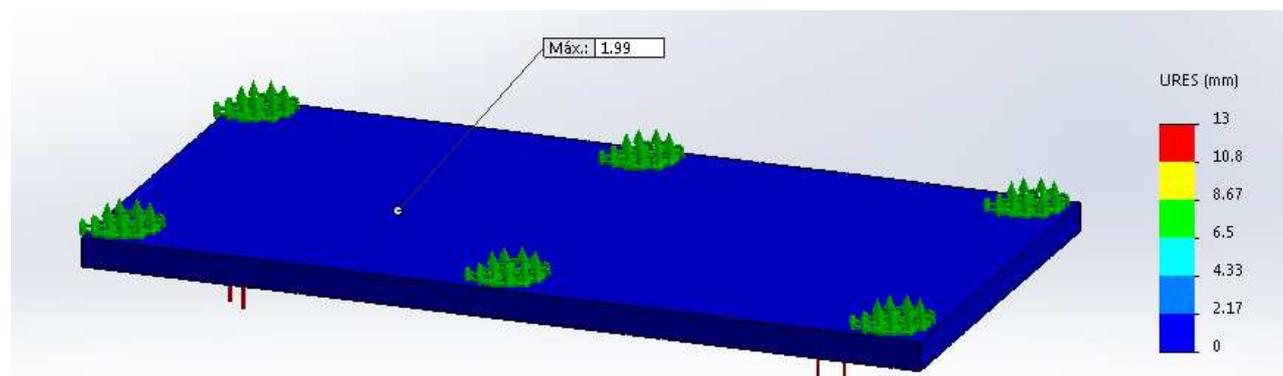


Figura 61: Expulsor de espesor 60 mm, deformación máxima

Expulsor de 45 mm de espesor

En el tercer análisis llegamos a una situación que cumple los criterios de deformación máxima admisible, ya que baja de los 5mm de flecha en el punto de máxima deformación.

Los valores se tendrán en cuenta a la hora de diseñar el expulsor, el espesor conjunto del acero del expulsor sera cercano a los 45 mm, además se utilizará aceite en una cavidad interior, situada en la parte inferior de la base del punzón para distribuir homogéneamente la carga entre toda la pieza.

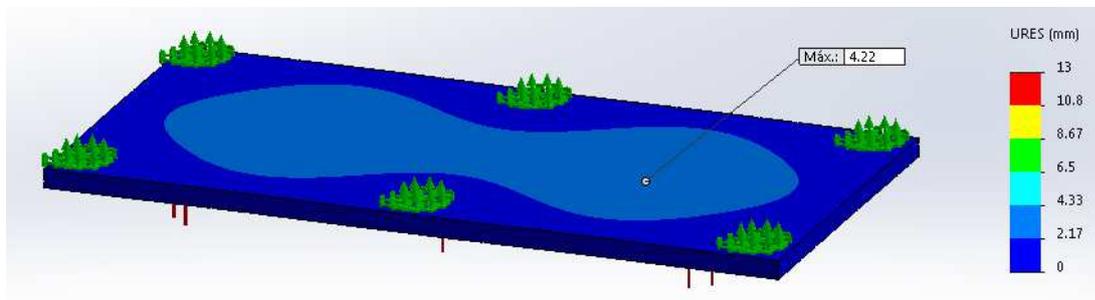


Figura 62: Expulsor de espesor 45 mm, deformación máxima

RESISTENCIA MECÁNICA Y DEFORMACIONES DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Tras ensayar el expulsor, fijar los criterios de diseño, y posibles soluciones que mejoren la resistencia a flexión del mismo, es necesario comprobar que la estructura del molde es capaz de resistir las fuerzas producidas durante el prensado.

Se ha fijado la base del molde como indeformable, y se han aplicado las fuerzas correspondientes a la presión anteriormente comentada en el calculo del expulsor, y se ha localizado en las 6 zonas donde se ha definido que el elastómero se alojara al posarse en la base.

Como se puede apreciar en la Figura 63 , las deformaciones son prácticamente inexistentes. Es interesante apreciar como el punto central acumula la mayor deformación y la distribuye a traves del lado largo del expulsor hasta la esquina mas lejana donde apoya el expulsor.

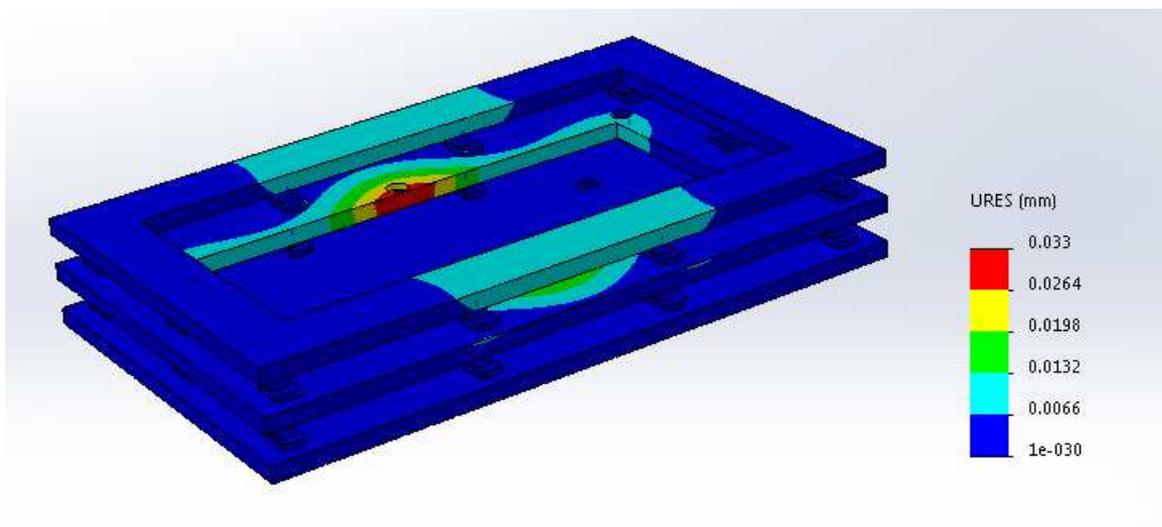


Figura 63: Deformaciones experimentadas por la estructura durante el prensado de baldosas.

Las tensiones que ha de soportar la estructura están muy lejos del límite elástico del acero 1030, deberá prestarse especial atención en ángulos vivos, o zonas de concentración de tensiones de los pilares o cavidades y rebajes mecanizados en las bases. Sera relevante también mantener el molde en buen estado sin rastros de oxidación y corrosión.

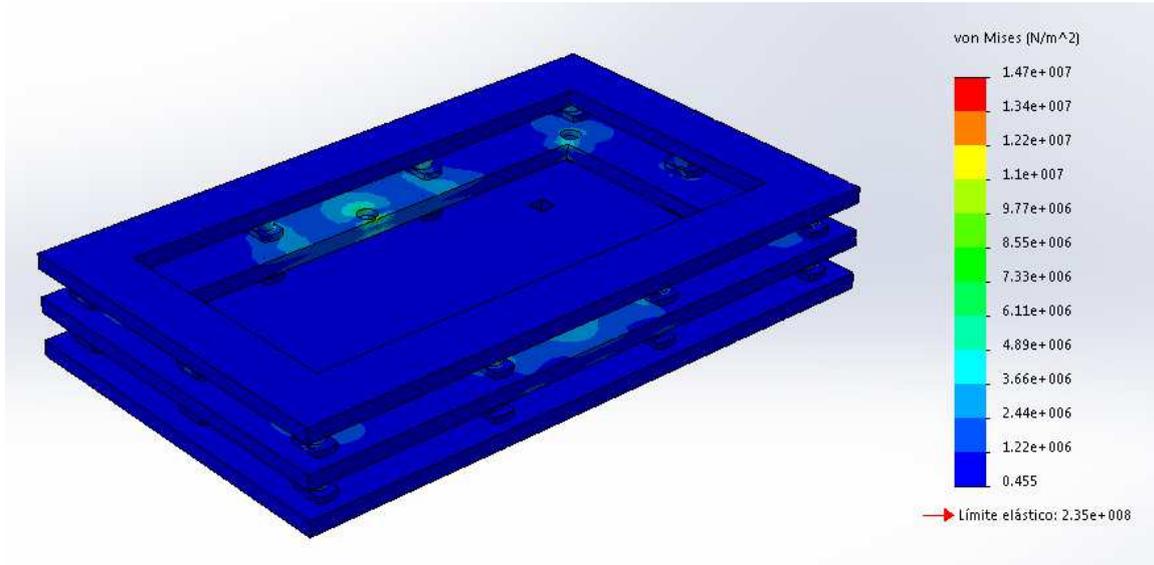


Figura 64: tensiones experimentadas por la estructura durante el prensado.

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS CUCHILLAS DURANTE EL PRENSADO

En primer lugar se modelara la cuchilla y se partirá en cuatro partes para optimizar el cálculo por elementos finitos, se realizara dos cortes para acotar la zona donde se aplicara la presión.

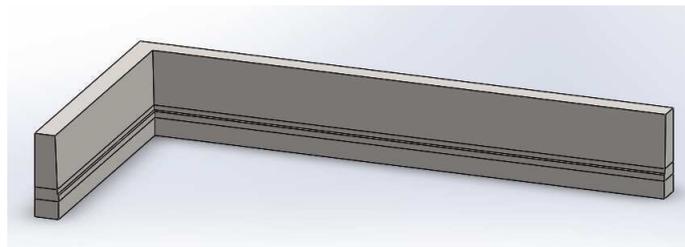


Figura 65: Cuchilla preparada para el cálculo CAE de la cuchilla estándar

En la esquina de la cuchilla se aprecia una acumulación de tensión que supera el nivel del límite elástico, convirtiéndose en un punto de inicio de grieta que puede devenir en fallos, y roturas.

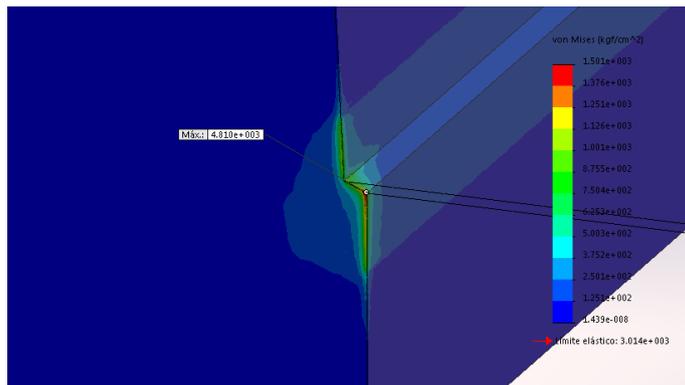


Figura 0: Acumulación de tensión en la esquina viva de la cuchilla estándar

También se han calculado las deformaciones para asegurar que no se producen deformaciones que puedan superar las tolerancias dimensionales requeridas por el control de calidad.

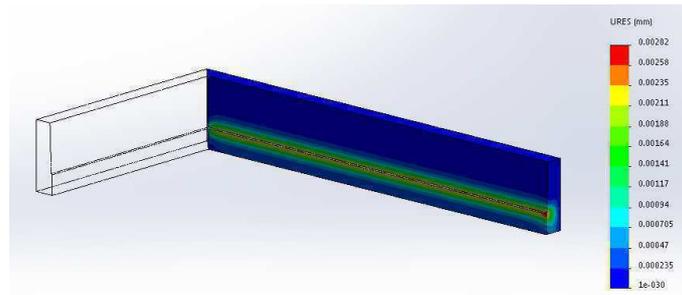


Figura 0: Deformación de la cuchilla estándar

Análisis CAE de las cuchillas modificadas en el momento del prensado

Para evitar la acumulación de tensiones se ha modificado las cuchillas mecanizando las esquinas de la cuchilla, realizando una ranura mecanizada de 1mm de diámetro para permitir una mejor distribución de tensiones, y evitar la acumulación de tensión en puntos cercanos a la misma. Al mecanizar la ranura, las tensiones se han reducido drásticamente, encontrándose todos los valores de tensión en la zona de seguridad.

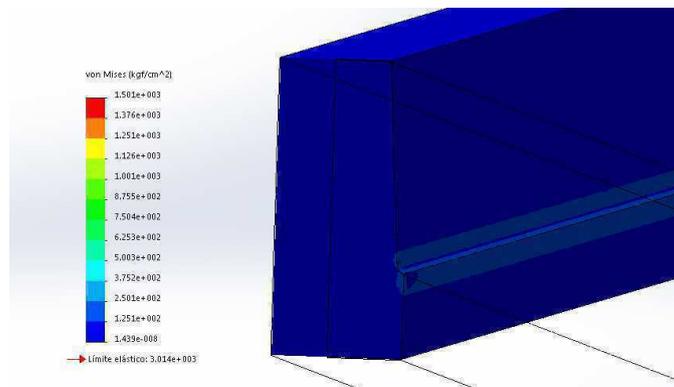


Figura 66: tensiones en la cuchilla modificada

Los valores de deformación son prácticamente idénticos a los obtenidos con el modelo de cuchilla original.

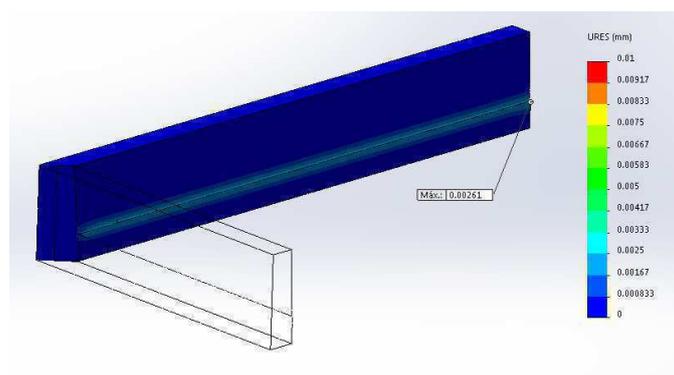


Figura 67: deformación de las cuchillas modificadas

9.2 Piezas mecanizadas

A continuación se describirán todas las piezas a mecanizar y los procesos necesarios para conseguir los modelos diseñados. Las piezas mecanizadas han sido codificadas como PM0218-01-0000XX .

NUMERACIÓN	DESCRIPCION
PM0218-01-000001	placa acero expulsor 1200x2000
PM0218-01-000002	placa acero punzón 500x1500
PM0218-01-000003	placa acero punzón 250x2000
PM0218-01-000004	placa acero expulsor 1600x2300
PM0218-01-000005	placa acero superior 1600x2300
PM0218-01-000006	placa base del expulsor 1600x2300
PM0218-01-000007	Pilar inferior R30 longitud 120
PM0218-01-000008	Pilar inferior R30 longitud 120
PM0218-01-000009	Base expulsor mecanizada para contener aceite.

Tabla 13: Piezas codificadas para mecanizar.

9.2.1 Selección de materiales de las piezas mecanizadas.

El primer paso sera seleccionar un material que cumpla los criterios de resistencia, dureza y elasticidad, y maximice valores como el precio o la maquinabilidad.

Se ha acotado la búsqueda al grupo a los materiales metálicos por la facilidad de suministro, la elevada resistencia mecánica, maquinabilidad, la soldabilidad en caso de posibles reparaciones, etc..

Los criterios de selección serán comunes a todas las piezas a mecanizar, ya que tanto las placas, los pilares, o el metal base de las cuchillas intercambiables, deben cumplir criterios idénticos.

El estudio se realizara apoyándose en el programa CES EduPack, un recurso de enseñanza para selección de materiales y procesos. Se utilizara el nivel 3, para poder obtener la codificación concreta de los materiales comerciales. A continuación se detallaran las condiciones y se ilustraran los resultados obtenidos al ir filtrando progresivamente las propiedades y procesos .

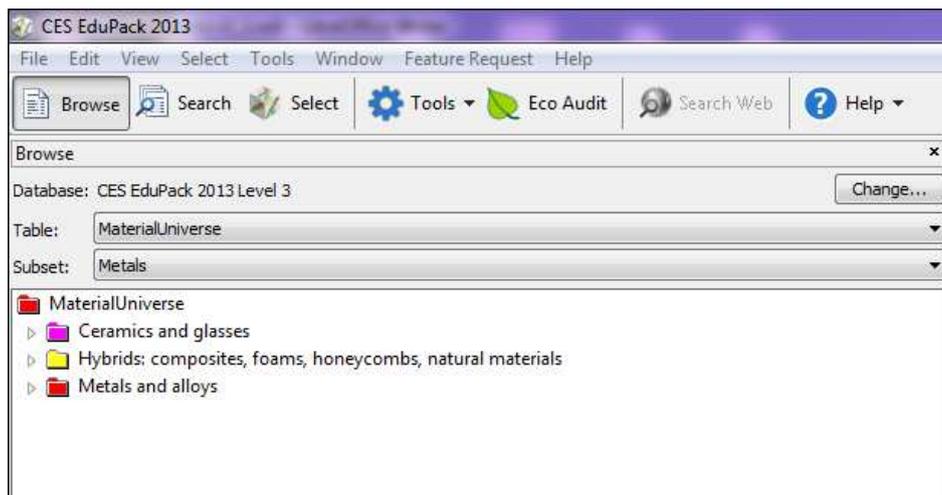


Figura 68: Programa de selección de materiales y procesos, Ces Edupack.

Metodología de selección de materiales.

A continuación se adjuntan los diferentes pasos que se han seguido a la hora de filtrar con la herramienta Ces Edupack y llegar a la selección final de material para mecanizar.

La selección de los materiales metálicos ha sido una decisión de diseño, y el punto de partida para lograr un material resistente, maquinable, de elevada dureza y lo mas respetuoso con el medio posible.

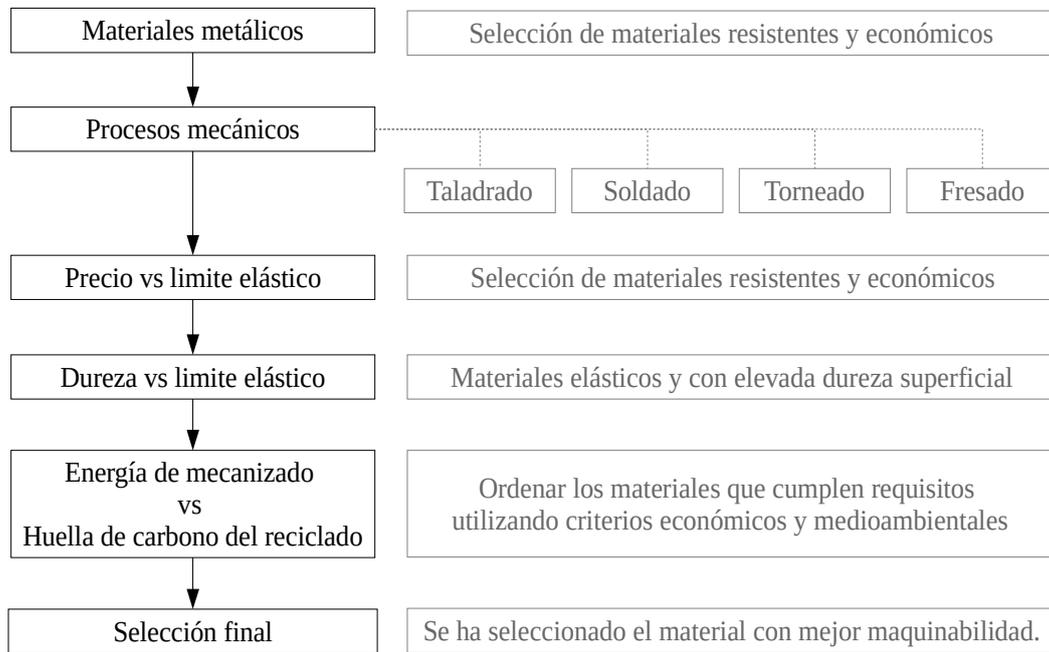


Figura 69: Filtros de selección aplicados en Ces Edupack

En cada filtro se han ido reduciendo los posibles materiales progresivamente, hasta llegar a un estado final con 5 materiales, todos los materiales cumplían las especificaciones planteadas, los materiales resultantes optimizaban los criterios comparados en cada una de las fases.

Finalmente se ha seleccionado el material que tenía mayor dureza vickers. Los 5 materiales restantes en la selección final, tenían valores de consumo de energía durante el arranque de viruta similares, así que se ha optado por el material que tenía una dureza vickers mas elevada (290 HV frente a 173 HV), para asegurar una resistencia mayor frente a rallado y desgaste superficial.

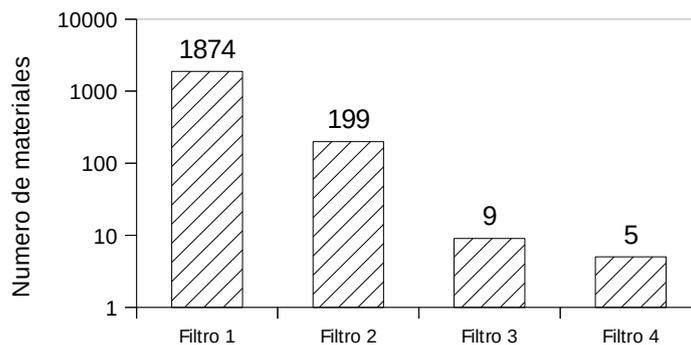


Figura 70: Numero total de materiales tras aplicar los diferentes filtros de CesEdupack

Filtro1, procesos .

El primer filtro aplicado, descartara todos los materiales que no puedan ser maquinados mediante los procesos de fresado, taladrado, planeado o fusionados mediante métodos térmicos (soldadura). Después de aplicar los filtros, 1876 materiales de la base de datos cumplían los criterios introducidos.

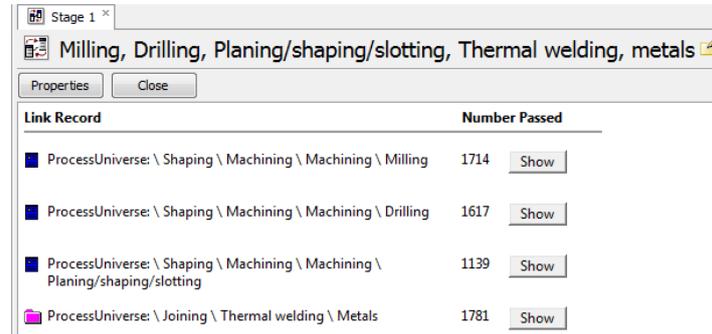


Figura 71: Filtro de procesos de conformado y fusión.

Filtro 2, precio vs limite elástico .

Se ha utilizado un segundo filtro, que consiste en un grafico para minimizar el precio por kg, frente a los megapascales del limite elástico de los diferentes materiales, así se consiguió seleccionar el material mas económico, y con una mayor resistencia relativa posible.

En esta primera fase de selección, los materiales que mejor relación €/ kg·MPa han tenido son los pertenecientes al grupo de los aceros de baja aleación.

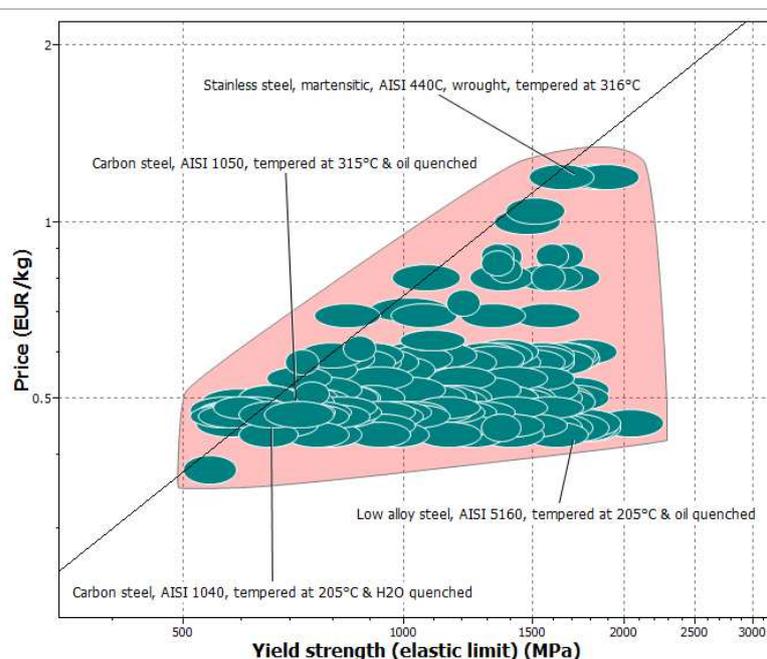


Figura 72: precio vs limite elástico

Utilizando los parámetros del programa se han cribado los materiales hasta obtener menos de 200 materiales que maximizan la función precio-limite elástico. Todos los materiales seleccionados pertenecen al grupo de los aceros, de baja media y alta aleación e inoxidables.

Filtro 3, dureza vs resiliencia.

La resiliencia se define como trabajo externo realizado para deformar un material hasta su límite elástico. Tendremos en cuenta el módulo de resiliencia porque representa la capacidad del material para recuperar su forma tras sufrir una deformación.

Dado que los materiales del molde, estarán sometidos ciclicamente a los esfuerzos axiales que ejerce la prensa para compactar la tierra atomizada, es de gran importancia que el material tenga una capacidad elevada de absorber los esfuerzos generados sin que se produzcan deformaciones permanentes.

$$\text{módulo de resiliencia} = \frac{\text{límite elástico}^2}{2 * \text{módulo de Young}} (J/m^3)$$

Figura 73: fórmula del módulo de resiliencia

La dureza superficial es también uno de los parámetros utilizados para la selección de materiales. El posible contacto con tierra atomizada, puede generar desgaste abrasivo en las superficies en movimiento o a la hora de limpiar el polvo, estas ralladuras pueden favorecer la oxidación y corrosión de las superficies expuestas.

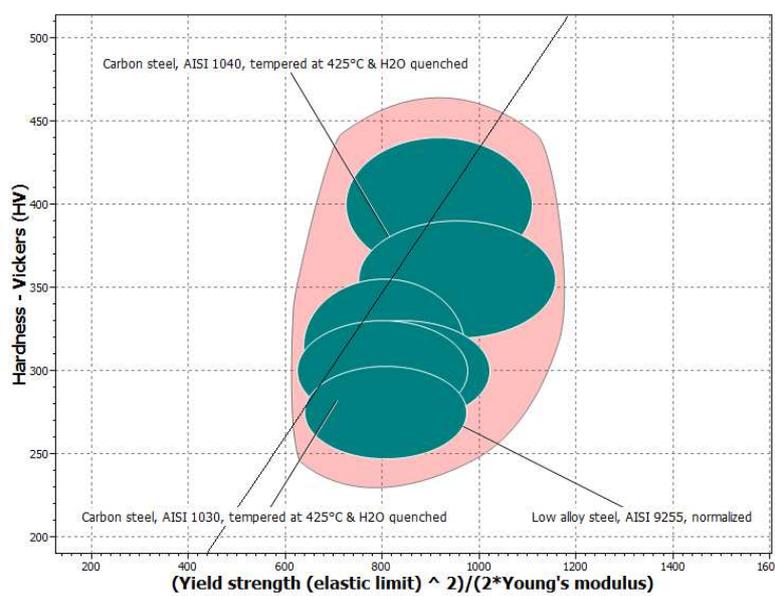


Figura 74: Dureza vs resiliencia.

Filtro 4 , coste de mecanización vs huella de carbono en el reciclado.

El ultimo filtro ha sido útil para aplicar criterios ambientales y de consumo de energía, pudiendo así seleccionar el material cuya mecanización y reciclado tienen un menor impacto en el medio ambiente ya que esta es una de las principales problemáticas sociales actuales. Por otro lado, se pueden abaratar los costes al facilitar el reciclado de los componentes . Lo mismo sucede con la huella de carbono, los costes por emisiones.

Al reducir el consumo de energía nos estamos beneficiando doblemente, por un lado al ahorrar dinero en gasto de producción y por otro lado al reducir la emisión de gases, con lo que se conseguirá un ahorro económico para la empresa así como una buena imagen.

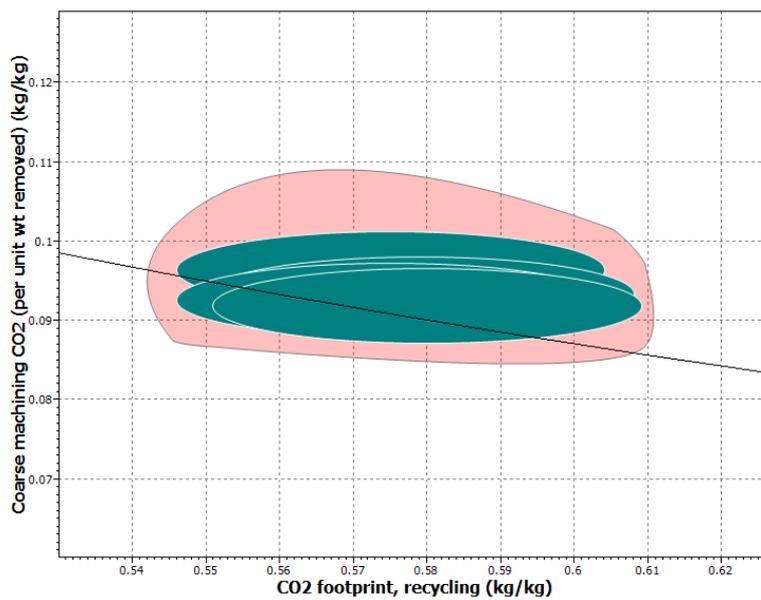


Figura 75: coste de mecanización vs huella de carbono durante el reciclado.

Conclusiones

Finalmente , tras aplicar los 4 filtros que se han comentado con anterioridad, se llega a una lista de 3 materiales que cumplen los requisitos formulados y maximizan las propiedades buscadas: resistencia, elasticidad, resiliencia, economía, reciclabilidad, maquinabilidad.

Name	Hardness - Vickers (HV)
Carbon steel, AISI 1030, tempered at 425°C & H2O quenched	275 - 355
Carbon steel, AISI 1095, as rolled	270 - 330
Carbon steel, AISI 1080, as rolled	270 - 330

Figura 76: Lista de materiales resultantes tras la aplicación de filtros en CesEduPack.

Ficha general del material seleccionado: Acero al carbono, AISI 1030

En las siguientes tablas se recogen las propiedades generales, la composición detallada del acero, y las propiedades mecánicas del material. Los datos han sido extraídos de a base de datos de Ces Edupack, en los anexos se adjunta la ficha completa, donde se complementa la información ya plasmada a continuación con una extensa lista de propiedades y características propias del material.

Propiedades generales	
Densidad	7.8e3 - 7.9e3 kg/m ³
Precio	0.446 - 0.494 EUR/kg

Tabla 14: propiedades generales del Acero al carbono ANSI 1030

Composición detallada (metales, cerámicos y vidrios)	
C (carbono)	0.28 - 0.34 %
Fe (hierro)	98.7 - 99.1 %
Mn (manganeso)	0.6 - 0.9 %
P (Fosforo)	0 - 0.04 %
S (sulfuro)	0 - 0.05 %

Tabla 15: composición detallada del Acero al carbono ANSI 1030

Propiedades mecánicas	
Young's modulus	208 - 216 GPa
Flexural modulus	208 - 216 GPa
Shear modulus	80 - 85 GPa
Bulk modulus	161 - 176 GPa
Poisson's ratio	0.285 - 0.295
Shape factor	43
Yield strength (elastic limit)	520 - 640 MPa
Tensile strength	655 - 810 MPa
Compressive strength	520 - 640 Mpa
Flexural strength (modulus of rupture)	520 - 640 MPa
Elongation	18 - 28 % strain
Hardness - Vickers	275 - 355 HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	318 - 370 Mpa
Fatigue strength model (stress range)	197 - 274 Mpa
Fracture toughness	34-56 Mpa ⁵
Mechanica loss coef. (tan delta)	5,8e ⁻⁴ – 7,2e ⁻⁴

Tabla 16: propiedades mecánicas del Acero al carbono ANSI 1030

Acero ANSI 1030 hipoeuctoide templado y revenido.

En la Figura 78 aparece la representación esquemática de la microestructura de una aleación de hierro-carbono de composición hipoeuctoide (contenido menor al 0,76% del peso en carbono) que ha sido enfriada desde la fase austenítica hasta una temperatura inferior a la eutectoide.

En la Figura 77 se pueden apreciar las fases que se crean cuando el acero de 0,4% C es enfriado desde los 900°C hasta la temperatura ambiente lentamente, se ha formado una matriz de ferrita proeutectoide con precipitaciones de perlita (Fe_3C)

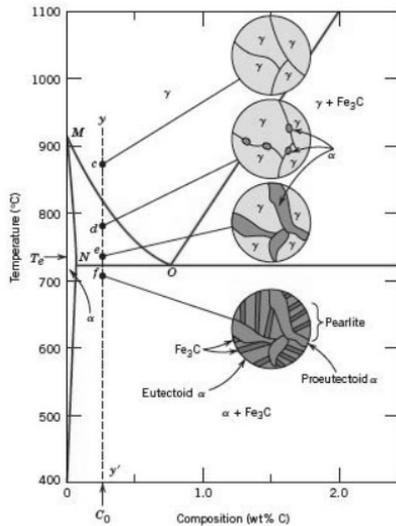


Figura 78: Composición hipoeuctoide menor al 0,76 wt% C

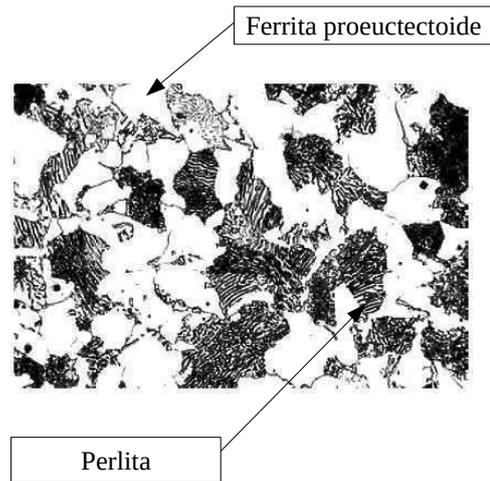


Figura 77: Fotomicrografía, 0,38 wt% C acero, perlita y proeutectoide

El revenido es el proceso de calentar un acero martensítico a una temperatura por abajo de la temperatura de transformación eutectoide con la finalidad de hacerlo mas blando y mas dúctil. La Figura 79 ilustra esquemáticamente el proceso habitual de templado y revenido para un acero al carbón simple. El acero es austenizado primero y luego se temple a una velocidad rápida para producir martensita y evitar así la transformación de la austenita en ferrita y cementita. Después el acero se vuelve a calentar a una temperatura por abajo de la temperatura eutectoide para reblandecer la martensita al transformarla en una estructura de partículas de carburo de hierro en matriz ferrita.

En aceros de bajo contenido en carbono, a temperaturas de revenido altas, entre los 400 y 700°C, los carburos en forma de varillas se colapsan para crear partículas esféricas. La martensita revenida que muestra la cementita colapsada en el microscopio óptico recibe el nombre de esferoidita.

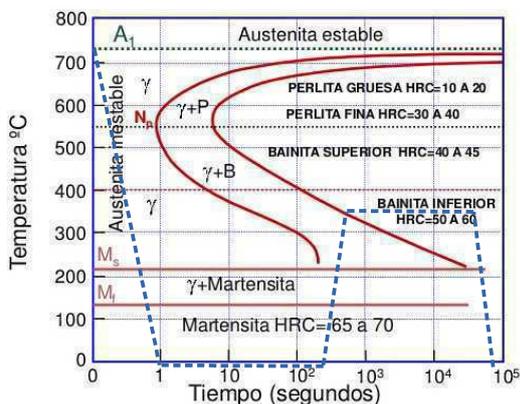


Figura 79: grafico TTT acero hipoeuctoide

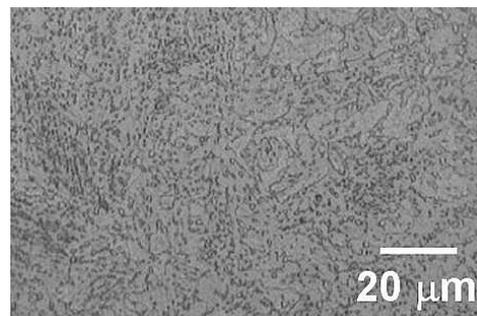


Figura 80: Esferoidita en un acero hipoeuctoide con 0,35% C

9.2.2 Selección de las herramientas para el mecanizado.

Se ha seleccionado un material único para los materiales a mecanizar: base salvabanco, expulsor, matriz superior, base del expulsor, punzones, columnas y cuchillas (posteriormente se proyectaran). En el presente apartado se seleccionaran los métodos de arranque de viruta con que se mecanizaran las diferentes piezas, la selección de la herramienta, plaquetas y condiciones de trabajo se seleccionaran apoyándose en los catálogos de la empresa Sandvik.

Tipos de torneado

El torneado es la combinación de dos movimientos: el de rotación de la pieza y el de avance de la herramienta. El movimiento de avance de la herramienta puede ser paralelo al eje de rotación de la pieza, lo que implica que el diámetro de la pieza se verá reducido por el mecanizado. También es posible que la herramienta avance hacia el centro (refrentado) en el extremo de la pieza. A menudo, el avance es una combinación de estas dos direcciones y el resultado es una superficie cónica o curvada.



Figura 81: Vista general de las operaciones de torneado mas comunes

Tipos de fresado

El fresado se lleva a cabo con una herramienta de corte rotativa de varios filos que ejecuta movimientos de avance programados contra una pieza en prácticamente cualquier dirección. El fresado se utiliza sobre todo para generar superficies planas, pero el desarrollo de las máquinas y del software ha incrementado las exigencias a la hora de producir otras formas y superficies.

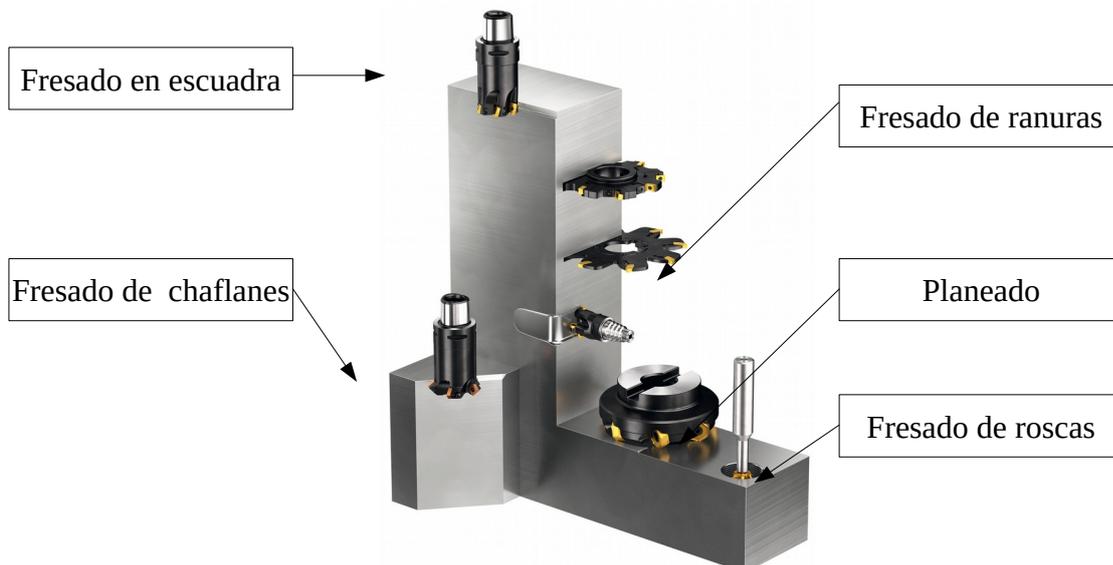


Figura 82: Vista general de las operaciones de fresado mas comunes

Procedimiento de planificación de la producción del mecanizado de piezas

El primer paso para planificar la producción es analizar las piezas a mecanizar diseñadas con anterioridad, y decidir los procesos de mecanizado que permitirán realizar las operaciones, u optimizar la fabricación. En algunos casos sera posible realizar el maquinado utilizando tanto fresado como torneado, o invertir el orden de las operaciones. En estos casos se tendrá que analizar parámetros como el gasto de energía, el desecho total de material, o el desgaste de la herramienta en cada uno de los casos.

También sera necesario seleccionar el material de la pieza, y en caso de haber seleccionado el material en la fase de diseño, se categorizara utilizando los parámetros ISO que aparecen en el manual.

La forma de cada una de las piezas, y el tipo de operación seleccionada con anterioridad marcara las herramientas a utilizar durante el maquinado.

En ultimo lugar se calcular los datos de corte recorridos de herramientas, etc. Esta ultima parte no se incluirá en el proyecto, solo se tratara de forma superficial.

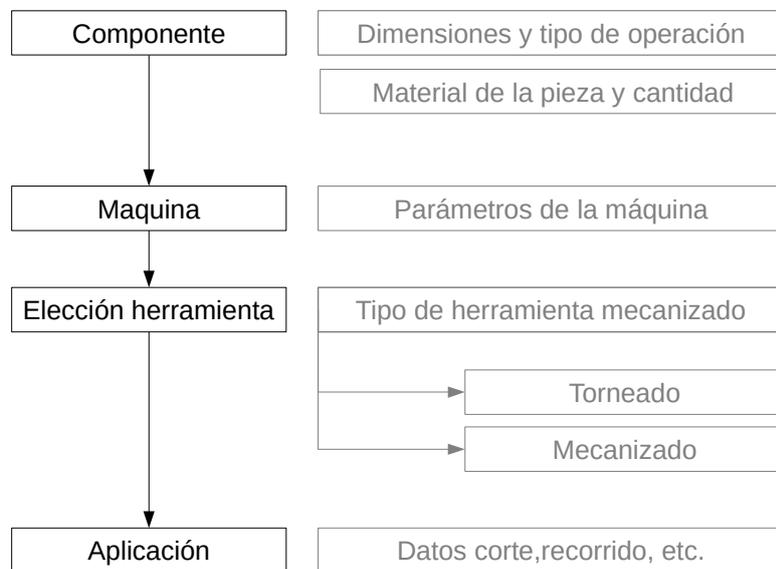


Figura 83: procedimiento de selección para el proceso de torneado

El ultimo de los pasos que aparece en el catalogo, es la resolución de problemas. Cuando se lleva a cabo el mecanizado del material , es necesario tratar todos los problemas de forma analítica, y en caso de ser necesario volver a seguir los pasos aparecidos en la Figura 83 , revisar las estrategias de mecanizado, variar los parámetros de la maquina, velocidades , aproximaciones, etc.

Es importante ser conocedor de las ventajas e inconvenientes del uso de los diferentes métodos de arranque de viruta, del uso de cada una de las plaquitas o herramientas enterizas, o las consecuencias en cuanto a acabados y tolerancias de los parámetros de trabajo, materiales de herramienta o ángulos de mecanizado seleccionados.

Selección del material a maquinar

En la industria del mecanizado de metal existe una gama extraordinariamente amplia de diseños de piezas realizados en diferentes materiales. Cada material presenta sus propias características, influenciadas por los elementos de la aleación, el tratamiento térmico, la dureza, etc. Esto influye en gran medida en la selección de la geometría de la herramienta de corte, la calidad y los datos de corte. Los materiales utilizados para piezas se han dividido en 6 grupos principales según la norma ISO, donde cada grupo presenta propiedades únicas en cuanto a maquinabilidad.

ISO P	Acero	ISO M	Acero inoxidable	ISO K	Fundición
					
ISO N	Aluminio	ISO S	Superalaciones termo-resistentes	ISO H	Material endurecido
					

Figura 84: Materiales para mecanizado de piezas según la norma ISO

En el caso de las piezas a mecanizar para el molde y su estructura, se utilizara un acero ANSI 1030 perteneciente a al grupo ISO P.

El grupo de lo los aceros es el mas amplio en el área del mecanizado de metal y abarca desde los materiales sin alear hasta los aceros de alta aleación, pasando por las fundiciones de acero y los aceros inoxidable ferríticos y martensíticos. La maquinabilidad suele ser buena, pero varía en gran medida en función de la dureza del material, el contenido en carbono, etc.

Otra expresión de las diferencias entre los seis grupos de materiales es la fuerza (FT) necesaria para recortar una sección transversal de viruta específica, en determinadas condiciones. Este valor, el valor de fuerza de corte específica (k_c), se indica para los distintos tipos de material y se utiliza para calcular la potencia necesaria para una operación.

k_{c1} = Fuerza de corte específica para un grosor medio de la viruta de 1 mm .

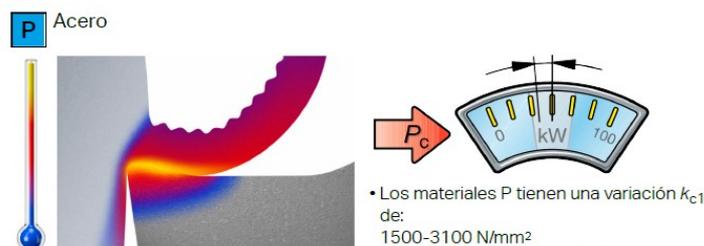


Figura 85: Fuerzas de corte, y tipo de viruta en materiales ISO P

Dimensiones y tipos de operación

En la Figura 86 aparecen las operaciones a realizar durante el torneado.

Material y medidas de la base salvabanco	
Material	Acero ANSI 1030
Medidas finales	50x1200x2000
Medidas bruto de acero	60x1210x2010

nº	Operaciones a realizar	Acabado	Material a retirar
1	Refrentado		
2	Torneado longitudinal		
3	Taladrado y roscado		

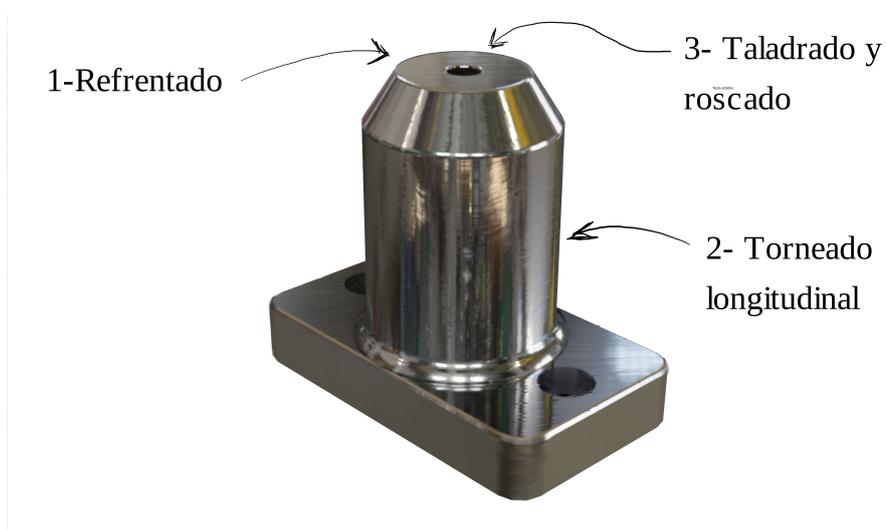


Figura 86: operaciones para torneado en los pilares del molde.

Base salvabanco

En las tablas inferiores se analizan los materiales, medidas y operaciones a realizar en la base salvabanco, a partir de estos datos se seleccionaran las herramientas optimas, el tipo de plaquetas de las herramientas en función de el material a mecanizar y la velocidad de trabajo, se fijara un orden optimo en las operaciones para minimizar los tiempos y energía consumida durante el mecanizado del bruto de acero, hasta conseguir el diseño final realizado en Solidworks, con las tolerancias requeridas.

Material y medidas de la base salvabanco	
Material	Acero ANSI 1030
Medidas finales	50x1200x2000
Medidas bruto de acero	60x1210x2010

nº	Operaciones a realizar	Acabado	Material a retirar
1	Planeado superior	Medio	5mm
2	Fresado a escuadra exterior	Medio	50mm
3	Huecos pasantes eje guiado y colocación de husillos	Fino	50mm
4	Taladros roscados fijación husillo y columnas	Fino	30mm
5	Biselado ángulos	Fino	1mm



Figura 87: mecanizado de la base salvabanco

Piezas a mecanizar del molde de prensado.

Vista general del resto de piezas a mecanizar en el molde , y procesos con su correspondiente orden detallados

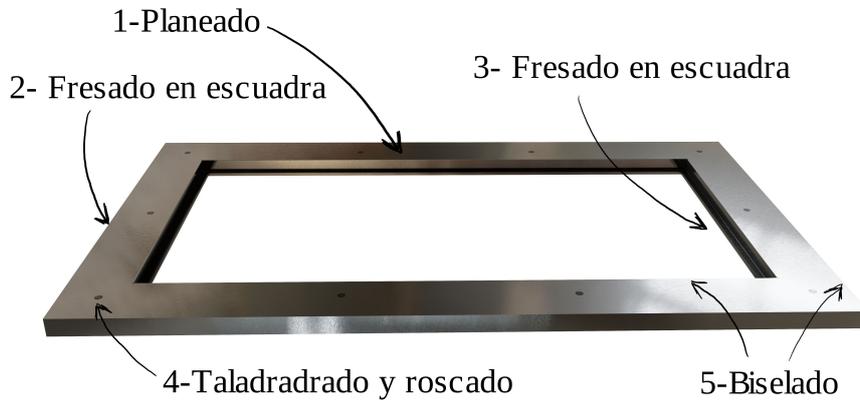


Figura 88: Procesos de mecanizado de la base portacuchillas

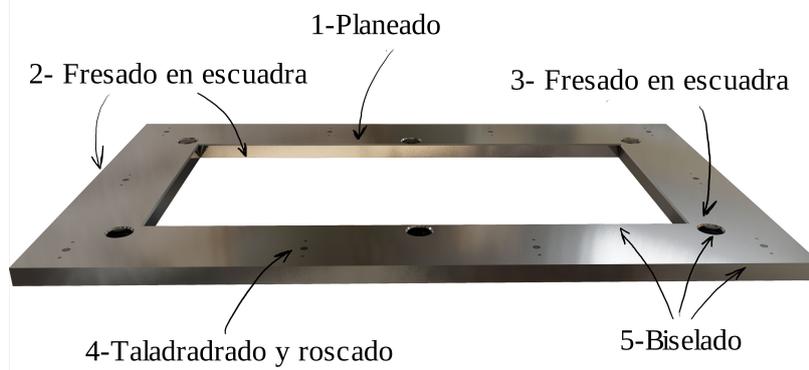


Figura 89: Mecanizado de la base del expulsor

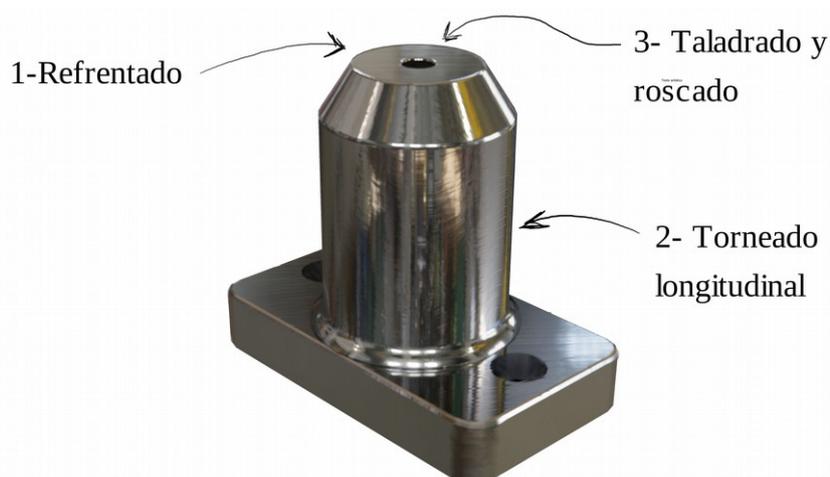


Figura 90: Torneado de las columnas

10. Automatización y control

En este apartado se desglosaran todos los elementos necesarios para conseguir, desde el punto de vista eléctrico y electrónico, que el molde realice las funciones necesarias para realizar el conformado de las baldosas de un modo optimo: desplazamiento vertical del expulsor, calentamiento de los punzones a la temperatura ideal.

Se ha optado por el ecosistema de productos de la firma japonesa Omron por la calidad de sus productos, la cantidad de productos con múltiples configuraciones, y la enorme cantidad y calidad de sus catálogos y fichas técnicas.



Figura 91: Gama de productos Omron

10.1 Control del motor trifásico

El motor de c.a. debe estar conectado únicamente a los terminales de salida del variador. Los terminales de salida tienen una etiqueta única (para diferenciarlos de los de salida) con las denominaciones U/T1, V/T2 y W/T3. Se corresponden con las denominaciones T1, T2 y T3 de las conexiones de cables de motor habituales. La consecuencia de intercambiar dos de las tres conexiones es la inversión de la dirección del motor. Para seguridad del personal, debe conectar la toma de tierra del chasis del motor en la conexión a tierra situada en la parte inferior de la carcasa del variador.

El motor representa una impedancia en “Y” equilibrada para el convertidor, por lo que no es necesario un retorno independiente “neutro”. La finalidad de este variador es asumir la función de controlar la alimentación al motor durante todas las operaciones normales. Los dispositivos relacionados con la seguridad, como los fusibles, se deben encontrar en el diseño para interrumpir la alimentación durante el funcionamiento incorrecto, tal como lo requieren la NEC y las normativas locales.

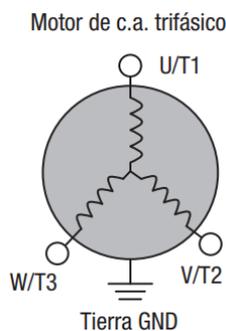


Figura 92: Esquema del motor trifásico conectado al variador.



Figura 93: Motor trifásico de 1 CV de la empresa ABB

Perfiles de velocidad

El variador actual puede realizar un control de velocidad sofisticado. En el ejemplo de la Figura 94 , la aceleración es una rampa ascendente a una velocidad seleccionada y la deceleración es una rampa descendente hasta la parada. La configuración de aceleración y deceleración especifican el tiempo para ir desde la parada hasta la frecuencia máxima (o viceversa). La pendiente resultante (cambio de velocidad dividido entre el tiempo) es la aceleración o la deceleración.

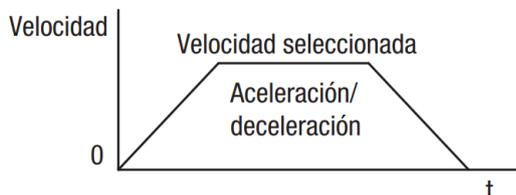


Figura 94: Ejemplo de perfil de velocidad.

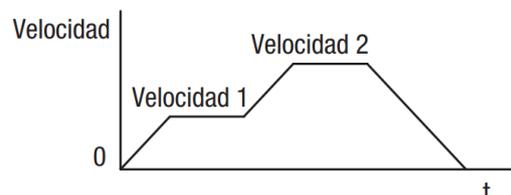


Figura 95: Perfil de multivelocidad

Un aumento de la frecuencia de salida utiliza la pendiente de aceleración, mientras que una reducción usa la pendiente de deceleración. El tiempo de aceleración o deceleración para un determinado cambio de velocidad depende de las frecuencias de inicio y finalización. No obstante, la pendiente es constante, correspondiente a la configuración de tiempo de aceleración o deceleración de escala completa.

El variador puede aplicar transiciones de aceleración y deceleración independientes de cualquier velocidad predefinida a otra. Un perfil de multivelocidad (Figura 95) utiliza dos o más velocidades predefinidas, que puede seleccionar mediante terminales de entrada inteligente. Este control externo puede aplicar cualquier velocidad predefinida en cualquier momento. Puede usar el control del potenciómetro en el teclado para el control manual.

Se utilizará la información respectiva a a las configuraciones de velocidad y aceleración del variador para configurar las variables de control del motor para realizar el ciclo de prensado.

Análisis de los perfiles de velocidad del proceso de prensado.

A partir de la posición del expulsor, y el tiempo transcurrido durante el movimiento entre las distintas posiciones, se obtendrán las velocidades y aceleraciones en cada uno de los tramos. Se trabajará con velocidades constantes y se programarán aceleraciones progresivas que minimicen los esfuerzos del motor y los componentes mecánicos durante el ciclo de prensado.

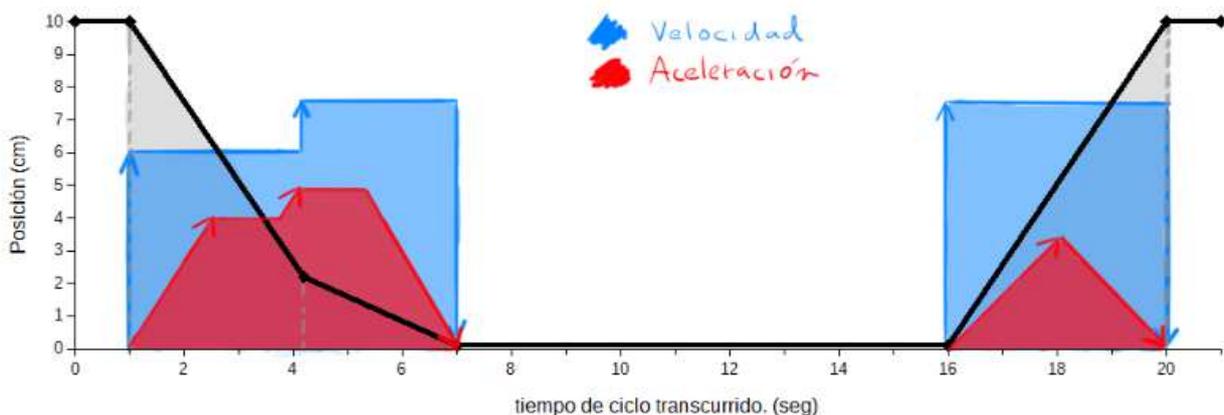


Figura 96: Vista conceptual de la posición, las velocidades y aceleraciones del motor durante el ciclo de prensado.

En la Figura 96 se ha plasmado la situación ideal, donde la velocidad se logra de forma instantánea, antes de proseguir con la determinación de los valores de trabajo sera necesario seleccionar un variador y un controlador lógico programable, con unas características capaces de emular, en el mayor grado posible , los perfiles de velocidad teorizados en la Figura 96

10.1.1 Selección del variador y el autómatas programable.

El correcto funcionamiento del sistema expulsor dependerá en gran medida de la comunicación entre el autómatas y el variador de frecuencia, y en como las características del motor y el conjunto del sistema mecánico de elevación reaccionará ante las cargas, velocidades, y aceleraciones de tabajo.

El sistema de posicionamiento puede ser controlado utilizando un inversor tal como aparece en la Figura 97, utilizando un pulso de salida trapezoidal de aceleración/deceleración creado previamente. El offset se calculara utilizando el contador de error, comparando con ek pulso de procedente de un encoder rotativo conectado la un motor inductivo que es comparado con el pulso de salida nombrado con anterioridad.

El contador de error es utilizado para controlar la velocidad de salida del inversor para realizar un posicionamiento preciso, esto permite utilizar también motores capacitivos como sistemas de posicionamiento de menor coste.

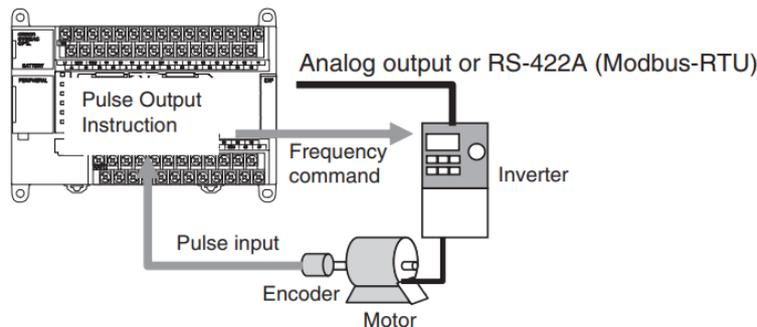


Figura 97: Control de posición utilizando un inversor y un PLC

Los plc de la serie CPL1 cuentan con entradas específicas para conectar los encoders, se tratan de contadores de impulsos de alta velocidad, para utilizarlas se deben conectar las salidas del encoder a las entradas predeterminadas del autómatas, dependiendo del modelo y la configuración del encoder podra ser capaz de gestionar entre 2 y 4 señales, la configuración del PLC marcara el modo en como trate las entradas, si son utilizadas como normales, discontinuas, de respuesta rápida o como conteo de alta velocidad.

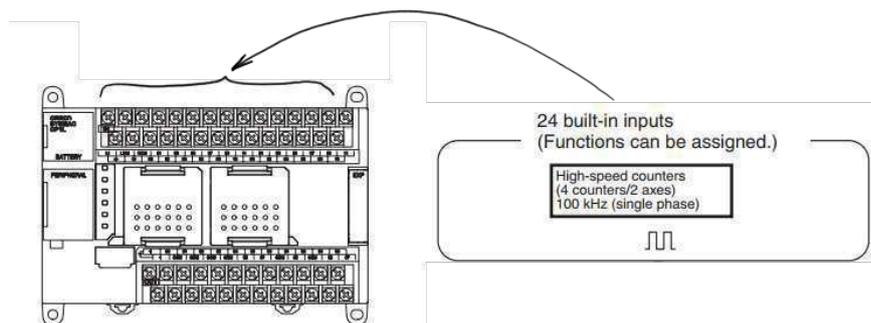


Figura 98: Conexiones del autómatas predefinidas para pulsos de alta velocidad

10.1.2 Selección del variador de frecuencia y el plc

En sus catálogos y pagina web, Omron recomienda utilizar de forma conjunta los autómatas de control de la serie CP1 junto con los variadores de frecuencia de la serie MX2, para controlar los sistemas de posicionamiento mediante motores trifásico inductivos. Proporciona instrucciones para cablear y conectar correctamente los dos dispositivos, los módulos necesarios para hacerlo y el código de programación que es necesario volcar en cada uno de los dispositivos.

Se han seleccionado dichos dispositivos por las prestaciones que proporcionan individualmente cada uno, la facilidad de conexión, la sencillez de programación y la asistencia que puede proporcionar el servicio técnico de la empresa, dado que es la configuración optima recomendada por ellos mismos.



Figura 99: [controlador compacto de máquinas CPL1 de Omron](#)



Figura 100: [Variador de frecuencia MX2 de Omron](#)

Analizando los sensores a utilizar, el tipo de motor, velocidades, etc, se seleccionaran los modelos específicos que necesitará la instalación, ya que estas variables condicionaran aspectos como: tipo de corriente del autómata (alterna o continua), numero de entradas, potencia del variador, etc. Cableado del variador y el PLC

En la Figura 101 se adjunta el esquema de conexión estándar para realizar la conexión PLC-Driver, en los siguientes apartados se desglosaran y detallaran todos los elementos que aparecen en el esquema, dispositivos de seguridad, protecciones, reguladores de corriente, transformadores etc. Puede leerse el artículo completo de conexión el siguiente enlace al [protocolo de conexión](#) en la web oficial de la marca .

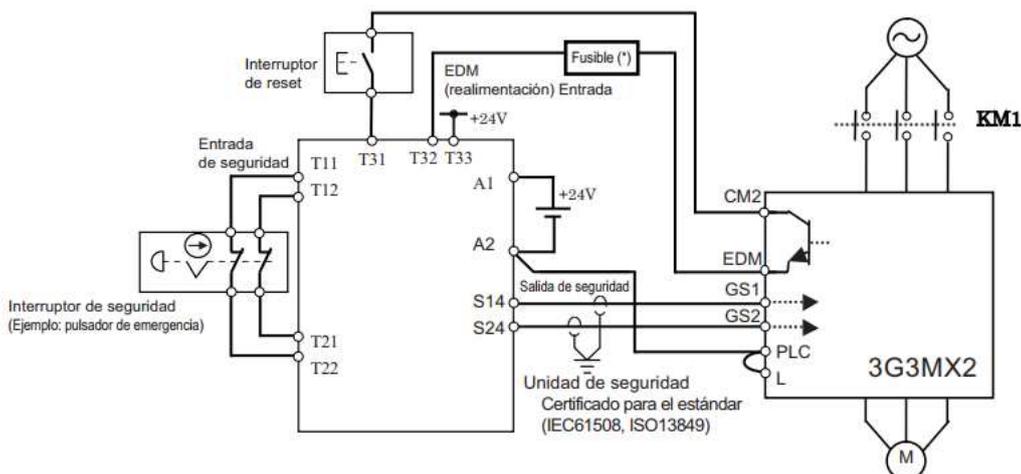


Figura 101: Cableado estándar del variador y el PLC

Encoder rotativo incremental

Los encoders incrementales miden valores de ángulos al contar un material con un patrón periódico que se inicia desde un origen arbitrario. Este método de medición no proporciona inherentes posiciones absolutas para una señal medida. Por lo tanto, es inevitable el autodireccionamiento inicial a un punto de referencia en todas las tareas de posicionamiento, tanto al iniciar el sistema de control como cuando se haya interrumpido el suministro eléctrico al codificador.



Figura 102: disco de encoder incremental



Figura 103: [Encoder incremental E6F-C de Omron](#)

El encoder necesitará de una entrada independiente de 12 o 24 V y una intensidad máxima de 100mA, para poder funcionar correctamente, tiene una resolución de 1000 pulsos/rotación y puede soportar una carga máxima de 50N. Se instalara en los husillos mas lejanos del motor, en el eje que quedará libre, las medidas del encoder se encuentran reflejadas en la Figura 104.

En la Figura 105 se ilustra el modo en que transmite la señal de salida dependiendo el sentido de giro, horario o antihorario, se ha seleccionado el modelo que funciona con el transistor NPN, se seguirá el mismo criterio con el resto de sensores para utilizar el común del autómatas con un voltaje positivo.

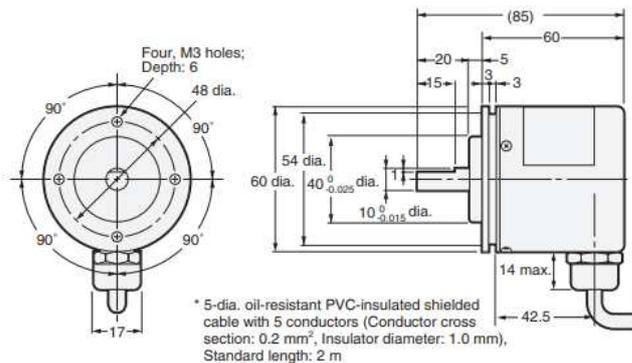


Figura 104: medidas del encoder E6F-CWZ5G

Conexión del encoder al control lógico programable.

Se conectarán los encoders en el modo de fase diferencial, este modo utiliza dos señales de fase (A y B), e aumenta o reduce la cuenta dependiendo del estado de esas dos señales.

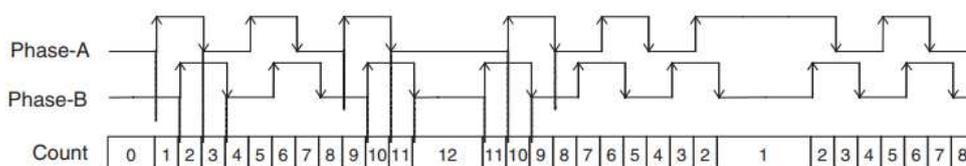


Figura 105: Modo de conteo de impulsos con dos fases diferenciales

Se utilizara el modo de contaje lineal , y el método de reinicio utilizando la señal de la fase Z combinada con el reset del software.

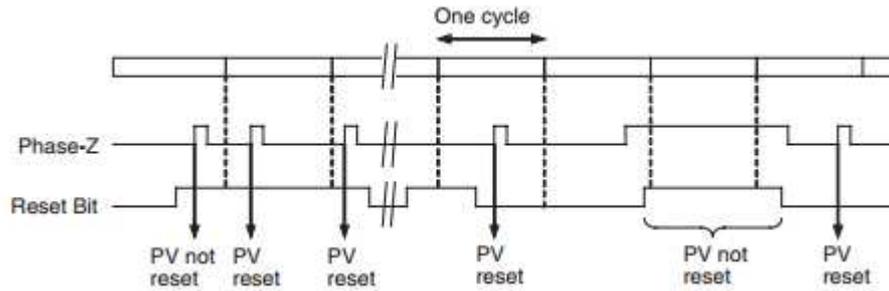


Figura 106: modo de reinicio con fase z combinado con software

En el diagrama de la Figura 107 se muestran los terminales donde deben conectarse las diferentes entradas de los encoders para que el CPU pueda procesar los contadores de alta velocidad.

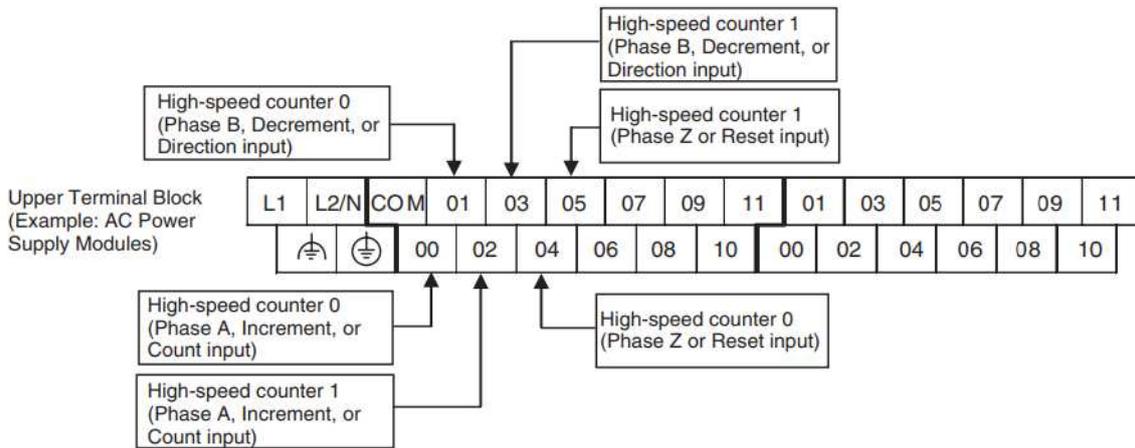


Figura 107: Configuración de entradas para 2 encoders en unidades CPU con 40 puntos I/O

Sistema de detección del plato expulsor.

El sistema de posicionamiento del plato expulsor funcionara utilizando datos de los sensores capacitivos, del pulsador de final de carrera, y de encoder incremental situado en uno de los husillos.

Los sensores capacitivos y el final de carrera permitirán saber cuando el plato se encuentra apoyado correctamente en la base del expulsor. En ese momento los tres sensores trasmitirán un valor de “1” , ya que ambos sensores capacitivos estarán leyendo el lateral plato expulsor, y esta a su vez presionara el pulsador vertical del final de carrera. El autómatá categorizará como punto 0 de calibrado esta posición, con la condición descrita (Figura 108).

en la segunda de las situaciones posibles el sensor capacitivo inferior y el pulsador de final de carrera no darán señal de presencia, solo el capacitivo superior otorgará una señal positiva de presencia. En en esta situación el encoder sera el encargado de posicionar correctamente el expulsor en la posición de trabajo; el sensor solo asegura que el expulsor esta en el rango de trabajo adecuado.

	Sensor capacitivo superior	Sensor capacitivo inferior	Pulsador de final de carrera	Ilustración
Plato apoyado en la posición inferior	1	1	1	Figura 108
Plato en la posición superior de trabajo	1	0	0	Figura 109
Plato en la posición de elevación máxima	0	0	0	Figura 110-

Tabla 17: Información de los sensores dependiendo la posición del plato expulsor.

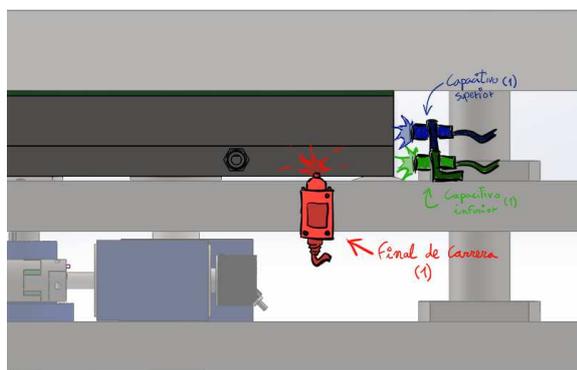


Figura 108: Estado de los sensores con el expulsor en posición inferior

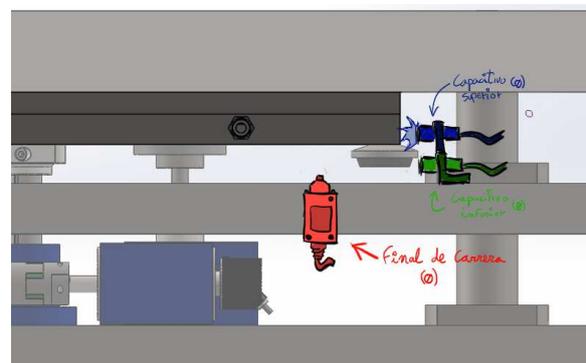


Figura 109: Estado de los sensores con el expulsor en posición superior

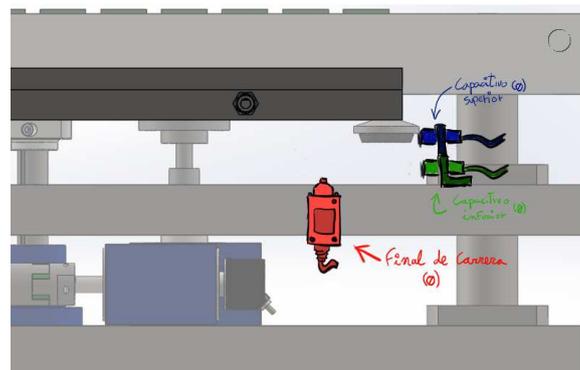


Figura 110: Estado de los sensores con el expulsor en posición de elevación máxima

Esquema eléctrico

El PLC funcionara con el COM conectado al polo positivo, para poder trabajar con todos los sensores como NPN.

Un transformador proporcionara corriente continua a 24 V tanto al autómatas programable como a los sensores que lo requieran, para tal efecto se montará una fuente de alimentación configurable S8VK-G de Omron .

En la Figura 111 se ilustran los dos encoders en las entradas de conteo de alta velocidad, que junto a los sensores inductivos y el final de carrera controlan el posicionamiento del plato expulsor; en las siguientes entradas se conectan los botones configurables permitirán interactuar al operador directamente con la maquina, algunas posibles opciones son, mover el expulsor de forma manual, realizar la puesta a cero de calibración del encoder, o detener el molde.

Los dos termopares se conectarán al modulo analógico de control de temperatura, y el autómatas convertirá los valores analógicos en datos para poder utilizar los valores en la programación tipo ladder.

Las 6 primeras salidas se conectarán al variador de frecuencia para poder controlar de forma manual el motor , bien utilizando mandos manuales , o mediante una pantalla táctil.

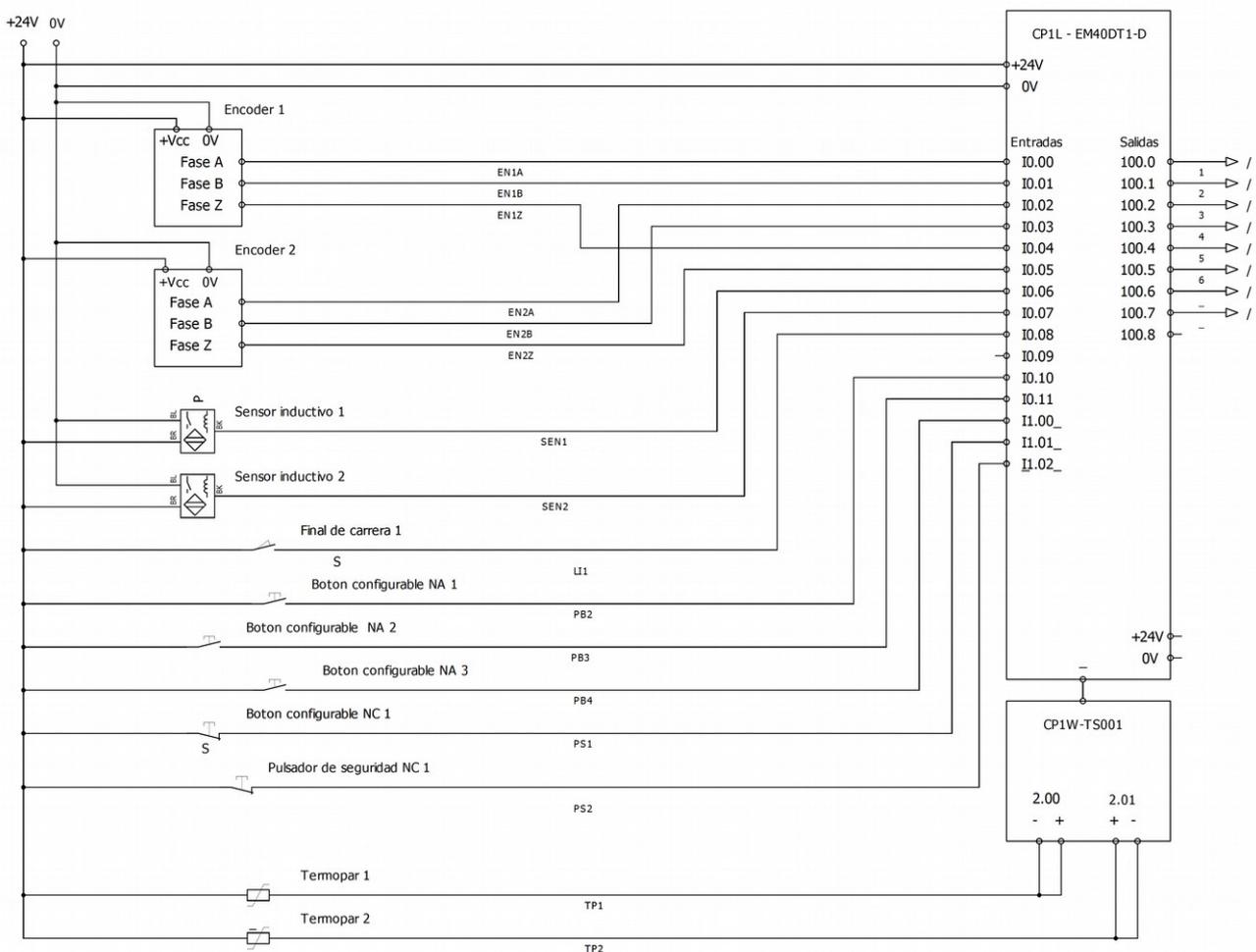


Figura 111: Esquema eléctrico sensores y entradas al autómatas programable CPL1

Asignación de entradas y salidas.

En la Tabla 18 y Tabla 19 se listan los dispositivos utilizados, el nombre codificado utilizado para planos y abreviaturas, y la dirección del PLC asignada a cada una de las entradas y salidas.

Dispositivo	Contacto	Dirección
Encoder 1 fase A	EN1A	0.00
Encoder 1 fase B	EN1B	0.01
Encoder 1 fase Z	EN1Z	0.04
Encoder 2 fase A	EN2A	0.02
Encoder 2 fase B	EN2B	0.03
Encoder 2 fase Z	EN2Z	0.05
Sensor inductivo limite superior	SEN1	0.06
Sensor inductivo limite inferior	SEN2	0.07
Final de carrera limite inferior	LI1	0.08
Sensor de temperatura	STE	0.09
Botón pulsador (NO)	PB1	0.10
Botón pulsador (NO)	PB2	0.11
Botón pulsador (NO)	PB3	0.11
Botón pulsador (NC)	PB4	1.00
Pulsador de seguridad 1 (NC)	PS1	1.01
Pulsador de seguridad 2 (NC)	PS2	1.02
Termopar infrarrojos tipo K 1	TP1	2.00
Termopar infrarrojos tipo K 1	TP2	2.01

Tabla 18: Entradas al autómatas CPL1 y expansión CP1W-TS001

Dispositivo	Contacto	Dirección
Salida motor hacia adelante	MO1	100.0
Salida motor hacia atras	MO2	100.1
Marcha rápida del motor	MO3	100.2
Marcha lenta del motor	MO4	100.3

Tabla 19: Salidas del autómatas CPL1 y expansión CP1W-TS001

Esquema eléctrico conexión plc-variador-motor

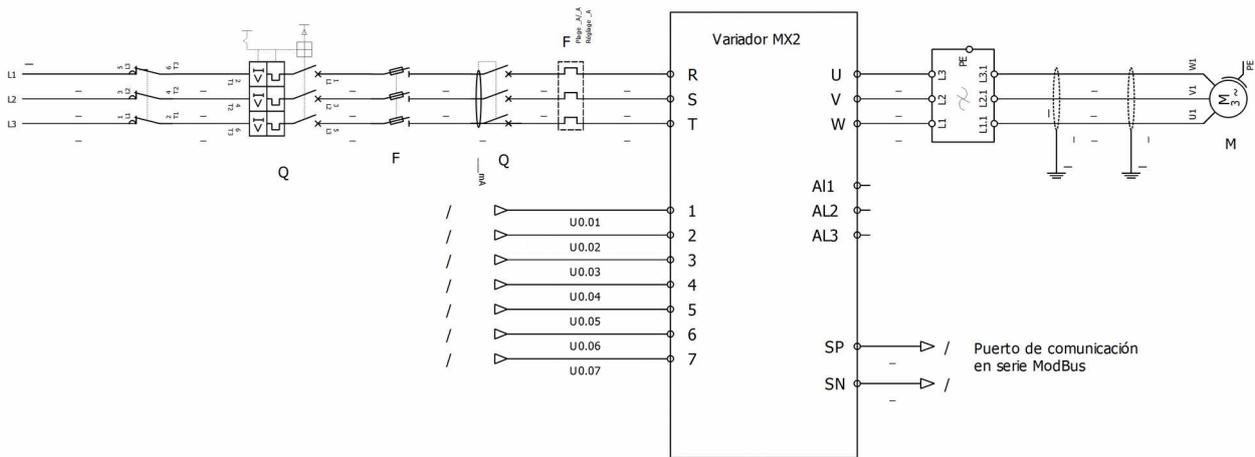


Figura 112: Esquema eléctrico conexión plc-variador-motor

Grafcet de control

Dado que el molde de prensado quedará integrado dentro de una máquina ya fabricada, o de otro cliente diferente al constructor, no se ha incluido en el proyecto un display de salida, ni un ciclo de trabajo programado, en su lugar, se ha planteado un ciclo de calibración que sirva para comprobar que todos los elementos que se utilizan en el ciclo automático funcionan correctamente. Los elementos chequeados serán:

- ◆ Variador de frecuencias
- ◆ Motor
- ◆ Controlador lógico programable.
- ◆ Sensores inductivos (2 unidades)
- ◆ Sensor mecánico de final de carrera.

A continuación en la Figura 113 se plasma el ciclo de trabajo que se ha transcrito al lenguaje grafcet, y ladder, si se completa el ciclo correctamente se dará el sistema de expulsión por calibrado.

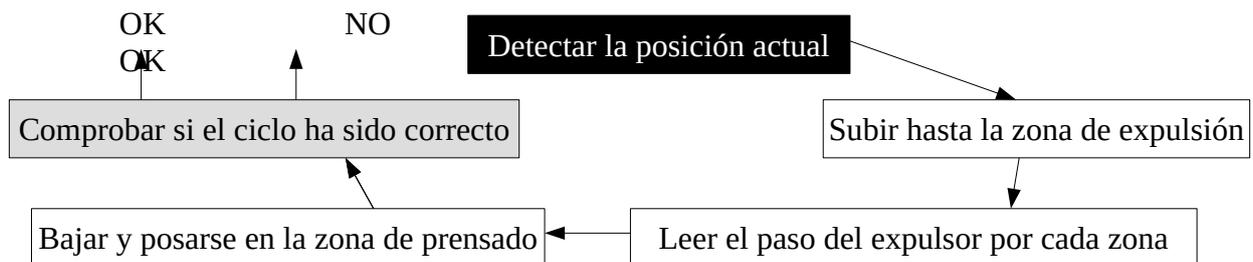


Figura 113: Esquema grafico del ciclo de calibración del molde

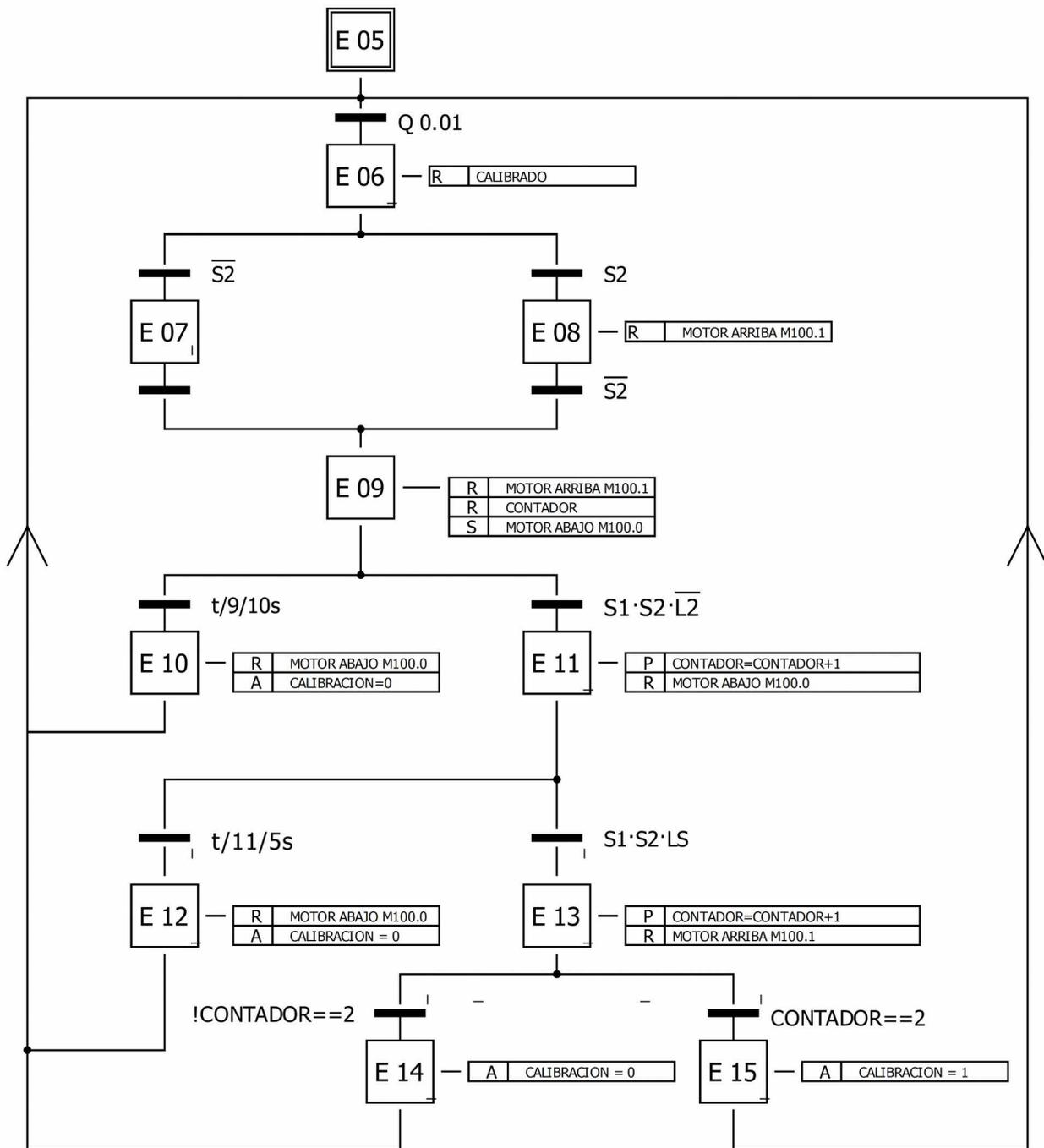


Figura 114: Grafset de calibración del movimiento y sensores del movimiento del expulsor.

Ladder de control

Se ha escrito el ladder utilizando un lenguaje genérico, al utilizar el software para implementarlo en el autómata se debería utilizar la nomenclatura propia del fabricante que aparece en el manual de uso, y programación.

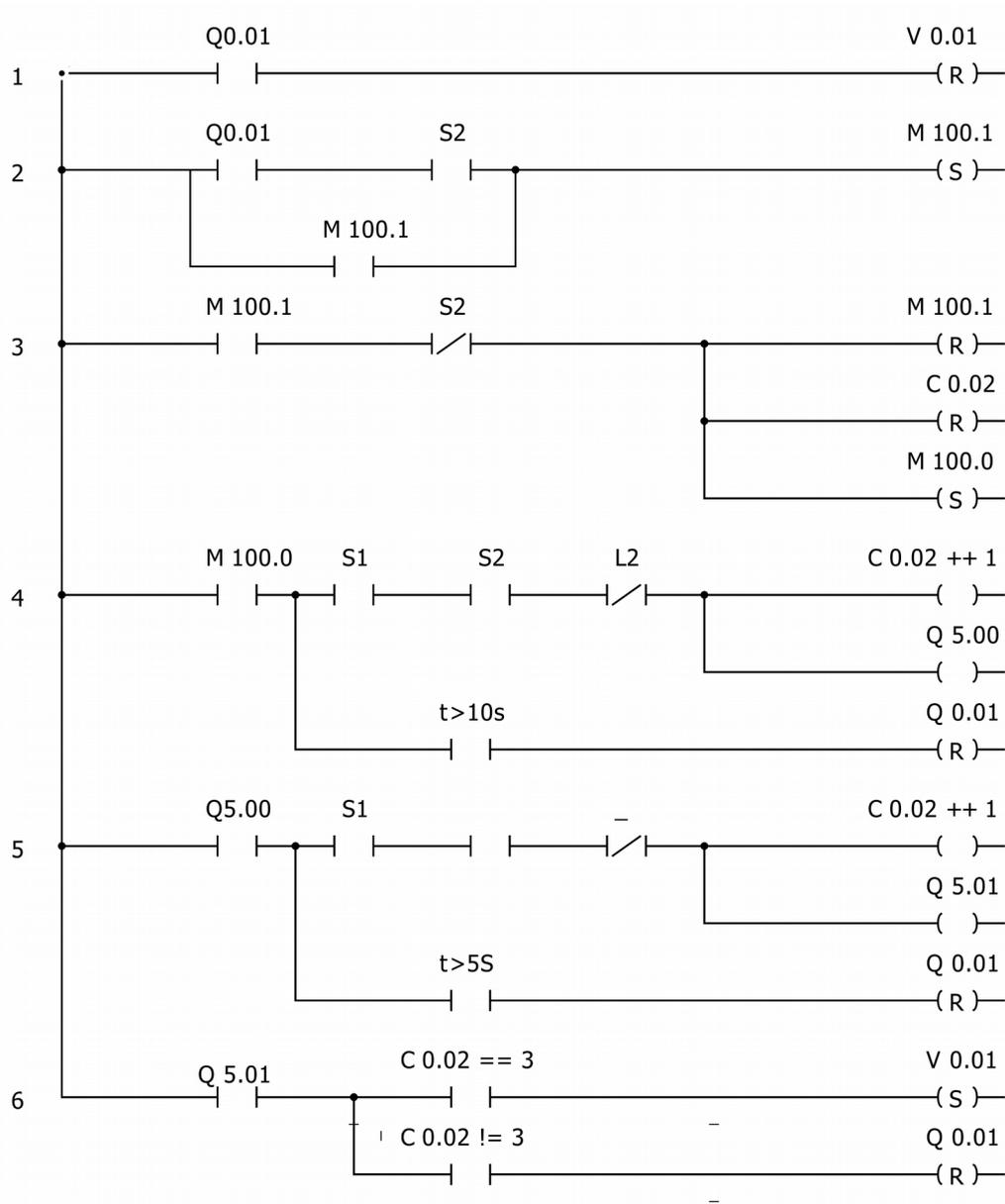


Figura 115: Ladder de calibración del movimiento del molde.

11. Seguridad y ergonomía.

11.1 Normativa aplicable

En la aparecen todas las normas aplicables al conjunto de molde y prensa hidráulica que serán necesarios para realizar la compactación de las baldosas.

EN 292-1	Seguridad de la maquinaria – Conceptos fundamentales, principios generales de Proyecto. Parte 1: Terminología, metodología de base.
EN 292-2	Seguridad de la maquinaria – Conceptos fundamentales, principios generales de Proyecto. Parte 2: Especificaciones y principios técnicos.
EN 294	Seguridad de la maquinaria- Distancias de seguridad para impedir el alcanzar las zonas peligrosas con los miembros superiores.
EN 349	Seguridad de la maquinaria – Aberturas mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
EN 418	Seguridad de la maquinaria – Sistema de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios proyectuales
EN 953	Seguridad de la maquinaria – Requisitos generales para el diseño y la construcción de protecciones (fijas y móviles)
En 982	Seguridad de la maquinaria – Requisitos de seguridad para sistemas y componentes a energía fluida – Hidráulica.
EN 983	Seguridad de la maquinaria – Requisitos de seguridad para sistemas y componentes a energía fluida – Neumática.
EN 1088	Seguridad de la maquinaria – Dispositivos interbloqueo con o sin bloqueto de la protección – Principios generales y disposiciones proyectuales.

Figura 116: Normas de seguridad aplicables

12. MANTENIMIENTO

En los siguientes puntos se lista una serie de recomendaciones para el mantenimiento del molde, el sistema expulsor, los elementos de seguridad y el resto de componentes que lo forman.

Se aconseja el siguiente plan de mantenimiento donde se planifiquen de forma periódica la siguiente serie de controles y operaciones:

Frecuencia diaria:

1. Limpieza del molde de la acumulación de polvo
2. Control apretado cables de masa
3. Control (mediante análisis del borde del azulejo) del centrado entre los tampones.
4. Control instalación de soplado en la cámara fuelle

Frecuencia semanal:

1. Control correcto del apretado de los tornillos de fijación matrices
2. Control correcto apretado extremidades cables transformador
3. Control correcto apretado tornillos M12 de fijación
4. Rotación de los tampones superiores de 90°, si son lisos
5. Control visual del estado de desgaste de las placas
6. Verificación del desgaste de los tampones superiores
7. Verificación del fuelle contra el polvo
8. Verificación del correcto nivel de aceite.
9. Revisión y activación de todas las seguridades de la maquina.

Frecuencia Semestral:

1. Revisar estado y precisión de los husillos
2. Controlar el desgaste y juego del sistema de guiado.
3. Verificar el correcto funcionamiento de los sensores, inductivos, térmicos y de final de carrera.

13. Sistema de codificación

Se ha utilizado un sistema de codificación definido con anterioridad para no recurrir a nombres genéricos, que puedan generar confusiones, o sean fácilmente duplicables. Cada pieza o ensamblaje ha sido nombrada con un código único e irreplicable durante el inicio de su diseño.

NUMERACIÓN	NOMBRE
AG0218-01-000001	Sistema de elevación
AG0218-01-000002	Viga y Soporte superior
AG0218-01-000003	Ensamblaje general
AG0218-01-000004	Ensamblaje con componentes electrónicos
AG0218-01-000005	Conjunto expulsor bloquitos isostáticos

Tabla 20: Codificación de ensamblajes mayores o generales.

NUMERACIÓN	DESCRIPCION
PM0218-01-000004	placa portacuchillas 1600x2300
PM0218-01-000005	placa base del expulsor 1600x2300
PM0218-01-000006	placa base del molde 1600x2300
PM0218-01-000007	Pilar inferior R30 longitud 120
PM0218-01-000008	Pilar inferior R30 longitud 120
PM0218-01-000009	Base expulsor mecanizada para contener aceite.

Tabla 21: Codificación de elementos para mecanizar.

14. Programas utilizados

Se ha tratado de desarrollar la mayor cantidad de contenido del proyecto utilizando software libre, en algunos casos no ha supuesto ningún handicap, sino que en algunas ocasiones a proporcionado una experiencia idéntica a las suites comerciales.

Otros programas con prestaciones inferiores a sus homónimos comerciales han dilatado algunas partes del trabajo o han obligado a variar las metodologías de trabajo para adaptarse a las prestaciones de dichos programas.

Por ultimo destacar que a sido necesario utilizar el programa de diseño CAD 3D solidworks, ya que el resto de alternativas que existen en la web, son programas de código privativo.

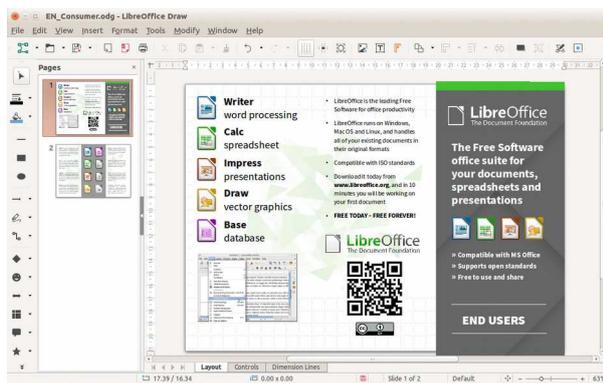


Figura 118: Suite completa de libre office

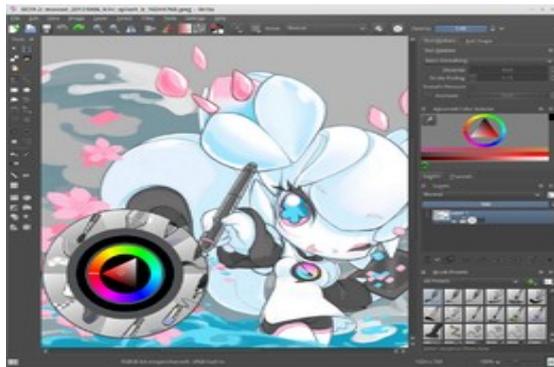


Figura 120: Krita



Figura 119: Gimp

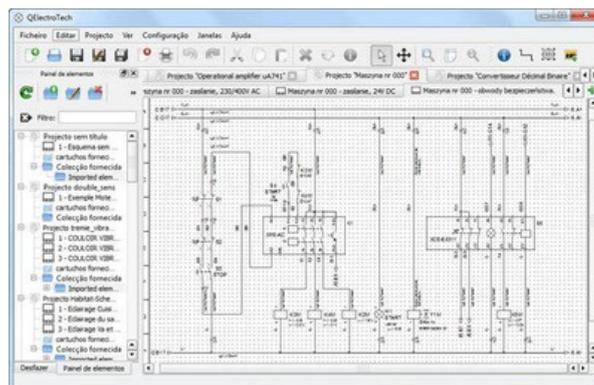


Figura 121: Q-electrotech

15. Viabilidad técnica y económica.

Se ha desarrollado una maquina con gran cantidad de componentes comerciales, algunos de ellos, como los electrónicos de marcas potentes y con presencia generalizada. Los procesos de mecanizado no entrañan una gran complejidad mas alla de la cantidad elevada de metal a retirar.

La mayor parte del esfuerzo a la hora de llevar a cabo el proyecto seria adaptar el molde a la prensa concreta para que se destine, y en programar el molde para que funcione correctamente y sea capaz de “entenderse” con el programa original de la prensa.

Cumple los propósitos que se definieron al inicio del proyecto, se trata de una maquina sencilla, robusta, resistente al polvo y suciedad, y con recambios muy sencillos de conseguir, y de sustituir o reparar por parte del personal de mantenimiento.

16. Conclusiones

El diseño de la maquina a supuesto un gran reto a nivel personal, el elevado volumen de trabajo, y una renovación total del proyecto y el enfoque del mismo a mitad de la redacción , han supuesto un gran esfuerzo.

Se cumple con las especificaciones del cliente, y se genera una alternativa a la expulsión de piezas en prensas tradicionales. En un entorno, como es el mundo de la cerámica, poco dado a los cambios e innovaciones, representaría un importante reto, también a nivel comercial, intentar conseguir clientes importantes que implementarán y testaran el sistema, para poder probar en el entorno industrial la viabilidad del mismo.

1. Rafael Galindo Renau “prensas, moldes y prensado en la fabricación de baldosas cerámicas” ed: Macer
2. Kudama Habib Ameen, Juan José Saura Barreda, C. Ferrer, M.S. Damra, Enrique Giménez Torres, Luis Cabedo Mas. SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY . Comparison of flame sprayed Al₂O₃/TiO₂ coatings: Their microstructure, mechanical properties and tribology behavior. Num. 201. pp. 1436-1443. 2006 Internacional (científico). SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY
3. Kudama Habib Ameen, Juan Jose Carpio Pérez, Mohammad Sharif Abdul Fattah Damra, Payarri Castell, Francisco, Ortells Fabra, Pablo. Comportamiento tribológico de recubrimientos NICKEL con adiciones de alumina depositado mediante proyección térmica por llama (OF) (Pòster). XIII Congreso Nacional de Materiales (CNAMT2014). Universitat de Barcelona, (724): 18-06-2014. Nacional (científico). 2014 Publicacions Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-617-0054-7.
4. E. Martinez, J. Romero, A. Lousa and J. Esteve, Wear behavior of nanometric CrN/Cr multilayers. Surface and Coatings Technology, 2003. 163-164: p. 571-577.
5. Bharat Bhushan. Modern Tribology Handbook Volumen One, Principles of Tribology. New York, 2001 CRC Press.
6. Gwidon W. Stachowiak, Andrew W. Batchelor. Engineering Tribology. United Kingdom, 2001 Butterworth Heinemann
7. K.C Ludema. Friction, Wear, Lubrication – A textbook in Tribology. New York, 1996 CRC Press.
8. Michael J. Neale. The Tribology Handbook, second edition. United Kingdom, 1995 Butterworth Heinemann.
9. P. Coca, J. Rosique. Ciencia de Materiales. Teoría-Ensayos-Tratamientos. Madrid, 1987 Editorial, Pirámide
10. William D. Callister, Jr. Ciencia e Ingeniería de los Materiales volumen 1 y 2, Barcelona, 2005 Ed. Reverté.
11. Bharat Bhushan. Principles and applications of tribology. New York, 1999 Ediciones. Wiley-Interscience. p 198-199-254. p 285. p344-347.p479-540
12. División española de la empresa Omron www.omron.es
13. Pagina web del fabricante austriaco de husillo Zimm www.zimm-elevadoresdehusillo.com/startseite

II-ANEXOS

1. ANÁLISIS DE PATENTES

Se han utilizado las páginas siguientes para realizar la búsqueda de patentes:

1.1 Google Patentes

(www.google.com/patents): es el buscador más rápido y eficiente, busca las patentes en todo el mundo, es necesario con posterioridad revisar en que territorios esta patentado el invento, diseño o la propiedad intelectual.



Figura 122: Buscador google patentes

1.2 Espacenet

(<http://worldwide.espacenet.com/>): La oficina europea de patentes cuenta con dos motores de búsqueda diferenciados.

- La búsqueda convencional busca patentes globalmente y tiene cerca de 80 millones de patentes registradas desde 1936.
- Latipat, realiza búsquedas en los documentos de patentes públicos de América Latina y España utilizando la plataforma Espacenet.



Figura 123: Buscador Espacenet patentes

1.3 Oficina Española de patentes

(<http://www.oepm.es>): La OEPM es el Organismo Público responsable del registro y la concesión de las distintas modalidades de Propiedad Industrial. Su buscador es poco intuitivo, los inventos, diseños y propiedades industriales deben buscarse por separado. Tiene links que redirigen al usuario hacia el buscador de Espacenet.



Figura 124: Oficina Española de patentes

1.4 Motivación de la búsqueda de patentes

El objetivo de la búsqueda de patentes es encontrar soluciones innovadoras y/o eficientes de las compañías punteras en el desarrollo de maquinaria cerámica para solucionar los problemas más comunes en la producción de azulejos, a partir de los bocetos y soluciones planteadas en las patentes podremos incorporarlas directamente a nuestros diseños o evolucionar los conceptos para encontrar nuestras propias soluciones.

1.4.1 Dispositivo para intercambio de cuchillas en moldes de piezas cerámicas.

Numero de patente (ES 1046803U)

La presente invención, según lo expresa el enunciado de esta memoria descriptiva, se refiere a un dispositivo para intercambio de cuchillas de cierre en moldes de piezas cerámicas, el cual presenta notables características relevantes y ventajosas en relación con los que actualmente existen con este fin y que pueden considerarse de su tipo. Este dispositivo tiene la finalidad de hacer posible que el intercambio de cuchillas tenga lugar de forma rápida y sencilla, eliminándose además las complejas mecanizaciones en la matriz o marco que actualmente se practican. En el prensado de piezas cerámicas interviene una matriz o marco en el que están determinadas una o más cavidades con la forma geométrica exacta de las piezas a formar. Estas cavidades se encuentran cerradas inferiormente por el punzón inferior de la prensa y en su seno se vierte el polvo cerámico. Mediante la acción del punzón superior se compacta esta materia prima formando las baldosas o bizcochos que después serán cocidas.

Las cuchillas son unos elementos intercambiables que delimitan el perímetro de la cavidad y aseguran un ajuste óptimo entre el contorno del punzón y el de la cavidad, durante la fase de prensado. Como es lógico, el cambio de tamaño y/o formato de la pieza cerámica conlleva un cambio de punzón y de cuchillas. Hasta ahora, ese cambio se efectuaba cuchilla por cuchilla puesto que están determinadas por elementos lineales que se sujetan mediante tornillos laterales que después de atravesar todo el marco o matriz, se roscan en dichas cuchillas. Esto generaba desajustes en la reubicación de las cuchillas, perjudicando la entrada del punzón que, como es lógico, requiere de un ajuste de enorme precisión, además de que era necesario emplear un tiempo considerable en esta operación de cambio. Otros modelos de moldes requieren efectuar el desmontaje de las cuchillas previa elevación del marco o matriz, al tenerse que realizar por abajo. El tiempo de intercambio de cuchillas puede llegar a ser de horas. Es un objeto de la invención el conseguir que pueda efectuarse este cambio de cuchillas en un mínimo tiempo, del orden de 20 minutos.

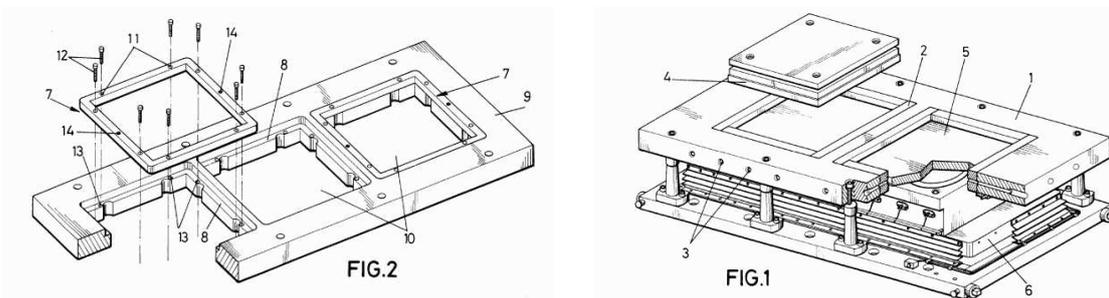


Figura 125: Dispositivo para intercambio de cuchillas de cierre en moldes de piezas cerámicas.

1.4.2 Matrices para el prensado de pavimento y revestimiento cerámico

Numero de patente (ES1056469U)

Objeto de la invención La presente Invención, según se expresa en la memoria descriptiva, se refiere a las matrices (ya sean de formadas por un solo componente o por varios, denominados estos como cuchillas) empleadas en el prensado de pavimento y revestimiento cerámico, las cuales se han diseñado y realizado en orden a obtener numerosas ventajas, entre las que destacan la de ampliar su vida útil, y la posibilidad de su reparación y posterior reutilización.

Las matrices, bien convencionales o extraíbles, constituidas por una o varias piezas ensambladas, se recubren de un material compuesto metal cerámico mediante proyección térmica. Como método de proyección se seleccionará el más adecuado a la temperatura de fusión de la matriz metálica, para asegurar la buena adherencia y densidad del recubrimiento. LOS métodos más adecuados son, a priori, la proyección por Plasma, la conocida como HVOF (Hiper Velocity Oxi) Fuel s la de detonación.

La invención consiste en la fabricación de matrices, convencionales o extraíbles, formadas por una o varias piezas ensambladas, según el diseño utilizado fabricadas por métodos convencionales en aceros estándar, realizando un rebaje, o cajeado, en las zonas sometidas a fricción, de profundidad igual o superior al máximo desgaste admisible en estos componentes empleados en el prensado de pavimento y revestimiento cerámico.

Las piezas se someten a un desengrasado y un posterior granallado para mejorar la adherencia del recubrimiento. Posteriormente se procede al recubrimiento de las correspondientes zonas de cada pieza, con un espesor ligeramente superior al rebaje realizado, para que exista material de aporte suficiente para un mecanizado final que elimine las posibles diferencias de nivel entre la superficie de la pieza y el recubrimiento y penita poner en tolerancia el componente. Las matrices utilizadas y llegadas al fin de su vi da útil se pueden mecanizar para eliminar los restos del recubrimiento y tras su desengrasado y granallado se puede proceder de nuevo a Su recubrimiento y mecanizado final para su nueva utilización. A continuación, para facilitar una meJOr comprensión de esta memoria descriptiva y formando parte integrante de la misma, se acompañan unas figuras que representan el objeto de la invención.

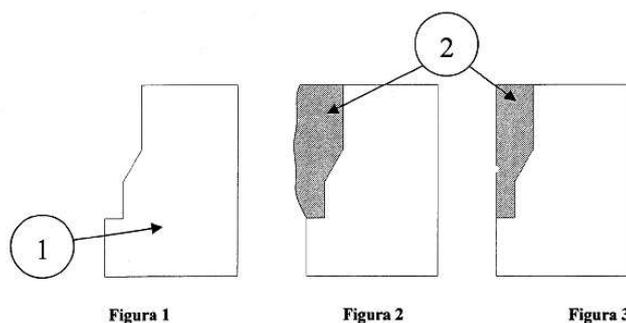


Figura 126: Matrices para el prensado de pavimento y revestimiento cerámico

1.4.3 Cuchillas intercambiables para prensas de materiales cerámicos

Numero de patente (ES1056469U)

A continuación se realiza una descripción de la invención basada en las figuras anteriormente

Comentada. En primer lugar describe la configuración de una prensa para facilitar una mejor comprensión de la invención. La prensa está constituida por un marco o matriz I en el que se definen unas cavidades 2, en las que se fijan mediante tornillos 4, unas cuchillas 3 constituidas por piezas independientes. En las cavidades 2 se ha previsto un punzón superior 5 y un punzón inferior 6, siendo ambos desplazables verticalmente, ajustando éstos con gran precisión en el contorno definido por las cuchillas 3, para realizar la correcta fabricación de la pieza cerámica.

El punzón inferior (cierra la cavidad 2 para permitir depositar el polvo cerámico, el cual a continuación es compactado mediante el desplazamiento vertical del punzón superior 5, que tras realizar esta operación se retira; y además se des- p aza en sentido ascendente el punzón Inferior 6 sacando la pieza al exterior para permitir realizar su cocción. Cuando se desea cambiar las cuchillas 3, bien por su desgaste, o bien porque se precise cambiar el formato de la pieza cerámica, es necesario ex- traer las cuchillas 3 mediante la retirada de los tornillos 4. Esta operación provoca desajustes, lo que dificulta la operación, al requerirse que exista una gran precisión en el ajuste entre las cuchillas 3 y los punzones 5 y 6. Para facilitar esta operación, la invención prevé que las piezas individuales que constituyen las cuchillas 3 estén dotadas en sus extremos de un alojamiento 7 coincidente con el alojamiento 7

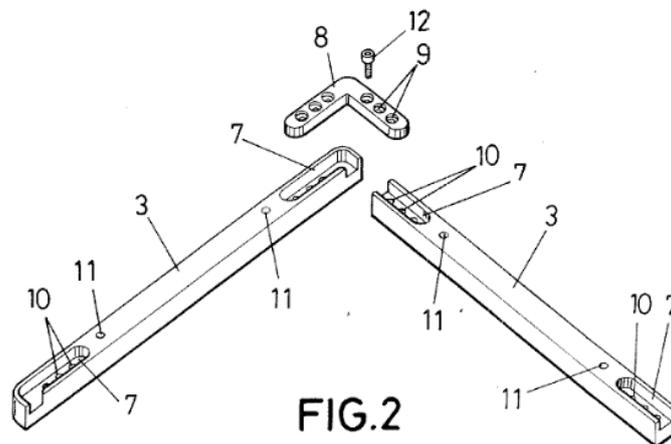


Figura 127: cuchillas intercambiables para prensas de materiales cerámicos

1.4.4 Marco protector contra polvo en moldes

Numero de patente (ES2259887A1)

Marco protector contra polvo en moldes. Incluye a menos un Cuerpo laminar de material elástico a modo de fuelle Compuesto varios tramos soldados que ocultan una junta de separación entre dos partes de un molde que poseen movimiento relativo entre sí a fin de

Evitar la entrada de suciedad dentro de esa junta, evitándose así un mal funcionamiento del conjunto del molde el cuerpo laminar comprende un partil Con al un dobléz y un IO Con unos tramos por donde se fija el del fuelle ayuda de una pletina de fijación. El material elastómero nos permite a variación de la formulación e incluso variaciones en el grosor según las necesidades. Por lado, ha previsto la posibilidad de incorporar una pieza perimetral a modo de marco de material no oxidable como medio de un del fue le a una de as partes del molde.

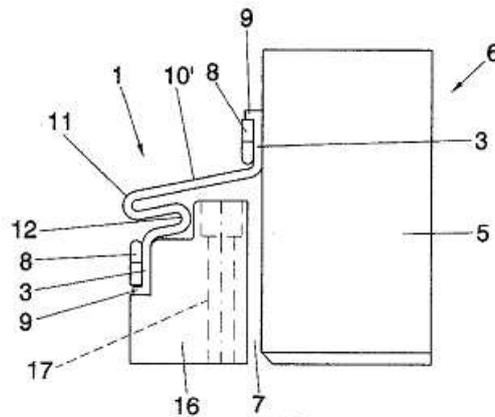
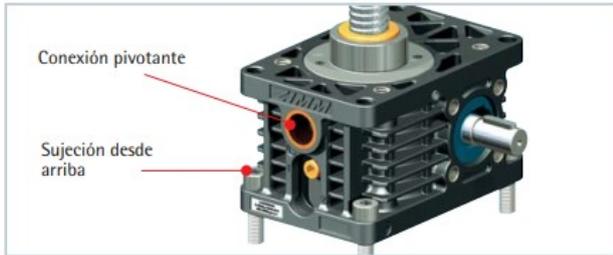


Figura 128: Marco protector contra polvo en moldes

2. Selección del husillo

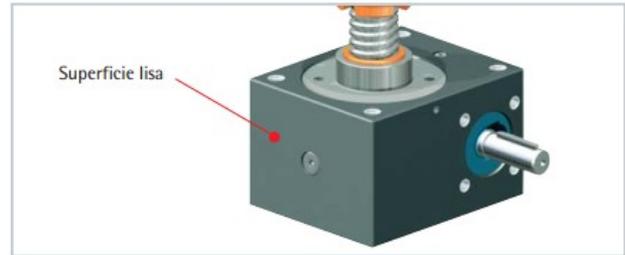
¿Cuándo se utilizan elevadores Z?

Los elevadores Z son la serie preferida con la mayor variedad de tipos. Las opciones de sujeción desde arriba (agujeros pasantes) y los cojinetes pivotantes integrados ofrecen ventajas frente a la serie GSZ.



¿Cuándo se utilizan elevadores GSZ?

Los elevadores GSZ se utilizan especialmente cuando se requieren superficies lisas. Estos elevadores son de fácil limpieza (p. ej. industria alimentaria).



Tras una búsqueda de alternativas por la red, se optó por la empresa alemana ZIMM, la calidad del catálogo, la facilidad de selección de alternativas vía catálogo y web, la disponibilidad de piezas CAD, y las utilidades en línea de configuración de piezas y sistemas facilitan el diseño y selección de componentes. El peso del expulsor con la cavidad llena de aceite es de 1300 kg, 13 kN. El peso del expulsor se deberá dividir entre cuatro husillos, así que cada husillo deberá poder levantar 3,25 kN.

Serie GSZ (Capítulo 3)



Capacidad de carga	2,5 kN		5 kN		10 kN		25 kN		50 kN		100 kN	
	Versión S	Versión R	Versión S	Versión R	Versión S	Versión R	Versión S	Versión R	Versión S	Versión R	Versión S	Versión R
Traslación del husillo S Rotación del husillo R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R	S	R
Relaciones	i= 4:1 i= 16:1		i= 4:1 i= 16:1		i= 4:1 i= 16:1		i= 6:1 i= 24:1		i= 7:1 i= 28:1		i= 9:1 i= 36:1	
Material de la caja reduc.	Aluminio		Aluminio		Aluminio		Aluminio		GGG-50		GGG-50	
GSZ-Tr con husillo de rosca trapecoidal	16x4	16x4	18x4	18x4	20x4	20x4	30x6	30x6	40x7	40x7	55x9	55x9
GSZ-KGT con husillo de bolas	16x5 16x10	16x5 16x10	16x5 16x10	16x5 16x10	25x5 25x10 25x25 25x50	25x5 25x10 25x25 25x50	32x5 32x10 32x20 32x40	32x5 32x10 32x20 32x40	40x5 40x10 40x20 40x40	40x5 40x10 40x20 40x40	50x10 50x20 50x40 50x50	50x10 50x20 50x40 50x50
GSZ-SIFA con tuerca de retención de seguridad	16x4		18x4	20x4	20x4		30x6	30x6	40x7	40x7	55x9	55x9

Evolución del elevador de husillo ZIMM

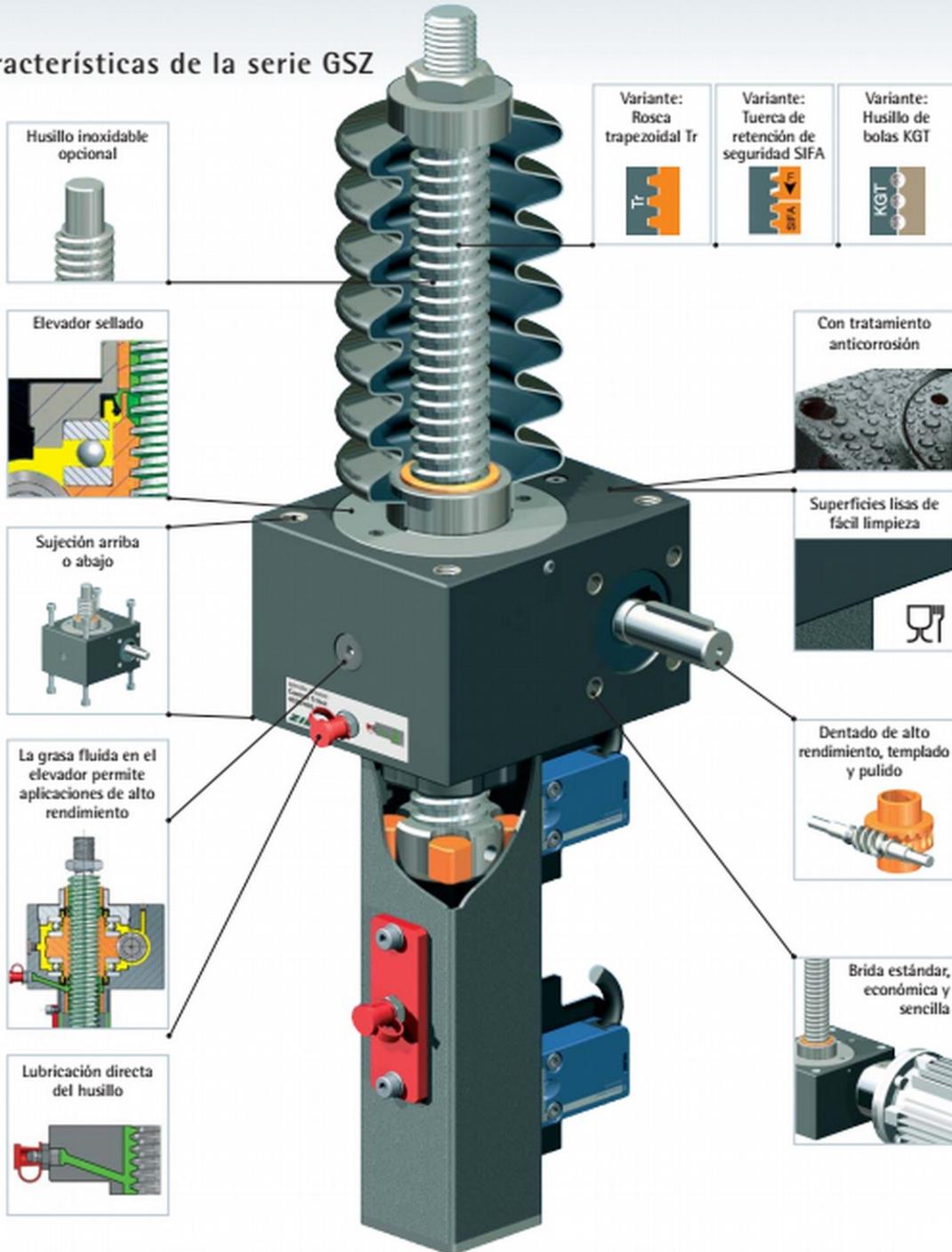


1

Visión global de los productos

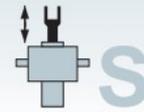
1

Características de la serie GSZ



Para una serie de funciones y componentes se han concedido patentes o están en trámite.

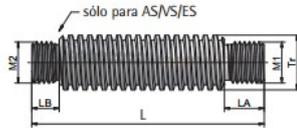
ZIMM
© by ZIMM Austria 2015



Para la versión de traslación del husillo S



Husillo de rosca trapezoidal Z...-S-Tr

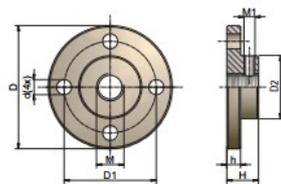


Material: St 60, C35, C45 (acero inoxidable, de paso doble, a izquierdas, bajo pedido), calidad 7e DIN 103, precisión de paso 0,2 mm/300 mm. Estándar por rodadura, a partir de Tr 80.

Nº de pedido	Tr	M1	LA	M2	LB	kg/m
GSZ-2-S-Tr	Tr 16x4	M10	24	M10	15	1,2
Z-5-S-Tr	Tr 18x4	M12	29	M12	15	1,6
Z-10-S-Tr	Tr 20x4	M14	32	M14	20	2,0
Z-25-S-Tr	Tr 30x6	M20	38	M20	20	4,5
Z-35-S-Tr	Tr 40x7	M30	53	M24	30	8,0
Z-50-S-Tr	Tr 40x7	M30	53	M30	30	8,0
Z-50/Tr50-S-Tr	Tr 50x8	M36	76	M36	30	13
Z-100-S-Tr	Tr 55x9	M36	76	M36	30	16
Z-150-S-Tr	Tr 60x9	M42x2	48	M48x2	30	19
Z-250-S-Tr	Tr 80x16	M56x2	58	M64x3	30	32
Z-350-S-Tr	Tr 100x16	M72x3	78	M72x3	35	52
Z-500-S-Tr	Tr 120x16	M100x3	118	M85x3	40	77
Z-750-S-Tr	Tr 140x20	M110x3	130	M100x3	40	105
Z-1000-S-Tr	Tr 160x20	M110x3	130	M100x3	40	139

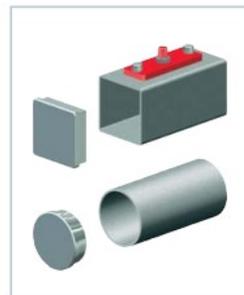


Brida de sujeción BF

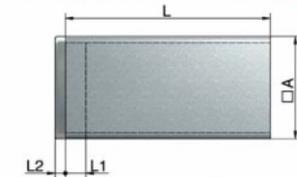


Nº de pedido	D	D1	D2	M	d	h	H	M1	kg
GSZ-2-BF	50	40	26	M10	5,5	6	16	5	0,04
Z-5-BF	65	48	29	M12	9	7	20	5	0,21
Z-10-BF	80	60	38	M14	11	8	21	6	0,38
Z-25-BF	90	67	46	M20	11	10	23	8	0,57
Z-35/50-BF	110	85	60	M30	13	15	30	8	1,20
Z-100-BF	150	117	85	M36	17	20	50	10	3,50
Z-150-BF	170	130	90	M42x2	21	25	50	10	4,70
Z-250-BF	210	165	120	M56x2	26	30	60	12	9,50
Z-350-BF	260	205	145	M72x3	32	40	80	16	18,4
Z-500-BF	310	240	170	M100x3	38	40	120	16	30,0
Z-750-BF	340	265	200	M110x3	38	50	132	20	36,0

Material: acero, con tratamiento anticorrosión; aluminio, anodizado reforzado (GSZ-2-BF), idéntica a la versión MSZ utilizada hasta la fecha



Tubo protector SRO con tapa



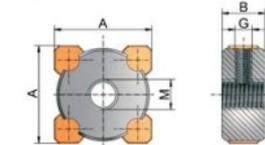
Material: acero, lacado en polvo; aluminio, anodizado negro (GSZ-2-SRO)

Tapa: aluminio, con tratamiento anticorrosión; PE, negro (GSZ-2)

Nº de pedido	A	L1	L2	kg/m
GSZ-2-SRO	35x25	14	5	0,6
Z-5-SRO	35	10	5	2,1
Z-10-SRO	50	10	5	3,1
Z-25-SRO	50	10	5	3,1
Z-35-SRO	60	10	5	3,8
Z-50-SRO	90	10	5	8,2
Z-100-SRO	90	10	5	8,2
Z-150-SRO	120	10	5	11,5
Z-250-SRO	Ø125 / □120	10	5	7,6 / 11,5
Z-350-SRO	Ø150 / □160	15	5	19,0 / 19,3
Z-500-SRO	Ø180 / □180	15	5	22,0 / 27,0
Z-750-SRO	Ø210 / □200	15	5	26,0 / 30,0
Z-1000-SRO	Ø260 / □220	15	5	32,0 / 39,0



Seguro contra rotación VS



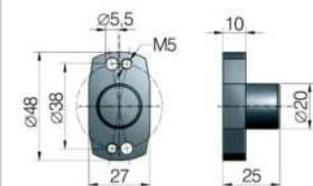
Material: *acero, bronce
El seguro contra rotación es necesario si el husillo no está unido a su construcción de manera que éste no pueda girar, o en combinación con un final de carrera o un cabezal con rótula KGK.

Nº de pedido	A	B	G	M	kg
GSZ-2-VS*	31x21	15	Ø3	M10	0,01
Z-5-VS*	31	15	M6	M12	0,10
Z-10-VS	46	20	M8	M14	0,23
Z-25-VS	46	20	M8	M20	0,23
Z-35-VS	56	30	M8	M24	0,65
Z-50-VS	84	30	M10	M30	1,27
Z-100-VS	84	30	M10	M36	1,20
Z-150-VS	114	30	M12	M48x2	2,15
Z-250-VS	114	30	M12	M64x3	2,15
Z-350-VS	152	35	M16	M72x3	4,6
Z-500-VS	170	40	M16	M85x3	6,6
Z-750-VS	190	40	M16	M100x3	8,0
Z-1000-VS	208	40	M16	M100x3	10,2

*en Z-5, el seguro contra rotación VS es de bronce; GSZ-2 POM

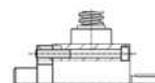


Tapa protectora GSZ-2-SK



incl. tornillos
Material: aluminio, anodizado reforzado

Nº de pedido	D	d	E	F	Tornillos DIN 912	kg
GSZ-2-SK	20	5,5/M5	25	10	M5x55	0,05



M5x55

Los tornillos están incluidos en el suministro de la tapa protectora.



M5x70

Los tornillos están incluidos en el suministro de la brida del motor/reenvío angular



OBSERVE:

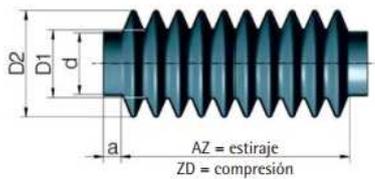
La cota ZD (plegado) no debe ser inferior a la indicada y la cota AZ (desplegado) no debe ser superior a la indicada.
 Con carrera superior a 1000 mm utilice el fuelle con bloqueo de despliegue. Tenga en cuenta que, en caso de montaje horizontal, el fuelle no debe tocar el husillo:

¡Peligro de rotura! Esto se puede evitar utilizando anillos de apoyo.
 Especialmente durante el montaje en obras, los husillos deben protegerse contra: polvo de la obra, polvo generado por amoladoras angulares, salpicaduras de soldadura, etc.

Proteja el fuelle contra la radiación directa. Tenga en cuenta también que el periodo de funcionamiento máximo de los elevadores de husillo se reduce debido al efecto termoaislante del fuelle.



Fuelle Z...-FB, redondo



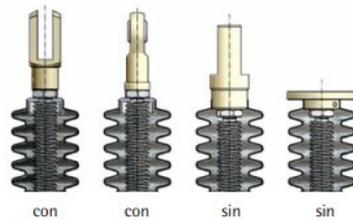
N° de pedido	a	d	ZD	AZ	Carrera	D1	D2	kg
GSZ-2-FB 182	11	26	38	220	182	26	55	0,08
GSZ-2-FB 364	11	26	98	462	364	26	55	0,16
Z-5-FB-265	10	29	35	300	265	40	76	0,15
Z-10-FB-340	10	38	80	420	340	40	80	0,24
Z-25-FB-300	15	46	70	370	300	50	83	0,25
Z-35/50-FB-390	18	60	85	475	390	66	102	0,43
Z-100-FB-285	15	85	75	360	285	85	118	0,29
Z-150-FB-350	15	90	50	400	350	92	141	0,44
Z-250-FB-390	15	120	90	480	390	125	166	1,10
Z-350-FB-600	15	145	100	700	600	172	236	2,40

Material: PVC, NBR (GSZ-2), temperatura de uso -20°C hasta +70°C (máx. +85°C), temperatura de rotura en frío -32°C, incl. 2 abrazaderas galvanizadas.

ATENCIÓN: para prolongación husillo ver el capítulo 2+3, idéntico a la versión MSZ utilizada hasta la fecha.



Anillo de sujeción del fuelle Z...-FBR



El anillo de sujeción FBR se utiliza con el cabezal de horquilla GK o con el cabezal con rótula KGK para sujetar el fuelle FB. Idéntico a las versiones MSZ utilizadas hasta la fecha.

Si en el pedido se incluye un cabezal de horquilla GK o un cabezal con rótula KGK, el anillo de sujeción se suministra automáticamente. En caso contrario, se deberá pedir por separado.

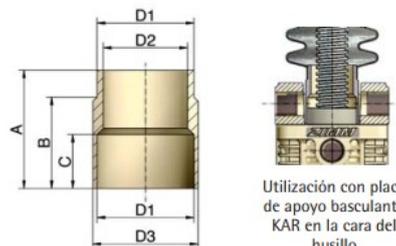
Ejemplo de pedido:

Z-25-FBR

Material: POM (plástico)



Adaptador para fuelle Z...-FBA



Utilización con placa de apoyo basculante KAR en la cara del husillo

N° de pedido	D1	D2	D3	A	B	C
Z-5-FBA	29	25	32	44	32	20
Z-10-FBA	39	30	42	42	32	22
Z-25-FBA	46	40	50	57	42	26
Z-35/50-FBA	60	52	65	70	52	40
Z-100-FBA	85	80	90	90	72	50
Z-150-FBA	90	85	95	100	82	50
Z-250-FBA	120	115	125	118	100	60
Z-350-FBA	145	140	150	130	112	60
Z-500-FBA	170	150	180	172	152	70

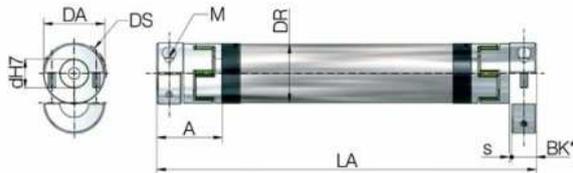
Material: aluminio, con tratamiento anticorrosión

4

Accesorios para elevadores de husillo



Eje de conexión VWZ



Taladros estándar «d» [mm]	
VWZ-30	8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16
VWZ-40	9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22
VWZ-60	10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32
VWZ-60V	12, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35
VWZ-80	16, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45
VWZ-100	25, 28, 32, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55

Cotas, datos técnicos

Tamaño	Cotas							Tornillo de apriete		Momento de inercia		Rigidez a torsión por estrella		Peso	
	DA [mm]	DS [mm]	DR [mm]	BK* [mm]	s [mm]	A [mm]	LA min [mm]	M 10.9	Par de apriete [Nm]	por acoplamiento [10 ⁻³ kgm ²]	tubo/m [10 ⁻³ kgm ²]	C _{10m} [Nm/rad]	por tubo/m C _{10m} [Nm/rad]	ambos acoplamientos [kg]	tubo/m [kg]
VWZ-30	32	32	30	15	1,5	34	99	M4	4	0,01	0,11	1375	1104	0,14	0,58
VWZ-40	42	44,5	40	17	1,5	46	122	M5	9	0,08	0,2	2700	2222	0,36	0,76
VWZ-60	56	57	60	30	2	63	177	M6	15	0,24	0,8	9917	8292	0,94	0,97
VWZ-60V	67	68	60	35	2	73	205	M8	35	0,46	0,8	24417	8292	1,42	0,97
VWZ-80	82	85	80	40	2	84	249	M10	70	2,4	3	33667	29102	2,98	2,00
VWZ-100	102	105	100	50	2	97	283	M12	120	6	5,8	67667	58178	4,62	2,47

*BK = longitud de apriete en el eje

Pares

Tamaño	Estrella de elastómero		Par máximo transmisible de la cubierta partida en función del diámetro del taladro (fuerza apriete)															Tipo de acoplamiento			
	Par nominal [Nm]	Par máximo [Nm]	Ø9 [Nm]	Ø11 [Nm]	Ø14 [Nm]	Ø16 [Nm]	Ø19 [Nm]	Ø20 [Nm]	Ø22 [Nm]	Ø24 [Nm]	Ø25 [Nm]	Ø28 [Nm]	Ø30 [Nm]	Ø32 [Nm]	Ø38 [Nm]	Ø40 [Nm]	Ø42 [Nm]		Ø45 [Nm]	Ø48 [Nm]	Ø55 [Nm]
VWZ-30	12	25	21	26	33	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KUZ-KK-16
VWZ-40	17	34	24	41	52	60	70	74	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KUZ-KK-24
VWZ-60	60	120	-	60	76	87	104	109	120	131	136	153	164	175	-	-	-	-	-	-	KUZ-KK-32
VWZ-60V	160	320	-	-	-	120	-	188	206	-	235	-	-	301	-	-	-	-	-	-	KUZ-KK-35
VWZ-80	325	650	-	-	-	325	386	406	447	488	508	568	610	650	772	-	854	915	-	-	KUZ-KK-45
VWZ-100	530	1060	-	-	-	-	-	-	-	-	570	638	-	730	866	914	960	1029	1097	1250	KUZ-KK-60

El par máximo está limitado por la estrella o por la fuerza de apriete.

Ejes con cubiertas partidas

- Práctico montaje radial por medio de cubiertas partidas
- Alta precisión de concentricidad
- Gran fuerza de apriete
- Reducido momento de inercia

- Ajustable sin escalonamiento mediante cubiertas partidas en lugar de chaveta
- Ranura de la chaveta bajo pedido
- Material: aluminio de alta resistencia (inoxidable bajo pedido)

Estrella de elastómero

- Siempre exento de holgura, amortiza las vibraciones
- Dureza Shore 64D
- Color: verde ZIMM
- Gama de temperatura: 0°C hasta +70°C reducido hasta -20°C, hasta +100°C (Mx0,55)



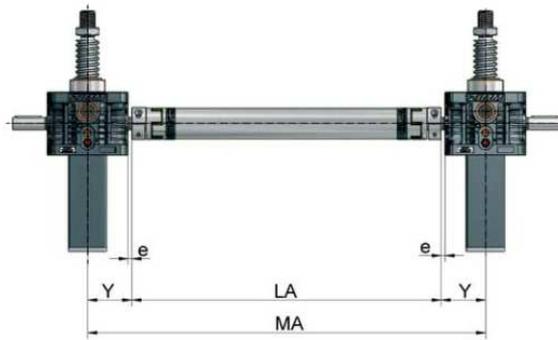
Ejemplo de pedido:

VWZ-60-LA 1800-20/25

Tamaño
Longitud
Taladros de los acoplamientos

n=1500 rpm (indicar velocidad)

VWZ - Determinación de la longitud (idéntico para Z y GSZ)



LA = longitud exterior (incl. acoplamiento)
 MA = distancia entre centros - elevador

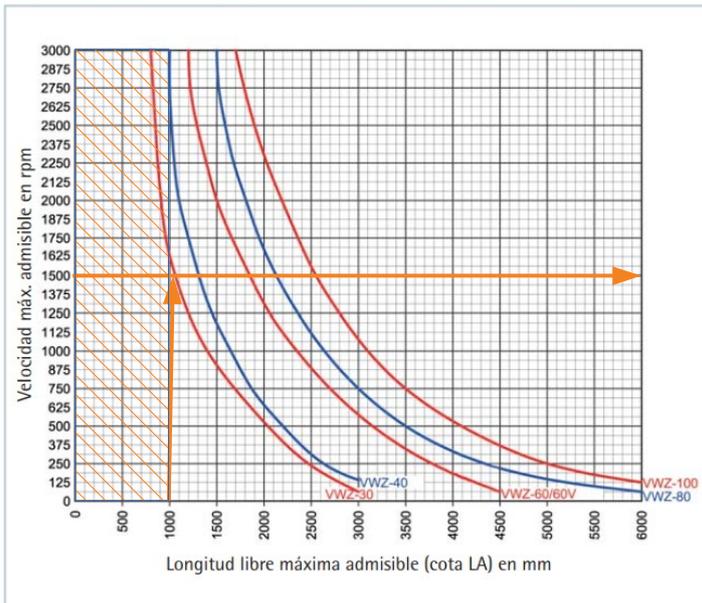


Elevador	Eje de conexión	e	Y	A
GSZ-2	VWZ-30	6	31	34
Z-5	VWZ-30	9	45	34
Z-5	VWZ-40	7	43	46
Z-5	VWZ-60	2	38	63
Z-10	VWZ-30	12,5	55	34
Z-10	VWZ-40	10,5	53	46
Z-10	VWZ-60	2,5	45	63
Z-25	VWZ-40	29	80,5	46
Z-25	VWZ-60	15	67,5	63
Z-25	VWZ-80	5	57,5	84
Z-35	VWZ-40	28	84	46
Z-35	VWZ-60	15	71	63
Z-35	VWZ-60V*	10	66	73
Z-35	VWZ-80*	5	61	84
Z-50	VWZ-60	17,5	90	63
Z-50	VWZ-60V	12,5	85	73
Z-50	VWZ-80*	7,5	80	84
Z-100	VWZ-60	30	124	63
Z-100	VWZ-60V	25	119	73
Z-100	VWZ-80	20	114	84
Z-150	VWZ-60	30	130	63
Z-150	VWZ-60V	25	125	73
Z-150	VWZ-80	20	120	84
Z-250	VWZ-80	24	144	84
Z-250	VWZ-100	14	134	97
Z-350	VWZ-80	35	175	84
Z-350	VWZ-100	25	165	97
Z-500	VWZ-80	75	240	84
Z-500	VWZ-100	65	230	97

*no es posible con el caballete LB

4

Determinación de la longitud en función de la velocidad



Desalineación máxima admisible

Desalineación lateral:



Kr máx. 1,5 mm por 100 mm LI

Desalineación angular:



máx. 2° (1° por acoplamiento)

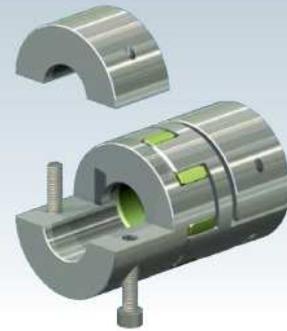
Desalineación axial:



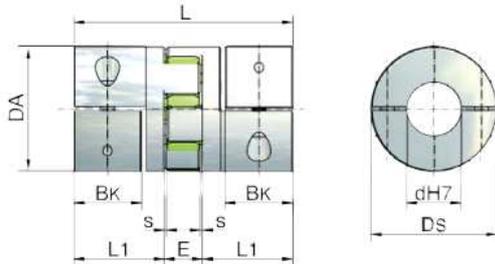
Aprox. +/- 1 hasta 2 mm

4

Accesorios para elevadores de husillo



Acoplamiento de cubiertas partidas KUZ-KK



*BK = longitud de apriete pivote del eje

Taladros estándar «d» [mm]

KUZ-KK-16	8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16
KUZ-KK-24	9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22
KUZ-KK-32	10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32
KUZ-KK-35	12, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35
KUZ-KK-45	16, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45
KUZ-KK-60	25, 28, 32, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55

Acoplamiento con cubiertas partidas

- Práctico montaje radial por medio de cubiertas partidas
- Alta precisión de concentricidad
- Altas fuerzas de apriete
- Reducido momento de inercia

- Ajustable sin escalonamiento mediante cubiertas partidas en lugar de chaveta
- Ranura de la chaveta bajo pedido
- Material: aluminio de alta resistencia

Estrella de elastómero

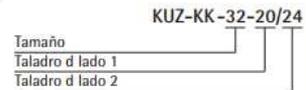
- Siempre exento de holgura, amortiza las vibraciones
- Dureza Shore 64D
- Color: verde ZIMM
- Gama de temperatura: 0°C hasta +70°C reducido hasta -20°C, hasta +100°C (Mx0,55)

Cotas, datos técnicos

Tamaño del acoplamiento	Cotas							Tornillo de apriete Par de apriete [Nm]	Momento de inercia [10 ⁻³ kgm ²]	Rigidez a torsión C _{Tapn} [Nm/rad]	Peso [kg]	
	DA [mm]	DS [mm]	L [mm]	L1 [mm]	BK* [mm]	s [mm]	E [mm]					
KUZ-KK-16	32	32	54	21	15	1,5	12	M4	4	0,01	1375	0,10
KUZ-KK-24	42	44,5	66	25	17	1,5	16	M5	8	0,08	3708	0,20
KUZ-KK-32	56	57	98	40	30	2	18	M6	15	0,24	9917	0,55
KUZ-KK-35	67	68	114	47	35	2	20	M8	35	0,51	24417	0,90
KUZ-KK-45	82	85	134	55	40	2	24	M10	70	2,4	33667	1,60
KUZ-KK-60	102	105	156	65	50	2	26	M12	120	6	67667	2,70

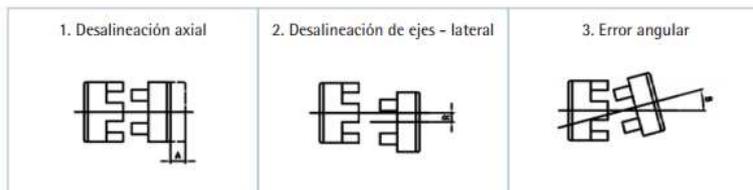


Ejemplo de pedido:



Pares

Tamaño del acoplamiento	Estrella de elastómero Par nominal [Nm]	Par máximo [Nm]	Par máximo transmisible de la cubierta partida en función del diámetro del taladro (fuerza de apriete)																		
			Ø9 [Nm]	Ø11 [Nm]	Ø14 [Nm]	Ø16 [Nm]	Ø19 [Nm]	Ø20 [Nm]	Ø22 [Nm]	Ø24 [Nm]	Ø25 [Nm]	Ø28 [Nm]	Ø30 [Nm]	Ø32 [Nm]	Ø38 [Nm]	Ø40 [Nm]	Ø42 [Nm]	Ø45 [Nm]	Ø48 [Nm]	Ø55 [Nm]	
KUZ-KK-16	12	25	21	26	33	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
KUZ-KK-24	17	34	-	41	52	60	70	74	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
KUZ-KK-32	60	120	-	60	76	87	104	109	120	131	136	153	164	175	-	-	-	-	-		
KUZ-KK-35	160	320	-	-	-	120	-	188	206	-	235	-	-	301	-	-	-	-	-		
KUZ-KK-45	325	650	-	-	-	325	386	406	447	488	508	568	610	650	772	-	854	915	-		
KUZ-KK-60	530	1060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	570	638	-	730	866	914	960	1029	1097	1250



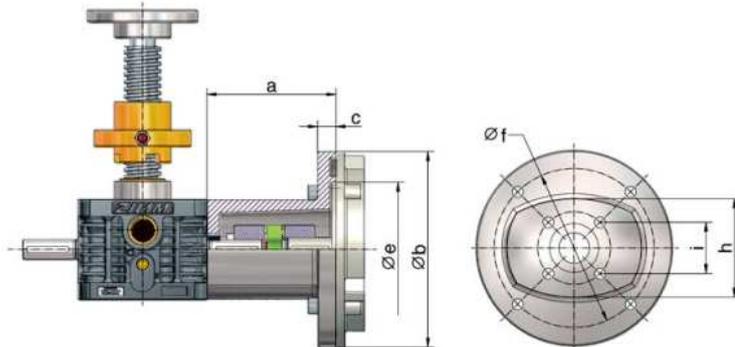
Tamaño	Desalineación axial máx. en mm (axial)	Desalineación de ejes máx. en mm (lateral)	Error angular máx. en grados (angular)
KUZ-KK-16	±1	0,08	1°
KUZ-KK-24	±2	0,08	1°
KUZ-KK-32	±2	0,10	1°
KUZ-KK-35	±2	0,15	1°
KUZ-KK-45	±2	0,12	1°
KUZ-KK-60	±2	0,14	1°

4

Accesorios para elevadores de husillo



Bridas de motor Z-5 a Z-25



Material: aluminio
Suministro incl. tornillos

4

Bridas de motor N° de pedido	Tipo de motor	Acoplamiento Tamaño	N° de pedido Elevador Motor	4 unid. tornillos lado del elevador 8.8	4 unid. tornillos cilíndricos 8.8 DIN 912 para motor	a	b	c	e	f	h	i	kg
Z-5-MF-120-60	63 B14B	KUZ-14	- 11 / 11	M6x12 - DIN 7991	M6x20 + arandelas elásticas	60	120	10	80	100	61	32,5	0,33
Z-5-MF-105-68	71 B14C	KUZ-19	- 11 / 14	M6x12 - DIN 7991	M6x20 + arandelas elásticas	68	105	10	70	85	61	32,5	0,31
Z-10-MF-120-66	63 B14B	KUZ-19	- 14 / 11	M8x16 - DIN 7991	M6x20 + arandelas elásticas	66	120	10	80	100	73	35,4	0,42
Z-10-MF-160-75	71 B5	KUZ-19	- 14 / 14	M8x16 - DIN 7991	M8x35 + tuercas	75	160	15	110	130	73	35,4	0,81
Z-10-MF-160-90	80 B14B	KUZ-24	- 14 / 19	M8x16 - DIN 7991	M8x30 + arandelas elásticas	90	160	15	110	130	73	35,4	0,88
Z-25-MF-160-105	71 B5	KUZ-28	- 16 / 14	M8x20 - DIN 7991	M8x35 + tuercas	105	160	15	110	130	81	42	1,11
Z-25-MF-160-105	80 B14B	KUZ-24	- 16 / 19	M8x20 - DIN 7991	M8x30 + arandelas elásticas	105	160	15	110	130	81	42	1,11
Z-25-MF-160-105	90 B14B	KUZ-24	- 16 / 24	M8x20 - DIN 7991	M8x30 + arandelas elásticas	105	160	15	110	130	81	42	1,11
Z-25-MF-160-122	100 B14C	KUZ-28	- 16 / 28	M8x20 - DIN 7991	M8x30 + arandelas elásticas	122	160	15	110	130	81	42	1,25

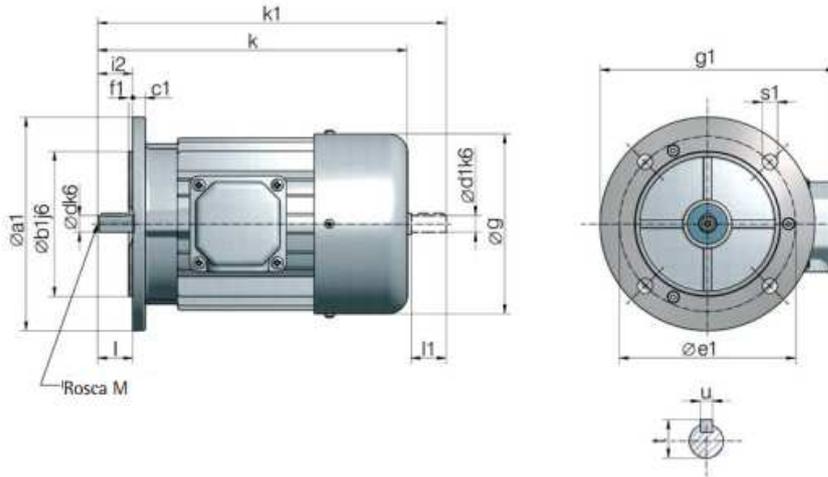


Las bridas de motor Z-5 hasta Z-50 también son adecuadas para los reenvíos angulares KSZ y KGZ.



Motores trifásicos, motores-freno trifásicos, forma constructiva de brida B5

B5: brida con agujeros pasantes



i Nos reservamos el derecho a modificar las dimensiones sin cambiar la denominación del motor.

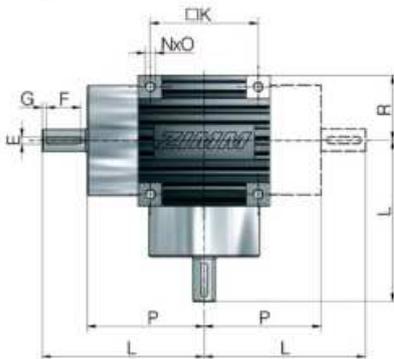
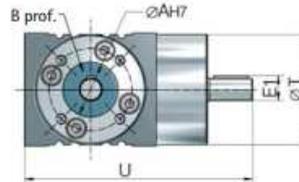
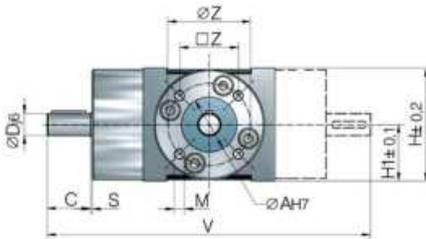
Tamaño	a1	b1	c1	e1	f1	g	i2	s1	d	l	t	u
63	140	95	5	115	3,0	125	23	9,5	11	23	12,5	4
71	160	110	7	130	3,5	141	30	9,5	14	30	16,0	5
80	200	130	8	165	3,5	159	40	11,5	19	40	21,5	6
90	200	130	8	165	3,5	179	50	11,5	24	50	27,0	8
100	250	180	10	215	4,0	199	60	14	28	60	31,0	8
112	250	180	10	215	4,0	223	60	14	28	60	31,0	8

Estas cotas están normalizadas, por tanto, permanecen invariables.

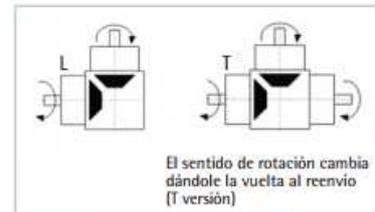
5 Reenvíos angulares



KSZ de dentado espiral



Disposición de los ejes



En el pedido se debe especificar si el eje es vertical: p. ej.: «Eje de accionamiento vertical»

5

Cotas

Nº de pedido	Ø AH7	B	C	D _{je}	E _{ao}	E ₁	F	G	H	H ₁	□K	L	L ₁	M	N	O	P	R	S	Ø T	U	V	Ø Z	□Z
KSZ-5-L/T	32	2	21	11	4	12,5	16	3	62	31	60	90	30	M6	M6	13	69	36,0	1,0	61,5	126,0	180	46,1	32,6
KSZ-10-L/T	35	3	26	14	5	16,0	16	5	74	37	70	105	35	M8	M8	15	79	42,5	1,5	73,5	147,5	210	49,5	35,0
KSZ-25-L/T	40	3	31	16	5	18,0	25	3	82	41	78	117	39	M8	M8	15	86	47,5	1,5	80,0	164,5	234	60,0	42,4
KSZ-50-L/T	52	4	39	20	6	22,5	25	5	116	58	110	165	55	M10	M10	15	126	67,5	2,0	115,0	232,5	330	86,0	50x70

Datos técnicos

Reenvío angular	Par adm. [Nm] a diferentes revoluciones [rpm]						Momento de inercia [kg cm²]		Fuerza [N]	Peso [kg]	
	0	10	100	750	1500	3000	L	T		L	T
KSZ-5-L/T	29,5	13,9	13,9	13,8	13,5	13,3	0,429	0,565	140	L 2,7 T 3,4	
KSZ-10-L/T	58,4	25,4	25,2	25,1	23,1	19,1	1,129	1,436	200	L 4,5 T 5,6	
KSZ-25-L/T	82,4	32,9	32,9	32,7	30,1	24,1	1,283	1,569	300	L 5,7 T 7,0	
KSZ-50-L/T	343,0	143,3	143,1	119,3	95,8	75,3	10,008	12,596	1100	L 19,6 T 21,8	

Características de fabricación y calidad:

- Material de la caja reductora: GGL 20
- Versión con holgura reducida
- Funcionamiento silencioso
- Alta transmisión del par incluso en tamaños pequeños
- Piñones cónicos de dentado espiral
- Rodamientos de rodillos cónicos pretensados
- Relación i = 1:1
- Lubricación permanente con aceite, cambio de aceite requerido sólo en caso de alta sollicitación

- Sellado mediante juntas de eje y juntas tóricas
- Periodo máx. de funcionamiento de 40 % 1500 rpm
- Compatible con sistema modular para elevadores mecánicos de husillo
- Todas las medidas de montaje son simétricas
- Ejes idénticos al del elevador de husillo del mismo tamaño

Ejemplo de pedido:

Reenvío angular de dentado espiral

Tamaño

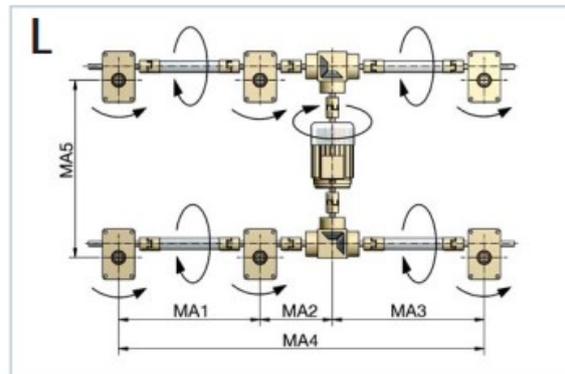
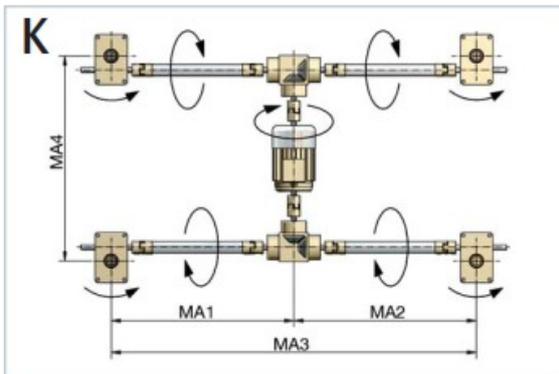
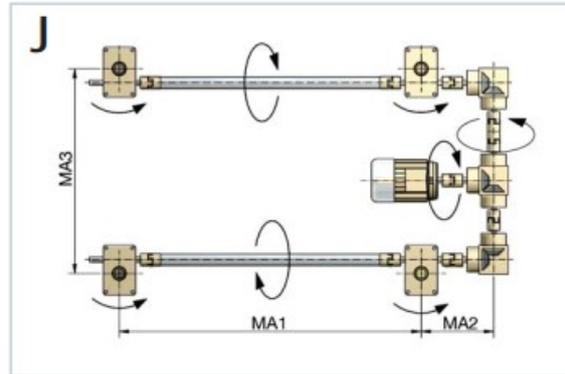
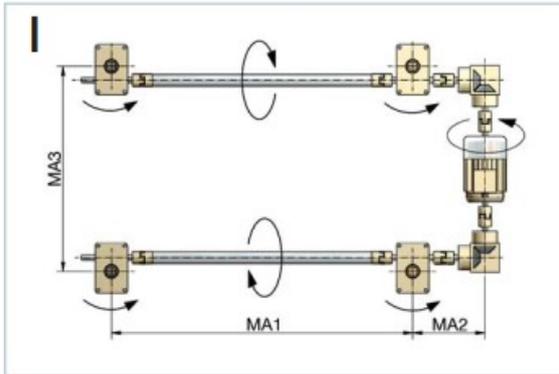
Disposición de los ejes T o L

KSZ-25-T

7 Listas de verificación



Listas de verificación - Hoja 6 - Disposiciones

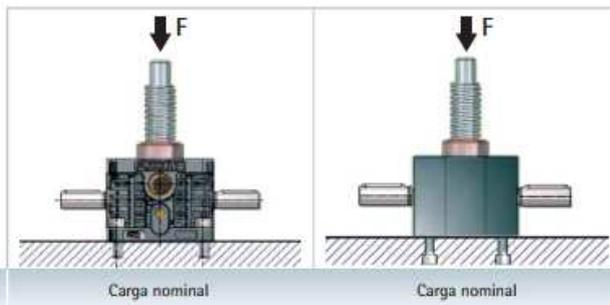


7

Cargas admisibles - sujeción fija

Los elevadores de husillo están diseñados para la plena carga nominal estática a compresión y tracción. La carga admisible depende del tipo de sujeción.

Carga a compresión



Plena carga nominal
Los elevadores pueden estar sometidos a plena carga nominal estática.

Z y GSZ

Long-distance type E2K-C

CSM_E2K-C_DS_F_A_3

Long-distance Capacitive Sensor with Adjustable Sensitivity

- CE Marking for DC 3-wire models and AC/DC 2-wire models.
- Noise-resistant models are also available for environments with strong noise.



For the most recent information on models that have been certified for safety standards, refer to your OMRON website.

Be sure to read Safety Precautions on page 7.

Ordering Information

Sensors [Refer to Dimensions on page 8.]

Appearance		Sensing distance			Model		
					Output configuration	Operation mode	
						NO	NC
Standard Models	Unshielded 34 dia.	25 mm [3 to 25 mm *]	DC 3-wire, NPN	E2K-C25ME1 2M	E2K-C25ME2 2M		
			DC 3-wire, PNP	E2K-C25MF1 2M	E2K-C25MF2 2M		
			AC 2-wire	E2K-C25MY1 2M	E2K-C25MY2 2M		
Noise-resistant Models	34 dia.	20 mm [3 to 20 mm *]	DC 3-wire, NPN	E2K-C20MC1 2M	E2K-C20MC2 2M		
			AC/DC 2-wire	E2K-C20MT1 2M	E2K-C20MT2 2M		

* Adjustable range

Accessories (Order Separately)

Mounting Brackets A Mounting Bracket is provided.

[Refer to Dimensions on page 8.]

Appearance	Model	Quantity	Remarks
	Y92E-A34	1	Provided with the product.

Incremental 60-mm-dia. Rotary Encoder E6F-C

CSM_E6F-C_DS_E_6_2

Rugged Rotary Encoder

- Incremental model
- External diameter of 60 mm.
- Resolution of up to 1000 ppr.
- IP65 oil-resistance with strong shaft.
Radial: 120 N, Thrust: 50 N



For the most recent information on models that have been certified for safety standards, refer to your OMRON website.

Be sure to read *Safety Precautions* on page 3.

Ordering Information

Encoders [Refer to *Dimensions* on page 5.]

Power supply voltage	Output configuration	Resolution (pulses/rotation)	Model
12 to 24 VDC	Complementary output	100, 200, 360, 500, 600	E6F-CWZ5G (resolution) 2M
		1,000	Example: E6F-CWZ5G (100P/R) 2M
	NPN open-collector output	1,000	E6F-CWZ5C (1000P/R) 2M

Accessories (Order Separately) [Refer to *Dimensions* on page 5 for servo mounting bracket and to *Accessories* for coupling dimensions.]

Name	Model	Remarks
Couplings	E69-C10B	---
	E69-C610B	Different end diameter
	E69-C10M	Metal construction
Servo Mounting Bracket	E69-2	(Three brackets in a set.)

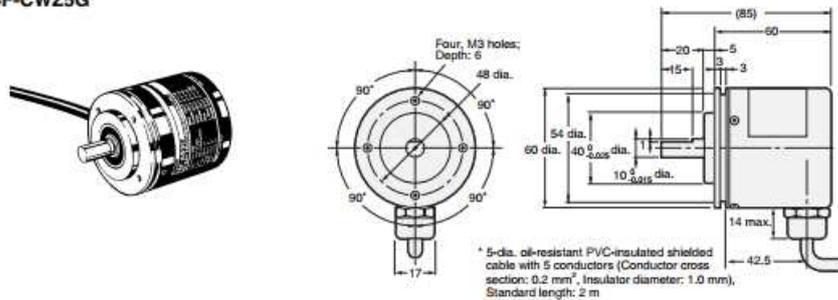
Refer to *Accessories* for details.

Dimensions

Tolerance class IT16 applies to dimensions in this datasheet unless otherwise specified.

Encoder

E6F-CWZ5G

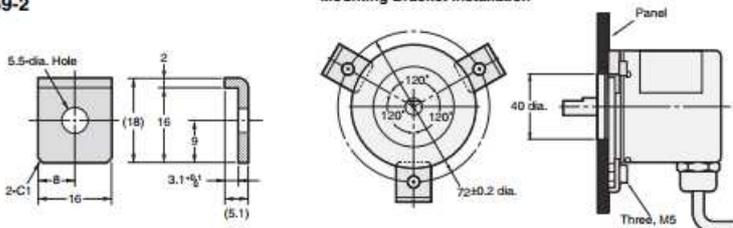


Accessories (Order Separately)

Servo Mounting Bracket

E69-2

Mounting Bracket Installation



E6F-C

I/O Circuit Diagrams

Output Circuits	Output mode	Connection												
<p>E6F-CWZ5G</p>	<p>Direction of rotation: CW (as viewed from end of shaft) Direction of rotation: CCW (as viewed from end of shaft)</p> <p>Note: Phase A is $1/4 T \pm 1/8 T$ faster than phase B. Note: Phase A is $1/4 T \pm 1/8 T$ slower than phase B.</p> <p>("H" and "L" in the diagrams are the output voltage levels of phases A, B, and Z.)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Color</th> <th>Terminal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brown</td> <td>Power supply (+Vcc)</td> </tr> <tr> <td>Black</td> <td>Output phase A</td> </tr> <tr> <td>White</td> <td>Output phase B</td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td>Output phase Z</td> </tr> <tr> <td>Blue</td> <td>0 V (common)</td> </tr> </tbody> </table>	Color	Terminal	Brown	Power supply (+Vcc)	Black	Output phase A	White	Output phase B	Orange	Output phase Z	Blue	0 V (common)
Color	Terminal													
Brown	Power supply (+Vcc)													
Black	Output phase A													
White	Output phase B													
Orange	Output phase Z													
Blue	0 V (common)													
<p>E6F-CWZ5C</p>	<p>Direction of rotation: CW (as viewed from end of shaft) Direction of rotation: CCW (as viewed from end of shaft)</p> <p>Note: Phase A is $1/4 T \pm 1/8 T$ faster than phase B. Note: Phase A is $1/4 T \pm 1/8 T$ slower than phase B.</p> <p>(The ONs in the above timing chart mean that the output transistor is ON and the OFFs mean that the output transistor is OFF.)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Color</th> <th>Terminal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brown</td> <td>Power supply (+Vcc)</td> </tr> <tr> <td>Black</td> <td>Output phase A</td> </tr> <tr> <td>White</td> <td>Output phase B</td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td>Output phase Z</td> </tr> <tr> <td>Blue</td> <td>0 V (common)</td> </tr> </tbody> </table>	Color	Terminal	Brown	Power supply (+Vcc)	Black	Output phase A	White	Output phase B	Orange	Output phase Z	Blue	0 V (common)
Color	Terminal													
Brown	Power supply (+Vcc)													
Black	Output phase A													
White	Output phase B													
Orange	Output phase Z													
Blue	0 V (common)													

- Note: 1. The shielded cable outer core (shield) is not connected to the inner area or to the case.
 2. The phase A, phase B, and phase Z circuits are all identical.
 3. Normally, connect GND to 0 V or to an external ground.

Safety Precautions

Refer to *Warranty and Limitations of Liability*.

⚠ WARNING

This product is not designed or rated for ensuring safety of persons either directly or indirectly. Do not use it for such purposes.

Precautions for Correct Use

- Do not use the Encoder under ambient conditions that exceed the ratings.
- **Wiring**
 - Cable Extension Characteristics**
 - When the cable length is extended, the output waveform startup time is lengthened and it affects the phase difference characteristics of phases A and B.
 - * Recommended Cable
 - Conductor cross section: 0.2 mm²
 - Spiral shield
 - Conductor resistance: 92 Ω/km max. (20°C)
 - Insulation resistance: 5 Ω/km min. (20°C)
 - The output waveform startup time changes not only according to the length of the cable, but also according to the load resistance and the cable type.
 - Extending the cable length not only changes the startup time, but also increases the output residual voltage.
 - **Connection**
 - Spurious pulses may be generated when power is turned ON and OFF. Wait at least 0.1 s after turning ON the power to the Encoder before using the connected device, and stop using the connected device at least 0.1 s before turning OFF the power to the Encoder. Also, turn ON the power to the load only after turning ON the power to the Encoder.
 - When the complementary output is used, the output will turn OFF when the load short-circuit protection circuit operates. To clear this condition, turn OFF the power supply, check the condition of the

OMRON

MX2

Nacido para accionar máquinas

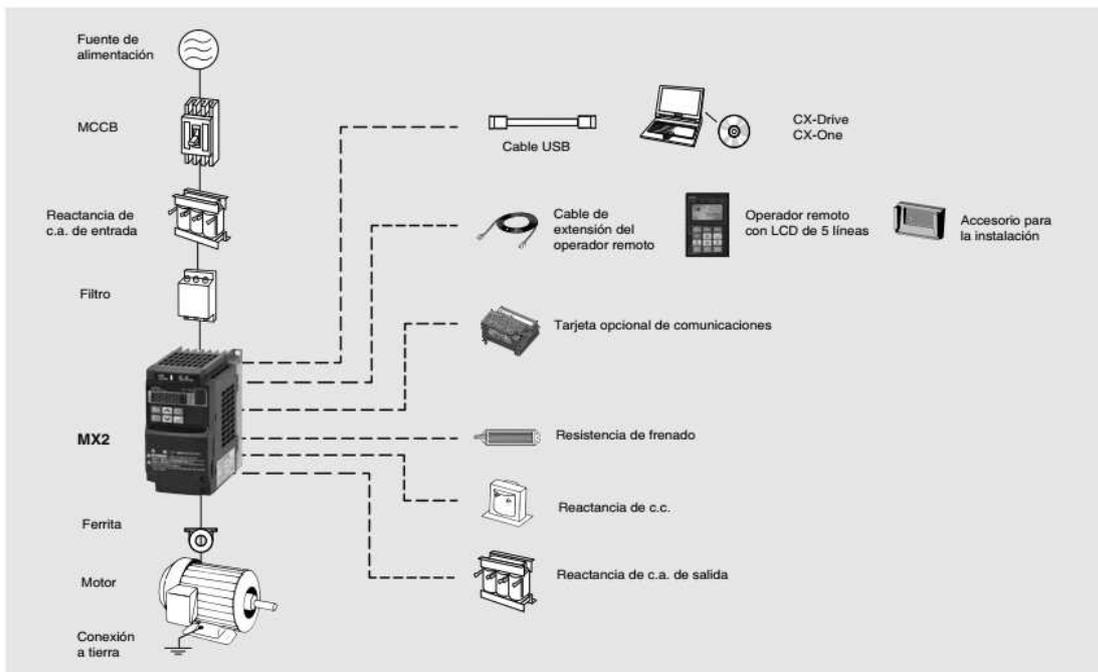
- Control vectorial de corriente
- Par de arranque elevado: 200% a 0,5 Hz
- Doble valor nominal: VT de 120%/1 min. y CT de 150%/1 min.
- Control de motores IM y PM (asíncrono y síncrono)
- Control de par en vectorial lazo abierto
- Funcionalidad de posicionamiento
- Funcionalidad en aplicaciones integrada (por ejemplo, control de freno)
- Programación lógica integrada
- Seguridad integrada, de acuerdo con ISO 13849-1 (circuito doble de entrada y monitorización de dispositivo externo, EDM)
- Puerto USB para programación por PC
- Alimentación de reserva de 24 Vc.c. para la placa de control
- Comunicaciones de campo: Modbus, DeviceNet, Profibus, CompoNet, EtherCAT, ML-II y Ethernet/IP
- Software de configuración por PC: CX-Drive
- RoHS, CE, cULus

Valores nominales

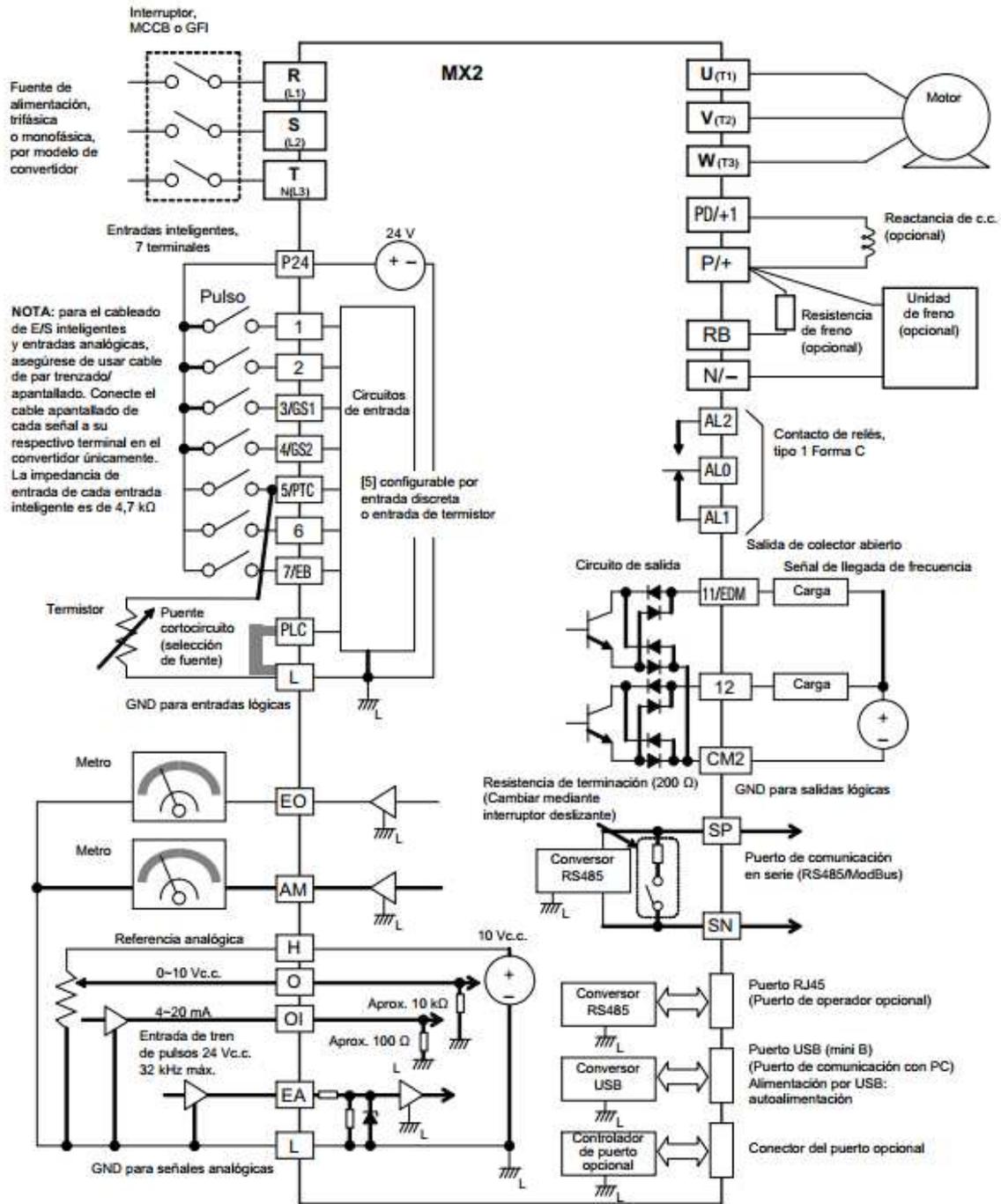
- Monofásico 200 V, de 0,1 a 2,2 kW
- Trifásico 200 V, de 0,1 a 15,0 kW
- Trifásico 400 V, de 0,4 a 15,0 kW



Configuración del sistema



Conexiones estándar



Especificaciones del bloque de terminales

Terminal	Nombre	Función (nivel de señal)
R/L1, S/L2, T/L3	Entrada de alimentación del circuito principal	Se utiliza para conectar la alimentación de línea a la unidad. Los convertidores con alimentación de entrada monofásica de 200 V sólo utilizan terminales R/L1 y N (T/L3), los terminales S/L2 no se utilizan para estas unidades
U/T1, V/T2, W/T3	Salida del convertidor	Se utiliza para conectar el motor.
PD/+1, P/+	Terminal de conexión de la resistencia de frenado	Conectado normalmente mediante el puente de cortocircuito. Retire el puente de cortocircuito entre +1 y P/+2 cuando se conecte una reactancia de c.c.
P/+, N/-	Terminal de unidad de freno regenerativo	Conecte las unidades de freno regenerativo opcionales (si se necesita mayor par de freno).
P/+, RB	Terminales de la resistencia de frenado	Conecte la resistencia de frenado opcional (si se necesita mayor par de freno)
⊕	Conexión a tierra	Para la conexión a tierra (la toma de tierra debe cumplir la normativa local al respecto)

CP series CP1L CPU Unit
 CP1L-EM□□D□-D/CP1L-EL□□D□-D
 CP1L-M□□DR-A/CP1L-L□□DR-A

High Performing Programmable Controller with Embedded Ethernet

- "CP1L-EM" and "CP1L-EL" has a standard-feature Ethernet port.
- "CP1L-M" and "CP1L-L" has a standard-feature peripheral USB port.
- Function blocks (FB) allow you to build up modular structure and programming of ladder diagrams.



CP1L-EL CPU Units
with 20 Points

CP1L-EM CPU Units
with 40 Points

CP1L-L CPU Units
with 10 Points

CP1L-M CPU Units
with 60 Points

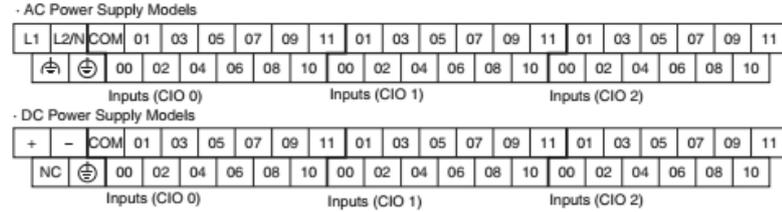
Features

- "CP1L-EM" and "CP1L-EL" have complete with a Ethernet port.
- Pulse output for two axes. Advanced power for high-precision positioning control.
- High-speed Counters. Single-phase for four axes.
- Six interrupt inputs are built in. Faster processing of instructions speeds up the entire system.
- Serial Communications. Two ports. Select Option Boards for either RS-232C or RS-485 communications.
- "CP1L-M" and "CP1L-L" have a peripheral USB port.
- The Structured Text (ST) Language. Makes math operations even easier.
- Can be used for the CP1W series Unit. The extensibility of it is preeminently good.
- LCD displays and settings. Enabled using Option Board.

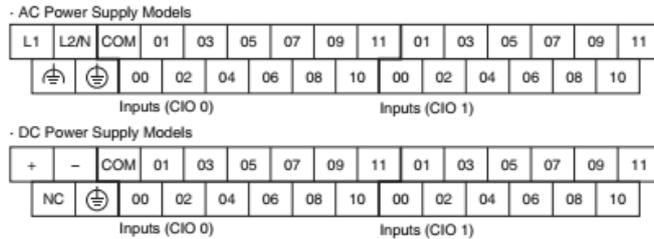
Built-in Inputs

Input Terminal Block Arrangement (Top Block)

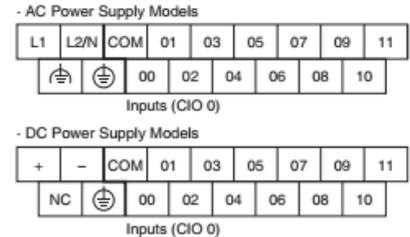
● CP1L (60 Inputs)



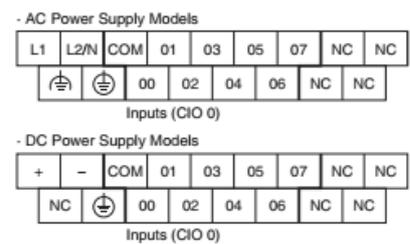
● CP1L (40 Inputs)



● CP1L (20 Inputs)



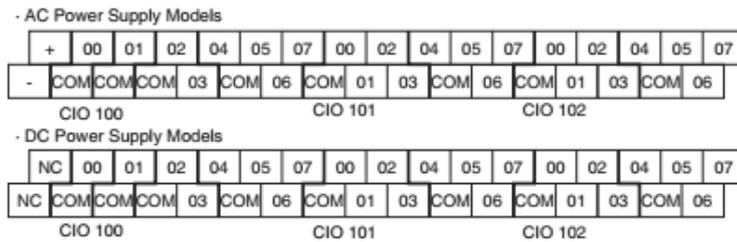
● CP1L (14 Inputs)



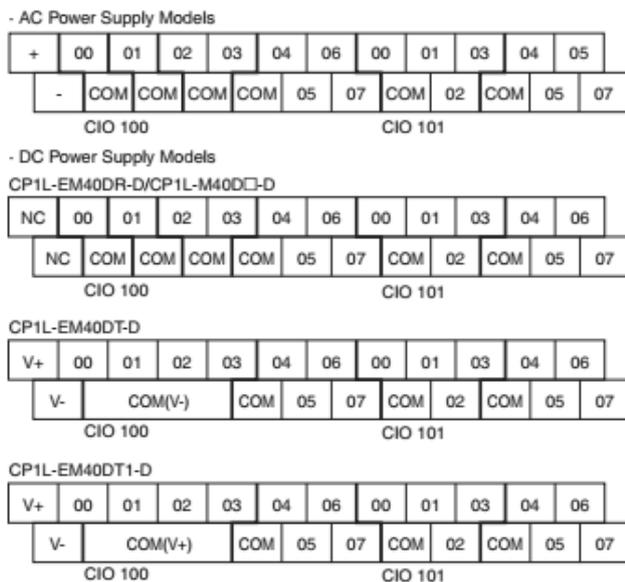
Built-in Outputs

Output Terminal Block Arrangement (Bottom Block)

● CP1L (60 Outputs)

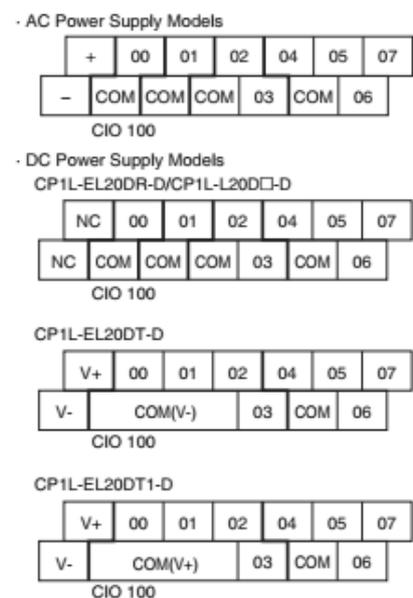


● CP1L (40 Outputs)

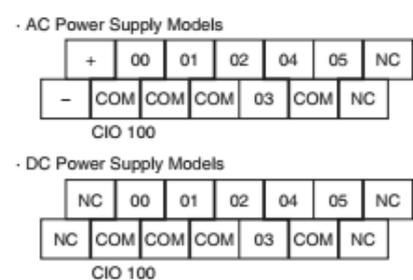


● CP1L (30 Outputs)

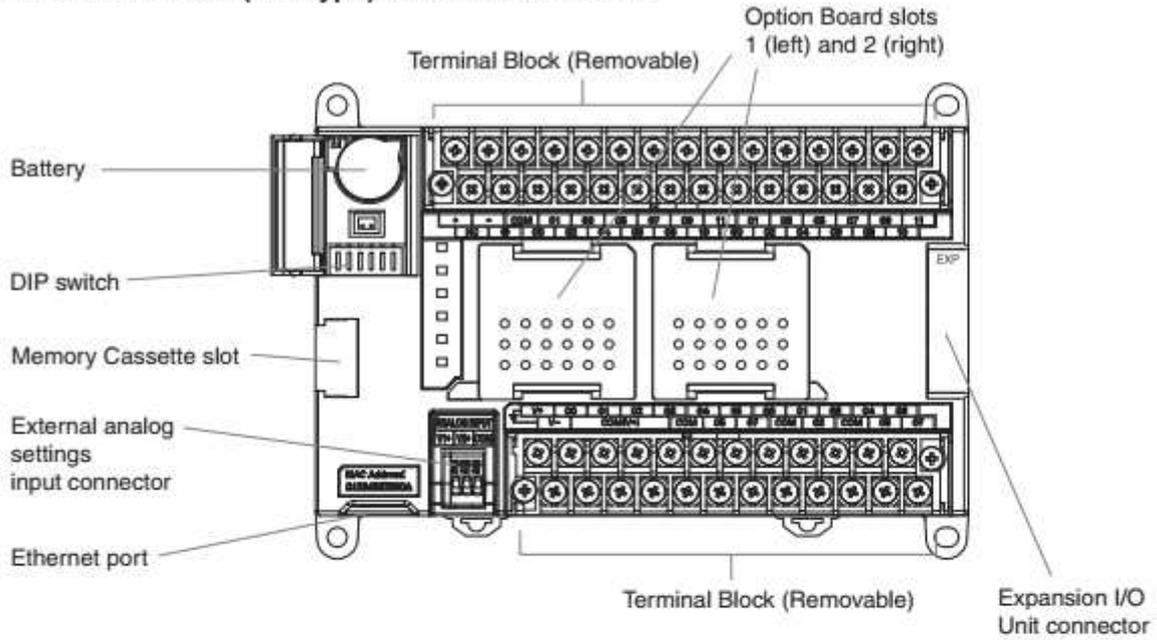
● CP1L (20 Outputs)



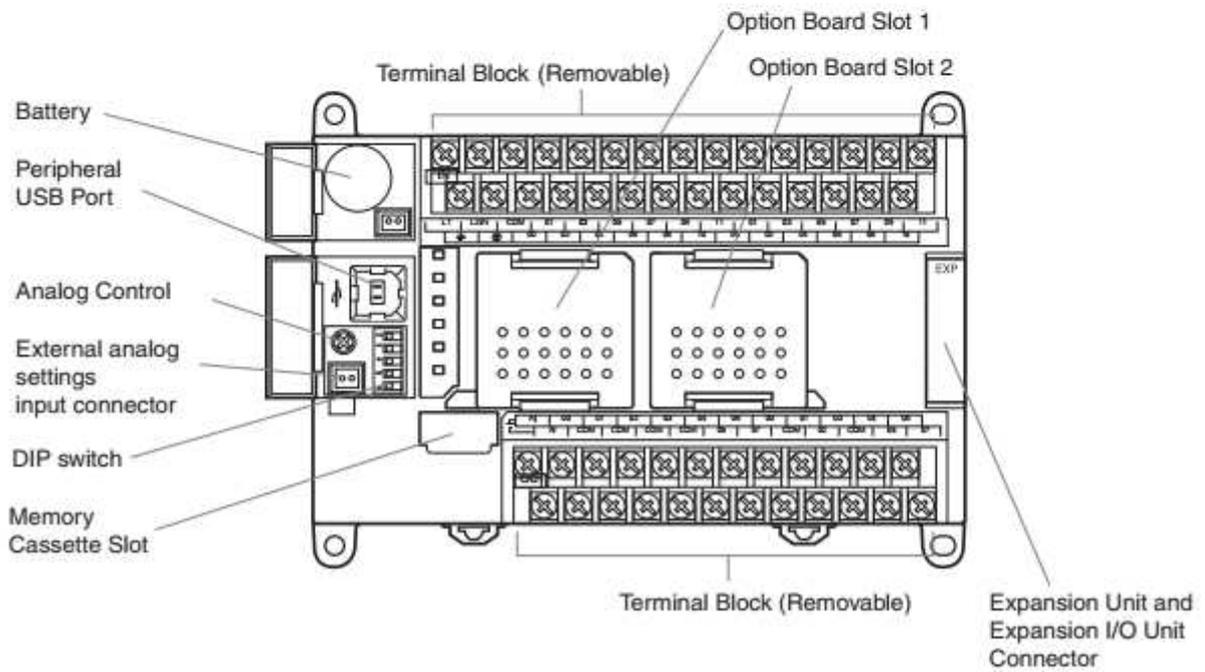
● CP1L (14 Outputs)



● CP1L CPU Units (EM Type) with 40 or 30 Points



● CP1L CPU Units (MType) with 40 Points



■ Temperature Sensor Units: CP1W-TS001/TS002/TS101/TS102

By mounting a Temperature Sensor Unit to the PLC, inputs can be obtained from thermocouples or platinum resistance thermometers, and temperature measurements can be converted to binary data and stored in the input area of the CPU Unit.

Item	CP1W-TS001	CP1W-TS002	CP1W-TS101	CP1W-TS102
	Thermocouples		Platinum resistance thermometer	
Temperature sensors	Switchable between K and J, but same type must be used for all inputs.		Switchable between Pt100 and JPt100, but same type must be used for all inputs.	
Number of inputs	2	4	2	4
Allocated input words	2	4	2	4
Accuracy	(The larger of $\pm 0.5\%$ of converted value or $\pm 2^\circ\text{C}$) ± 1 digit max. *		(The larger of $\pm 0.5\%$ of converted value or $\pm 1^\circ\text{C}$) ± 1 digit max.	
Conversion time	250 ms for 2 or 4 input points			
Converted temperature data	16-bit binary data (4-digit hexadecimal)			
Isolation	Photocouplers between all temperature input signals			
Current consumption	5 VDC: 40 mA max., 24 VDC: 59 mA max.		5 VDC: 54 mA max., 24 VDC: 73 mA max.	

* Accuracy for a K-type sensor at -100°C or less is $\pm 4^\circ\text{C} \pm 1$ digit max.

The rotary switch is used to set the temperature range.

Setting	Input type	CP1W-TS001/TS002		CP1W-TS101/TS102			
		Range ($^\circ\text{C}$)	Range ($^\circ\text{F}$)	Input type	Range ($^\circ\text{C}$)	Range ($^\circ\text{F}$)	
	0	K	-200 to 1,300	-300 to 2,300	Pt100	-200.0 to 650.0	-300.0 to 1,200.0
	1		0.0 to 500.0	0.0 to 900.0	JPt100	-200.0 to 650.0	-300.0 to 1,200.0
	2	J	-100 to 850	-100 to 1,500	---	Cannot be set.	
	3		0.0 to 400.0	0.0 to 750.0	---		
4 to F	---	Cannot be set.		---			

● Main Specifications

Item	CP1W-TS003	
Temperature sensors	Thermocouples or analog input *1	
	Switchable between K and J, but same type must be used for all inputs.	
Number of inputs	4	
Accuracy at 25 $^\circ\text{C}$	Thermocouple inputs	(The larger of $\pm 0.5\%$ of converted value or $\pm 2^\circ\text{C}$) ± 1 digit max. *2
	Analog voltage inputs	0.5% full scale
	Analog inputs	0.6% full scale
Accuracy at 0 to 55 $^\circ\text{C}$	Thermocouple inputs	(The larger of $\pm 1\%$ of converted value or $\pm 4^\circ\text{C}$) ± 1 digit max. *3
	Analog voltage inputs	1.0 % full scale
	Analog inputs	1.2 % full scale
Input signal range	Thermocouple inputs	K: -200.0 to 1300.0 $^\circ\text{C}$ or .300.0 to 2300.0 $^\circ\text{F}$ J: -100.0 to 850.0 $^\circ\text{C}$ or .100.0 to 1500.0 $^\circ\text{F}$
	Analog voltage inputs	0 to 10V/1 to 5V
	Analog inputs	4 to 20mA
Resolution	Thermocouple inputs	0.1 $^\circ\text{C}$ or 0.1 $^\circ\text{F}$
	Analog inputs	1/12000 (full scale)
Max. rated input	Analog voltage inputs	$\pm 15\text{V}$
	Analog inputs	$\pm 30\text{mA}$
External input impedance	Analog voltage inputs	1M Ω min.
	Analog inputs	Approx. 250 Ω
Open-circuit detection function	Supported	
Averaging function	Unsupported	
Conversion time	250 ms for 4 input points	
Converted temperature data	16-bit binary data (4-digit hexadecimal)	
Converted AD data	16-bit binary data (4-digit hexadecimal)	
Isolation	Photocouplers between all temperature and analog input signals	
Current consumption	5 VDC: 70 mA max., 24 VDC: 30 mA max.	

*1 Only last two channels can be used as analog input.

*2 Accuracy for a K-type sensor at -100°C or less is $\pm 4^\circ\text{C} \pm 1$ digit max.

*3 Accuracy for a K-type sensor at -100°C or less is $\pm 10^\circ\text{C} \pm 1$ digit max.

Cartuchos de Alta Carga (RAC)

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Más de 1.400 modelos normalizados con cables flexibles desde el interior.
- Cables de 250 mm (sin termopar) modelos standar.
- Cables de 1.000 mm (con termopar FeCu/Ni (J) modelos standar.
- Diámetros normalizados en medidas métricas (mm)
6'50 - 8 - 10 - 12'50 - 16 - 20
Tolerancia \varnothing : -0'02 -0'06
- Diámetros normalizados en pulgadas ("")

1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
6'30	7'90	9'46	12'61	15'81	19'05

- Tolerancia \varnothing : +0'02 -0'02
- Tolerancia Longitud: hasta 130 ± 2 mm.; más de 130 $\pm 1'5\%$.

OTROS DIÁMETROS

- Estamos en condiciones de suministrar cualquier diámetro comprendido entre: 3 mm y 25 mm.
- Otros diámetros consultar.
- Tubo inoxidable con soldadura TIG.
- Cables de conexiones níquel con aislamiento de fibra de vidrio flexibles desde el interior (modelos standar).
- Núcleo y aislamiento compactado de óxido de magnesio.
- Hilo calefactor Ni-Cr 80/20.

CONTROL DE CALIDAD

- Aislamiento: 5 Megaohmios a 500 V CC en frío (mínimo).
- Rigidez dieléctrica: 1500 V 1 segundo.
- Valor óhmico + 5% - 10%

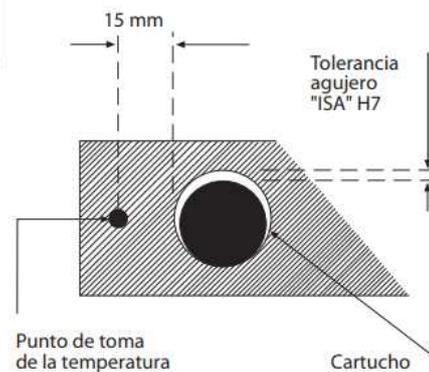
INSTRUCCIONES DE COLOCACIÓN Y MONTAJE

TABLA DE TOLERANCIA AGUJERO			
MÁS DE	HASTA	TOLERANCIA	AGUJERO
3	6	-0	+ 0'012
6	10	-0	+ 0'015
10	18	-0	+ 0'018
18	30	-0	+ 0'021

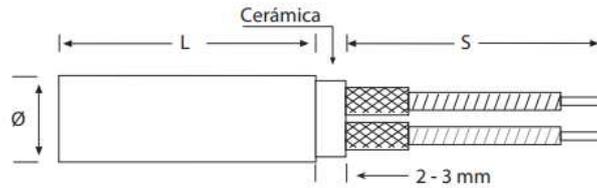
El ajuste del cartucho en el agujero es muy importante para el buen funcionamiento y rendimiento.

El agujero se debe realizar con escariador y una tolerancia según tabla.

Es imprescindible la regulación de la temperatura y para esto le recomendamos que la toma de temperatura no debe estar a más de 15 mm. del cartucho.



Cartuchos de Alta Carga (RAC)



S. CON TERMOPAR Fe-Ko (J) 1000 mm. / S. SIN TERMOPAR 250 mm.

MODELOS STANDAR		
DIÁMETRO Ø MM.	LONGITUD L. MM.	WATIOS A 230 V
6.50 -0,02 -0,06	30	160 200 300
	40	100 125 160 175 200
	50	100 125 150 160 200 250
	60	125 160 180 200 250 315
	80	125 160 180 200 250 280 300 315 350
	100	100 160 200 220 250 315 350 400
	130	220 300 350 400
	160	250 350 400
	180	250 350 400
	200	350 400 500
	250	250 350 400 500

Nuevo producto

OMRON

Fuente de alimentación conmutada

S8VK-G (Modelos de 15/30/60/120/240/480 W)

Operación fiable y fácil – Válida en todo el Mundo

Resistente en entornos muy duros

Rápida y sencilla instalación

El diseño más compacto del mercado

- Entrada universal para aplicaciones en todo el mundo: de 100 a 240 Vc.a. (de 85 a 264 Vc.a.)
- Puede disponer de entrada de c.c.: de 90 a 350 Vc.c.
- Posibilidad de alimentación bifásica
- Amplio rango de temperaturas de operación: de -40 a 70°C
- Función de refuerzo de potencia a 120%
- Normas de seguridad:
UL508/60950-1, CSA C22.2 N° 107.1/60950-1
ANSI 12.12.01
EN50178 (= VDE0160), EN60950-1 (= VDE0805).
Reglamentos y normas Lloyd's*, EN60204-1 PELV
Seguridad de transformadores de potencia: EN61558-2-16
- Los modelos de 15 W, 30 W y 60 W cumplen las normas de salida UL Clase 2
- EMS: EN 61204 -3
EMI: EN61204-3 Clase B
- Cumple los requisitos de RoHS



Infrared Thermosensor ES1B

Achieve Low-cost Measurements with an Infrared Thermosensor.

- The ES1B has an electromotive output as high as that of a thermocouple, thus connecting directly to the thermocouple input terminal of the Temperature Controller is possible.
- Four temperature ranges are available to cover a wide range of temperature measurement needs, including those in the food processing, packaging, molding, and electronics industries.
- High-accuracy temperature measurement is ensured by a high-speed response of 300 ms (for a 63% response) and an indication reproducibility of $\pm 1\%$ PV.
- Unlike thermocouples, the Thermosensor does not deteriorate. Therefore, stable, real-time temperature control can be maintained.



NEW

Specifications

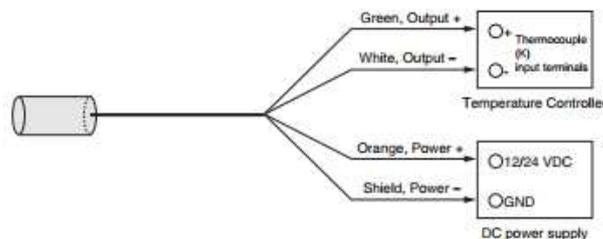
■ Ratings/Characteristics

Item	ES1B	
Power supply voltage	12/24 VDC	
Operating voltage range	90% to 110% of the power supply voltage	
Current consumption	20 mA max.	
Measuring temperature range	10 to 70°C, 60 to 120°C, 115 to 165°C, 140 to 260°C	
Accuracy (See note 1.)	$\pm 5^\circ\text{C}$ (See note 2.)	$\pm 2\%$ PV or $\pm 2^\circ\text{C}$, whichever is larger
	$\pm 10^\circ\text{C}$ (See note 2.)	$\pm 4\%$ PV or $\pm 4^\circ\text{C}$, whichever is larger
	$\pm 30^\circ\text{C}$ (See note 2.)	$\pm 6\%$ PV or $\pm 6^\circ\text{C}$, whichever is larger
	$\pm 40^\circ\text{C}$ (See note 2.)	$\pm 8\%$ PV or $\pm 8^\circ\text{C}$, whichever is larger
Reproducibility	$\pm 1\%$ PV or $\pm 1^\circ\text{C}$, whichever is larger	
Temperature drift	0.4°C/°C max.	
Sensing distance vs. sensing diameter	1:1 typ.	
Measurement wavelength	6.5 to 14.0 μm	
Receiver element	Thermopile	
Response speed	Approximately 300 ms at response rate of 63%	
Output impedance	1 to 4 k Ω	
Operating temperature	-25°C to 70°C (with no icing or condensation)	
Allowable ambient humidity	35% to 85%	
Vibration resistance (destruction)	98 m/s ² for 2 hours each in X, Y, and Z directions at 10 to 55 Hz.	
Shock resistance (destruction)	300 m/s ² for 3 times each in X, Y, and Z directions	
Casing material	ABS resin	
Degree of protection	IP65	
Weight	Approx. 120 g	
Cable	Compensating conductor: 3 m	
	PVC-covered cable with a shield wire resisting 70°C	

Note: 1. Based on characteristics of K-type thermocouple and radiation rate of 0.9.

2. The accuracy is given as the change in temperature from any reference temperature of the sensing object. For example, if the reference temperature is 50°C, the accuracy at 55°C would be $\pm 2\%$ PV or $\pm 2^\circ\text{C}$, whichever is larger and the accuracy at 60°C would be $\pm 4\%$ PV or $\pm 4^\circ\text{C}$, whichever is larger.

Connections



Compact limit switch in metal housing D4C

The 16 mm flat and compact size make the D4C range of limit switches very popular for all standard applications but especially where mounting space is limited or protruding housings may interfere with machine operation. The triple sealed construction, the rugged metal housing, the precisely manufactured movable parts and the optional protective features ensure longest operational life in standard, cold, outdoor or oily environments.

- 16 mm flat compact size
- rugged metal housing
- models with M12 connector or oil resistant VCTF cable



Ordering Information

Actuator type	Load range (VDC) ¹		Operation LED indicator		Connection method				Order code
	5 mW to 0.8 W (micro load)	0.8 W to 60 W max	No	Yes					
Plunger 	-	■	■	-		■		3 m	D4CC-3001
			-	■		■			D4C-1201
	■	-							D4CC-4001
									D4C-3201
Sealed plunger 	-	■	■	-		■		3 m	D4C-6201
			-	■		■			D4CC-3031
	■	-							D4C-1231
									D4CC-4031
Plunger with M14 mounting 	-	■	■	-		■		3 m	D4C-3231
			-	■		■			D4CC-3041
	■	-							D4C-1241
									D4CC-4041
Roller plunger 	-	■	■	-		■		3 m	D4C-3241
			-	■		■			D4C-6241
	■	-							D4CC-3002
									D4C-1202
Sealed roller plunger 	-	■	■	-		■		3 m	D4CC-4002
			-	■		■			D4C-3202
	■	-							D4C-6202
									D4CC-3032
	-	■	■	-		■		3 m	D4C-1232
			-	■		■			D4CC-4032
	■	-							D4C-3232
									D4C-6232

Brida

Sets lineales, R0723

Construcción

- Casquillo con brida de acero
 - Rodamiento lineal Antigiro Compacto
 - Eje de acero de precisión con ranura guía
 - Insertos de acero templados que transfieren el par de giro, ajustados de fábrica sin juego
 - Retenes adicionales
 - Ejecución sin vuelco:
 - Montaje de 2 sets lineales, véase el capítulo "Montaje de sets lineales con rodamientos lineales Antigiro"
 - Relubricables
- Una ranura guía en caso de diámetros de eje 12 y 16 mm
 - Dos ranuras guía a partir del diámetro de eje 20 mm

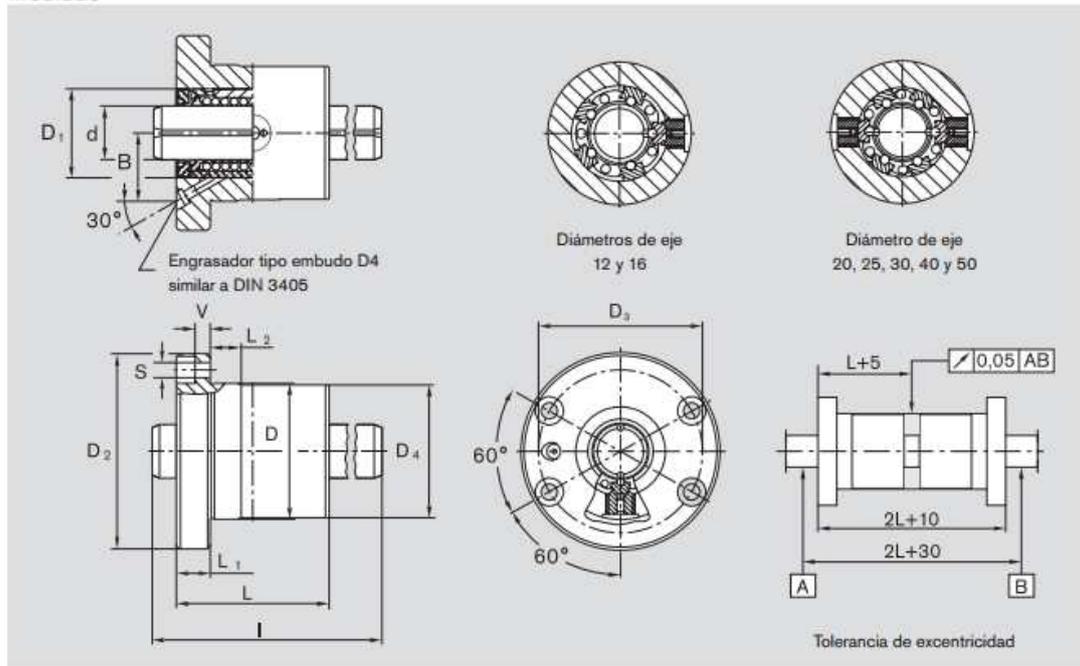


Eje Ø d (mm)	Referencias del set lineal Antigiro con eje Longitud estándar según tabla LSFDR-...-WV-...	Longitud del eje según indicación ¹⁾ LSFDR-...-WV-K	Eje mecanizado según plano LSFDR-...-SPECIAL
12	R0723 212 80	R0723 212 89	R0723 212 86
16	R0723 216 80	R0723 216 89	R0723 216 86
20	R0723 520 80	R0723 520 89	R0723 520 86
25	R0723 525 80	R0723 525 89	R0723 525 86
30	R0723 530 80	R0723 530 89	R0723 530 86
40	R0723 540 80	R0723 540 89	R0723 540 86
50	R0723 550 80	R0723 550 89	R0723 550 86

- 85 Longitud del eje 900 mm
- 87 Longitud del eje 1200 mm
- 88 Longitud del eje 2000 mm

1) También disponible con eje hueco a partir de diámetro 25: R0723 ... 69 o con eje de acero anticorrosivo según ISO 683-17 / EN 10088: R0723 ... 79.

Medidas



Medidas (mm)	Ø d	D	D ₄	D ₁	D ₂	L	L ₁	L ₂	D ₃	S ¹⁾	V	B	Longitud estándar (mm)	Momento de torsión M _t (Nm)	Caps. de carga ²⁾ (N) dín. C	estát. C ₀	Peso Set lineal (kg)	Eje (kg/m)
	12	32	32	22	50	40	10	10	40	4,5	4,5	17,4	400	2,0	640	420	0,25	0,89
	16	36	36	26	54	44	10	10	44	4,5	4,5	20,0	400	3,3	780	530	0,30	1,57
	20	48	48	32	70	55	12	10	58	5,5	5,0	24,0	500	12,0	1550	1050	0,70	2,45
	25	56	56	40	82	68	14	10	68	6,6	5,5	29,0	500	24,0	3030	2180	1,10	3,80
	30	65	65	47	98	80	18	10	80	9,0	7,0	33,0	600	37,0	3680	2790	1,75	5,50
	40	80	80	62	114	92	18	16	95	9,0	7,0	41,7	600	86,0	6320	4350	2,50	9,80
	50	100	100	75	140	114	22	16	118	11,0	8,5	50,5	600	167,0	9250	6470	4,85	15,30

1) Tornillos de fijación ISO 4762-8.8

2) Las capacidades de carga indicadas corresponden a los valores mínimos, ya que la dirección de carga no se puede definir claramente.

Soportes brida de ejes, R1056 brida

Material

- Fundición gris

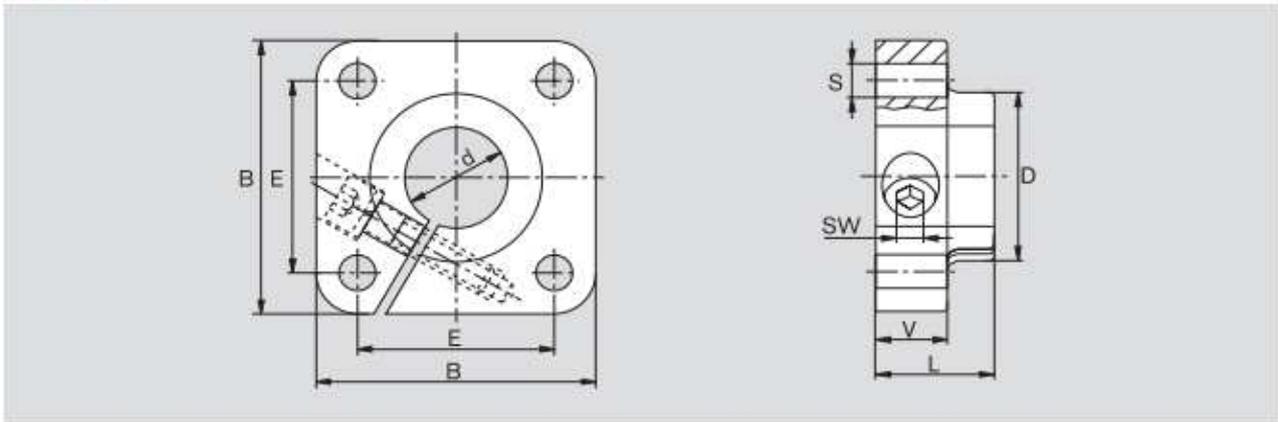
Construcción

- En comparación con el montaje en taladros laterales realizados por el cliente, los soportes brida permiten la alineación de los ejes y evitan sobrecargas en los rodamientos lineales causadas por ejes no paralelos
- Tornillo de fijación lateral



Eje Ø d (mm)	Referencias WBG-.F	Peso (kg)
12	R1056 012 00	0,15
16	R1056 016 00	0,21
20	R1056 020 00	0,28
25	R1056 025 00	0,41
30	R1056 030 00	0,75
40	R1056 040 00	1,65
50	R1056 050 00	2,60

Medidas



Medidas (mm)

Ø d	d	B ¹⁾	L ¹⁾	D ¹⁾	E	S	V ¹⁾	SW
12	12 H7	42	20	23,5	30 ^{±0,12}	H13 5,5	12	3
16	16	50	20	27,5	35 ^{±0,12}	5,5	12	3
20	20	54	23	33,5	38 ^{±0,15}	6,6	14	4
25	25	60	25	42,0	42 ^{±0,15}	6,6	16	5
30	30	76	30	49,5	54 ^{±0,25}	9,0	19	6
40	40	96	40	65,0	68 ^{±0,25}	11,0	26	8
50	50	106	50	75,0	75 ^{±0,25}	11,0	36	8

1) Tolerancia ISO 8062-3 -DCTG 9

II-PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES

1.1 Objeto

El objeto del pliego de condiciones del proyecto “Molde para prensado de baldosas cerámicas” es determinar: la normativa a cumplir, las especificaciones técnicas y de ejecución, el pliego de cláusulas administrativas y económicas y en general todos los procesos necesarios para la realización del proyecto.

Los procesos a los que hace referencia el presente pliego, son todos los especificados y con carácter excepcional, todos aquellos procesos necesarios para conseguir terminar las actuaciones proyectadas

1.2 Condiciones generales y legales:

1.2.1 Normativa vigente.

La instalación y puesta en marcha de la máquina, deberá de cumplir la normativa vigente que a continuación se especifica:

Reglamento de Seguridad de Máquinas, RD 1495/1986 del 26 de Mayo, dicho reglamento dicta las directrices para evitar los riesgos, por esto hace hincapié en aspectos como la homologación de la maquinaria, requisitos para la instalación, funcionamiento y mantenimiento.

En el citado reglamento se fijan unas normas de carácter general, que son completadas y desarrolladas por las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

Directiva 2006/42/CE. Seguridad de máquinas.

RD 1215/1997. Equipos de trabajo. Disposiciones mínimas de seguridad y salud.

RD 2200/1995. Reglamento de la infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

RD 1435/1992. Máquinas, componentes de seguridad. Marcado “CE”.

RD1644/2008. Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Ley 31/1995. Prevención de riesgos laborales.

RD 1338/1984. Medidas de seguridad en entidades y establecimientos públicos y privados.

ISO 9001. Sistema de gestión de calidad.

ISO 1400. Sistema de gestión medioambiental.

UNE EN 60204-1:2007 CORR: 2010. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas.

RD 485/1997. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

1.3 Garantías

La venta está regulada por el Código Civil, concretamente en el artículo 1484, 1485,1486, dichos artículos regulan la responsabilidad del vendedor.

Artículo 1484, el vendedor estará obligado al saneamiento por los defectos ocultos que tuviera la máquina vendida, si la hacen impropia para el uso a la que se destina, o si disminuyen de tal modo este uso que, de haberlos conocido el comprador, no la habría adquirido o habría pagado menos por ella; pero no será responsable de los defectos manifiestos o que estuvieran a la vista, ni tampoco de los que no lo estén, si el comprador es un perito que, por razón de su oficio o profesión, debía fácilmente conocerlos.

Artículo 1485, el vendedor responde del saneamiento por los defectos ocultos de la máquina vendida, aunque los ignorase. Esta disposición no regirá cuando se haya estipulado lo contrario, y el vendedor ignorará los defectos ocultos de lo vendido.

Artículo 1486, en los casos de los artículos anteriores, el comprador podrá optar entre desistir del contrato, abonándole los gastos que pagó, o rebajar una cantidad proporcional del precio, a juicio de peritos. Si el vendedor conocía los defectos ocultos de la máquina vendida y no los manifestó al comprador, tendrá éste la misma opción y además se le indemnizara de los daños y perjuicios.

1.3.1 Plazos de garantías

En la venta de maquinaria industrial a empresas, el Código Civil recoge que la garantía ha de ser de 2 años.

La reclamación por defectos ocultos de la maquinaria, según el Código Civil ha de efectuarse dentro del plazo de 6 meses desde la entrega de la máquina.

Las acciones que resultan de lo dispuesto en los artículos anteriores, se extinguirán a los seis meses, contados desde la entrega de la máquina vendida.

1.3.2 Control de calidades.

Antes de la venta, la máquina será montada en su totalidad y puesta en marcha para comprobar que todos los componentes comerciales y fabricados están en buenas condiciones, funcionan correctamente y se ajustan a las especificaciones del proyecto. Una vez hecha la comprobación se desmontará, se embalará debidamente y se instalará en la empresa que compre la máquina.

1.3.3 Uso de la máquina.

Todo usuario tiene derecho a consultar al fabricante sobre el funcionamiento del aparato, entendiéndose que el usuario es responsable de los daños que pudiesen derivarse por un mal uso del mismo, y/o por su mala conservación, falta de un mantenimiento normal.

1.3.4 Condiciones de seguridad.

Todo operario que en razón de su oficio haya de intervenir en la fabricación, tiene derecho a reclamar a la empresa todos aquellos elementos, que de acuerdo con la legislación vigente, garanticen su seguridad personal durante la preparación y ejecución de los trabajos que a él fueran encomendados. Es obligado por parte de la empresa realizadora del proyecto tener dichos elementos disponibles y facilitarlos en condiciones aptas para su uso. La empresa realizadora pondrá en conocimiento del personal que haya de intervenir en los procesos de fabricación, de los elementos de protección individual, exigiendo a los operarios de su empleo cuando estos no quieran usarlos.

Las empresas fabricantes de los componentes del proyecto se comprometerán a ejecutar la fabricación de todos ellos ajustándose a las disposiciones laborales vigentes, recayendo sobre ellas la responsabilidad de accidentes que pudieran ocurrir, si por negligencias, dejaran de cumplir las condiciones que en este pliego se especifica, así como si den de tomar cualquier clase de precaución que sea necesaria para la seguridad en el trabajo.

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los Técnicos titulados, las instalaciones podrán ser realizadas por personas físicas o jurídicas que acrediten cumplir las condiciones requeridas en cada Instrucción Técnica Complementaria para ejercer como instaladores autorizados, en todo caso, estar inscritos en el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, para lo cual cumplirá como mínimo, los siguientes requisitos.

Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen.

Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.

Responsabilizarse de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas reglamentarias de seguridad y que han sido efectuadas con resultado satisfactorio las pruebas y ensayos exigidos.

1.4 Pliego de condiciones técnicas y de ejecución.

El presente proyecto tiene por objeto la fabricación de un molde para prensado de baldosas cerámicas.

- Condiciones técnicas.

En este apartado se especifican los requisitos técnicos mínimos que han de cumplir los elementos y componentes que constituyen la máquina para facilitar su mantenimiento y conservación.

- Mantenimiento del sistema

La máquina deberá inspeccionarse visualmente por el operario, cada vez que haga una regulación para una nueva puesta a punto de la máquina, El programa de mantenimiento será el descrito en este proyecto, asegurándose de que la máquina esta lista para su uso. En el caso de realizar el mantenimiento de piezas comerciales, seguir las indicaciones especificadas por el fabricante.

Deberá de prestarse especial atención al funcionamiento de sensores, rodamientos críticos, cojinetes del mecanismo de roscado, estado de la cadena y nivelación de la cinta transportadora, así como posibles vibraciones internas o externas a la máquina que perjudiquen su funcionamiento normal.

- Especificaciones de materiales, máquinas y equipos.

El fabricante de la máquina o elementos comerciales de la máquina, a instalar, serán responsables de que al salir de fábrica cumplan las condiciones necesarias para el empleo previsto, así como el cumplimiento de las exigencias del Reglamento de Seguridad en Máquinas y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Dichas especificaciones se podrán probar por alguna de las formas siguientes:

Por autocertificación del fabricante.

Mediante certificado expedido por una Entidad colaboradora, después de realizar un previo control técnico sobre la máquina o elemento particular

La máquina, elementos de la máquina o sistemas de protección que, de acuerdo con la ITC correspondiente, quedan sometidas al requisito de homologación, la seguridad equivalente de las reglamentaciones de los demás Estados miembros de la Comunidad Económica Europea deberá ser acreditada conforme a lo dispuesto en el RD 105/1988, de 12 de febrero. El molde irá acompañado de las correspondientes instrucciones de montaje, uso y mantenimiento, así como de las medidas preventivas de accidente.

Todos los proveedores de componentes o piezas de la máquina darán una garantía de sus productos y un plazo de entrega de máximo 15 días, pudiendo la empresa promotora acortar los plazos de entrega de la máquina. Aun así, el contratista o promotor deberá de disponer de un stock de componentes y productos comerciales almacenados para una rápida ejecución del proyecto.

Los materiales utilizados en este proyecto serán de obligado cumplimiento siguiendo las especificaciones de fabricación de cada pieza con las dimensiones y acabados correspondientes detallados en la memoria descriptiva. En definitiva, todos los materiales utilizados en esta máquina cumplirán con la normativa de calidad y deberán ser certificados por las entidades pertinentes para asegurar la resistencia estructural y finalmente obtener el certificado CE del molde para prensado de baldosas cerámicas.

IV-PRESUPUESTO

2. Presupuesto

A continuación se detallaran los costes del proyecto, se desglosarán de forma diferenciada para facilitar su lectura.

MOLDE PARA BALDOSAS CERÁMICA						
Uds	Nº	DESCRIPCIÓN	COSTE	COSTE LINEA	TOTAL	PVP Uds
		Ingeniería de conjunto y documentación				
	1	Ingeniería de conjunto y manuales			13.687,50 €	13.687,50 €
Mt	20	Desplazamientos y mediciones	32,50 €	650,00 €		
hr	350	Ingeniería de desarrollo	32,50 €	11.375,00 €		
hr	1	Memoria técnica y certificación	850,00 €	850,00 €		
Ud	25	Manuales	32,50 €	812,50 €	13.687,50 €	13.687,50 €

PRESUPUESTO: Componentes comerciales.

Por Componentes Comerciales se definen todos aquellos materiales que la empresa debe de adquirir en el mercado y que posteriormente serán utilizadas en el montaje del molde. Son componentes comerciales: los husillos, guías, reenvíos, ejes, los fuelles de protección y algunos componentes varios. De los diferentes componentes comerciales se señala el nombre, código, la cantidad de unidades pedidas, su precio, el total de su adquisición, el proveedor y su localización en la máquina.

Equipos y materiales						
	Uds	Nº	DESCRIPCIÓN	COSTE	COSTE LINEA	TOTAL
P0118-01	1		Elementos comerciales		2.430,00 €	2.430,00 €
	1		Reenvio angular en L ZIMM KST-00	350,00 €	350,00 €	
	1		Motor 5,5 Kw 112-5.5B14B	755,00 €	755,00 €	
	1		Brida motor Z-35-MF-B+P-200	150,00 €	150,00 €	
	4		Husillo de elevación serie GSZ 25-S	235,00 €	940,00 €	
	4		Brida de sujecion BF para husillo	85,00 €	340,00 €	
	4		Liston de fijación de dentado en espiral GSZ-25-S (base soporte husillo)	27,00 €	108,00 €	
	2		Reenvio en T KSZ de dentado en espiral	32,50 €	65,00 €	
	4		Cubiertas para husillo KUZ-KK	139,25 €	557,00 €	
	4		Fuelle protección protección husillo	15,00 €	60,00 €	
	12		Acoplamiento de cubiertas partidas estrella de elastómero KUZ-KK	45,00 €	540,00 €	
	2		tapón lado libre del eje.	40,00 €	80,00 €	
	2		Eje de conexión VWZ 1000 mm + ACOPLAMIENTO DE CUBIERTAS	120,00 €	240,00 €	
	2		Eje de conexión VWZ 472 500 mm	60,00 €	120,00 €	
	2		Eje de conexión VWZ 472 100 mm+ ACOPLAMIENTO DE CUBIERTAS	45,00 €	90,00 €	
	4		Eje de guiado con 2 rebajes D=30mm	60,00 €	240,00 €	
	4		Set brida guia lineal Bosch Rexroth AG	45,00 €	180,00 €	
	4		Brida de anclaje Bosch Rexroth AG	27,00 €	108,00 €	
	2		Serie Poliuretano F-60X	32,50 €	65,00 €	
	1		Portes de proveedores	150,00 €	150,00 €	2.430,00 €
					2.430,00 €	2.430,00 €

PRESUPUESTO: Costes de fabricación y materia prima

Los costes de fabricación incluyen los materiales adquiridos que son adaptados, fabricados para el molde así como los trabajos necesarios para su utilización.

Son costes: la mecanización y acabado de piezas mediante torneado o fresado, la fabricación de ejes y mecanizados y el cuadro eléctrico.

Equipos y materiales						
	Uds	Nº	DESCRIPCIÓN	COSTE	COSTE LINEA	TOTAL
P0118-02	2		Fabricación de componentes		10.560,00 €	21.120,00 €
	20		Pilares mecanizados (Coste material)	30,00 €	600,00 €	
	1		Base salvabanco (Coste material)	1.000,00 €	1.000,00 €	
	1		Base expulsor (Coste material)	450,00 €	450,00 €	
	1		Base portacuchillas (Coste material)	380,00 €	380,00 €	
	2		Cuchilla lado largo(Coste material)	300,00 €	600,00 €	
	2		Cuchilla lado corto(Coste material)	300,00 €	600,00 €	
	1		Expulsor (Coste material)	40,00 €	40,00 €	
	1		Elementos de varios(herramientas, plaquitas,..)	150,00 €	150,00 €	
	220		Horas de fabricacion	27,00 €	5.940,00 €	
	20		Horas de oficina tecnica	32,50 €	650,00 €	
	1		Portes de proveedores	150,00 €	150,00 €	10.560,00 €
						21.120,00 €

Equipos y materiales						
P0118-02	2	Fabricación de componentes			10.560,00 €	21.120,00 €
	20	Pilares mecanizados (Coste material)	30,00 €	600,00 €		
	1	Base salvabanco (Coste material)	1.000,00 €	1.000,00 €		
	1	Base expulsor (Coste material)	450,00 €	450,00 €		
	1	Base portacuchillas (Coste material)	380,00 €	380,00 €		
	2	Cuchilla lado largo(Coste material)	300,00 €	600,00 €		
	2	Cuchilla lado corto(Coste material)	300,00 €	600,00 €		
	1	Expulsor (Coste material)	40,00 €	40,00 €		
	1	Elementos de varios(herramientas, plaquitas,...)	150,00 €	150,00 €		
	220	Horas de fabricación	27,00 €	5.940,00 €		
	20	Horas de oficina tecnica	32,50 €	650,00 €		
	1	Portes de proveedores	150,00 €	150,00 €	10.560,00 €	21.120,00 €
		C. eléctricos, automatización y elementos de campo				
P0118-05	1	Armario de control y potencia			1.820,86 €	1.820,86 €
	1	Armario Poliester	225,00 €	225,00 €		
	1	Placa de montaje metálica	45,00 €	45,00 €		
	1	Automata Omron CPL1	425,00 €	425,00 €		
	1	Variador MX-2 Omron	760,00 €	760,00 €		
	2	Sensor inductivo M12	7,50 €	15,00 €		
	2	Sensor digital termico	45,70 €	91,40 €		
	1	Pulsador de parada de emergencia	15,30 €	15,30 €		
	1	Contactador siemens 3RT2015-1BB42	35,30 €	35,30 €		
	1	Guardamotor 5,5Kw	16,50 €	16,50 €		
	1	Cabeza pulsador lum.led rasante rojo	4,76 €	4,76 €		
	1	Cabeza pulsador lum.led rasante blanca	35,30 €	35,30 €		
	1	Seccionador interruptor	50,00 €	50,00 €		
	1	Varios (punteros, carril DIN, cablecillo, Canaleta UNEX)	55,00 €	55,00 €		
	1	Sensor final de carrera	47,30 €	47,30 €	1.820,86 €	1.820,86 €
P0118-06	1	Programacion y manual de funcionamiento			750,00 €	750,00 €
	1	Programacion PLC	750,00 €	750,00 €	750,00 €	750,00 €
P0118-07	1	Esquemas electricos de instalación, visita a obra y direccón de obra			450,00 €	450,00 €
	1	Esquemas electricos de instalación,	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €

		Trabajos y servicios				
P0118-10	1	Montaje mecanico, desplazamientos y dietas			4.644,00 €	4.644,00 €
	66	horas desontaje de equipos existentes.	27,00 €	1.782,00 €		
	132	horas montaje de equipos existentes.	27,00 €	3.564,00 €		
	18	Dieta Media	30,00 €	540,00 €		
	1800	Kilometraje (2 desplazamientos ida y vuelta)	0,30 €	540,00 €	4.644,00 €	4.644,00 €
P0118-11	1	Instalacion electrica (Cableado, bandeja porta cables, tuberia electrica...etc)			3.700,00 €	3.700,00 €
	1	Instalacion electrica (Cableado, bandeja porta cables, tuberia electrica... etc)	3.700,00 €	3.700,00 €	3.700,00 €	3.700,00 €
P0118-12	1	Puesta en marcha mecanica			1.670,00 €	1.670,00 €
	22	Horas de personal de procesos	32,50 €	715,00 €		
	22	Horas de personal informatico	32,50 €	715,00 €		
	400	Desplazamientos	0,30 €	120,00 €		
	4	dieta media	30,00 €	120,00 €	1.670,00 €	1.670,00 €
P0118-13	1	Transporte de elementos a planta			450,00 €	450,00 €
	1	Transporte de elementos resto de equipos	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €
	Hr	Oficina Tecnica			TOTAL	50.722,36 €

Pos.	Uds	Descripcion	PVP Uds	PVP TOTAL	PVP PARTIDA
		<i>Ingenieria de conjunto y documentacion</i>			
00	1	Ingeniería de conjunto y manuales	19.553,57 €	19.553,57 €	19.553,57 €
		<i>Equipos y materiales</i>			
01	1	Elementos comerciales	3.471,43 €	3.471,43 €	
02	2	Fabricación de componentes	16.246,15 €	32.492,31 €	35.963,74 €
03	1	Desvio a 90 grados con cinta vertical (Actuación neumática)	0,00 €	0,00 €	
04	1	Transportador de rodillos sin mecanizar	0,00 €	0,00 €	0,00 €
		<i>Armarios electricos, programación, elementos de campo</i>			
05	1	Armario de control y potencia	2.985,02 €	2.985,02 €	
06	1	Programacion y manual de funcionamiento	1.229,51 €	1.229,51 €	
07	1	Esquemas electricos de instalación, visita a obra y dirección de obra	737,70 €	737,70 €	
08	1	Pruebas fat, sat y puesta en marcha	0,00 €	0,00 €	
09	1	Elementos de campo	0,00 €	0,00 €	4.952,23 €
		<i>Trabajos y servicios</i>			
10	1	Montaje mecanico, desplazamientos y dietas	7.613,11 €	7.613,11 €	
11	1	Instalacion electrica (Cableado, bandeja porta cables, tuberia electrica... etc)	6.065,57 €	6.065,57 €	
12	1	Puesta en marcha mecanica	2.737,70 €	2.737,70 €	
13	1	Transporte de elementos a planta	737,70 €	737,70 €	17.154,10 €
				TOTAL PROYECTO:	77.623,64 €

3. Planos

Tolerancias de fabricación.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al nominal (en mm)							
Designación	Descripción	0,51 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000
f	fina	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	
m	media	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grosera	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	muy grosera		± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

Tabla 22: Tolerancias generales para dimensiones lineales, excepto aristas matadas.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al nominal (en mm)		
Designación	Descripción	más de 0,5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6
f	fina	± 0,2	± 0,5	± 1
m	media			
c	grosera	± 0,4	± 1	± 2

Tabla 23: Tolerancias generales para dimensiones de aristas matadas.

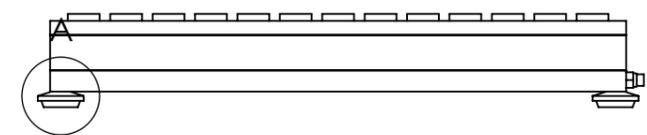
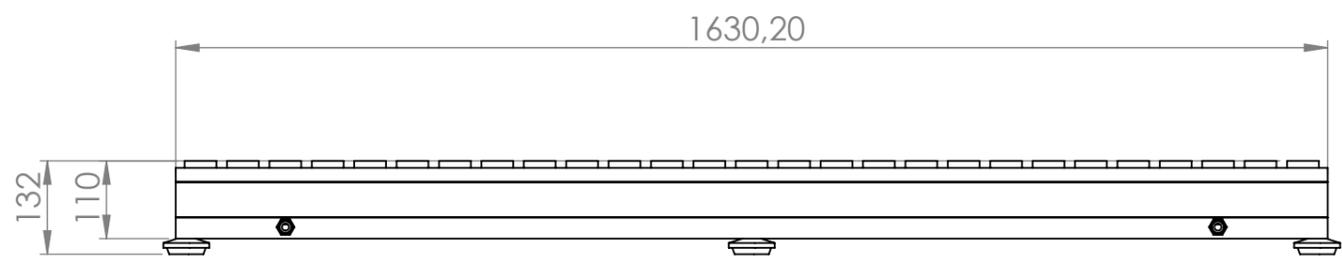
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles en función de la longitud del lado menor del ángulo considerado (en mm)				
Designación	Descripción	Hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400
f	fina	± 1°	± 0°30'	± 0°20'	± 0°10'	± 0°5'
m	media					
c	grosera	± 1°30'	± 1°	± 0°30'	± 0°15'	± 0°10'
v	muy grosera	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30'	± 0°20'

Tabla 24: Tolerancias generales para dimensiones angulares.

1 2 3 4 5 6 7 8

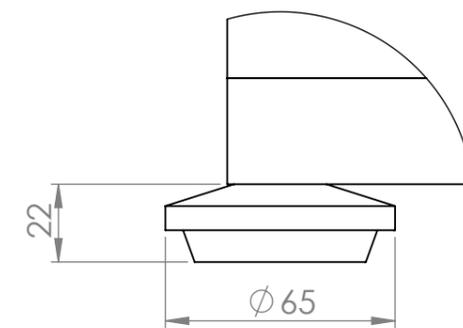
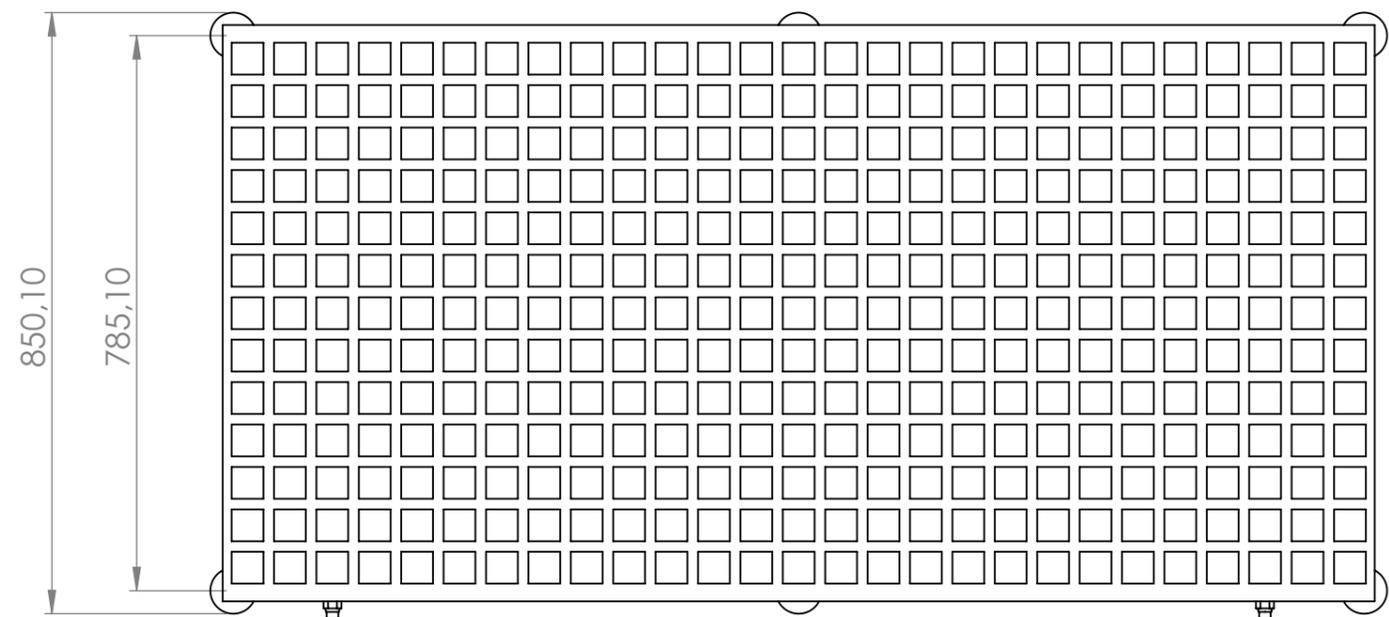
A

A



B

B



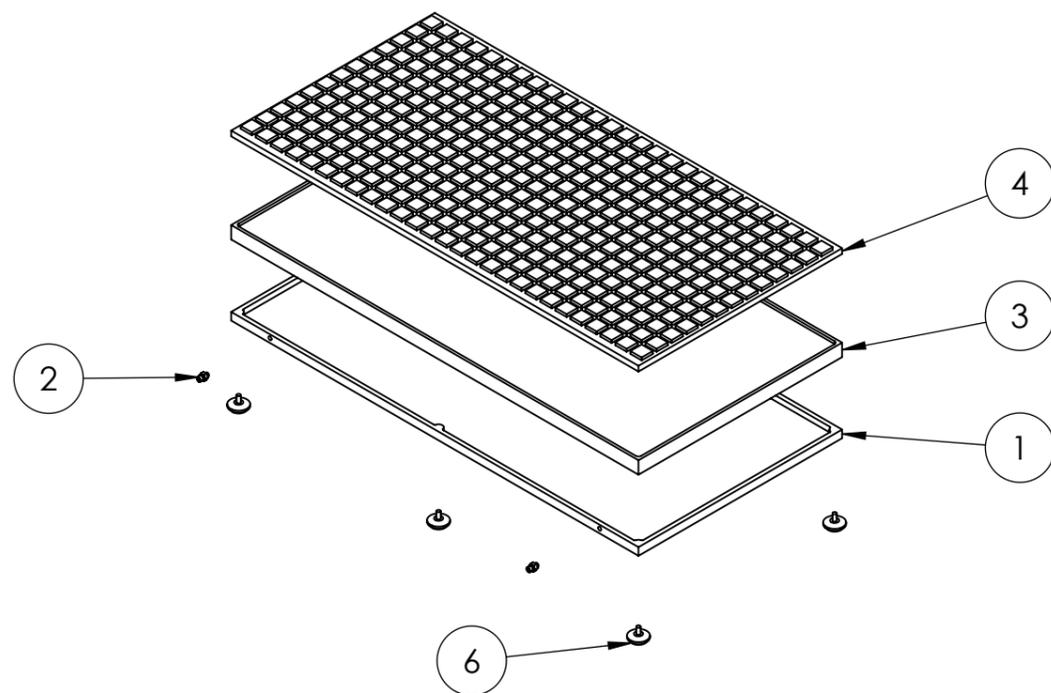
DETALLE A
ESCALA 1 : 2

C

C

D

D



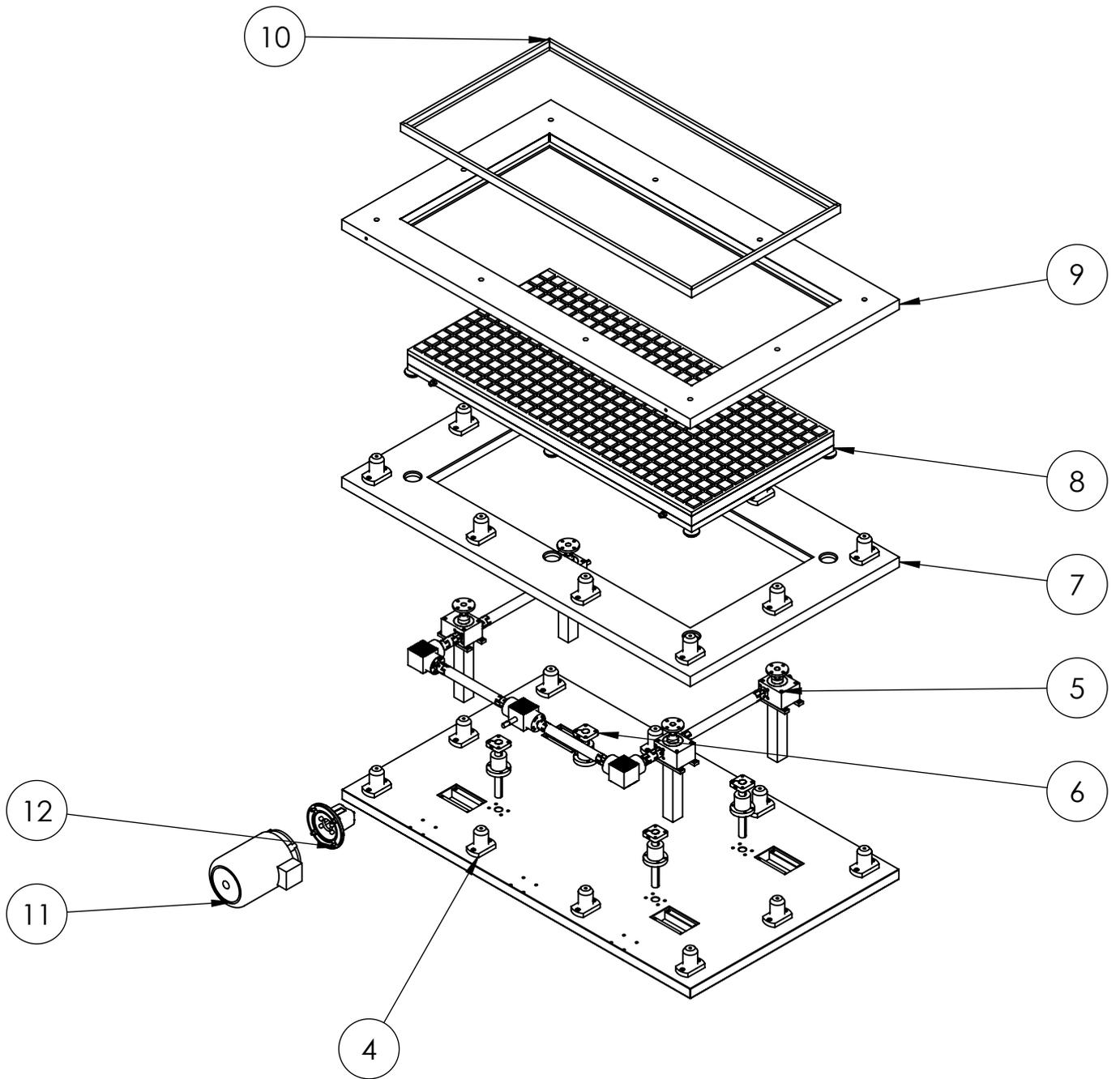
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	PM0218-01-000009	1
2	C3-01-018-01-000003	2
3	PM0218-01-000010	1
4	P0218-01-000001	1
5	aceite	1
6	C6-01-018-01-000003	6

ACABADO:	NOMBRE	TÍTULO:
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	NO CAMBIE LA ESCALA	
MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	AG0218-01-000005
PESO:	ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1
		A3

1 2 3 4

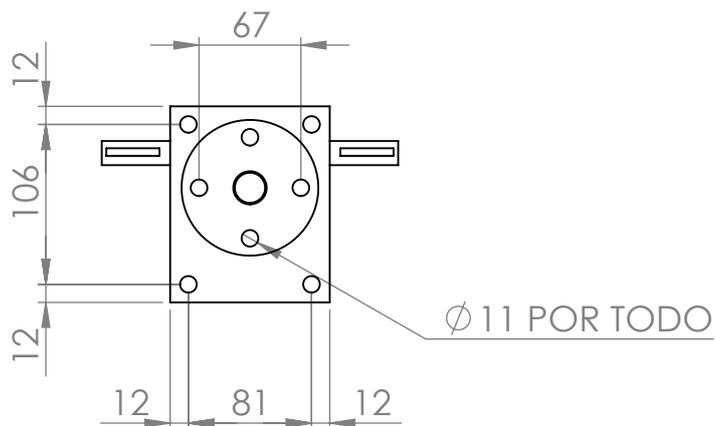
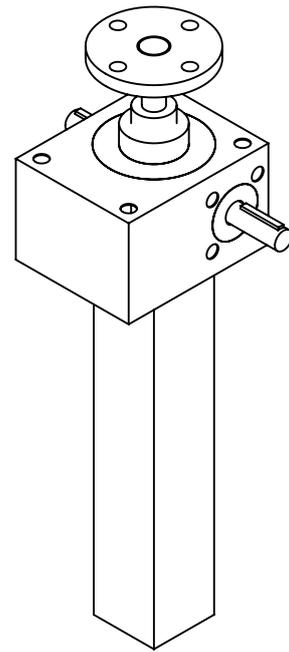
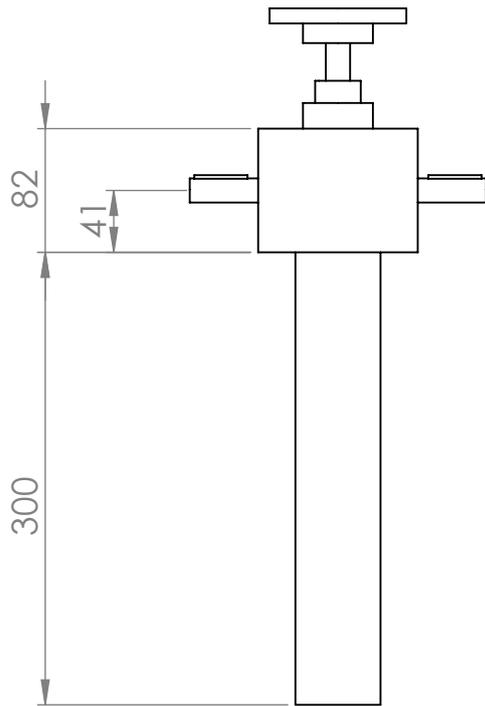
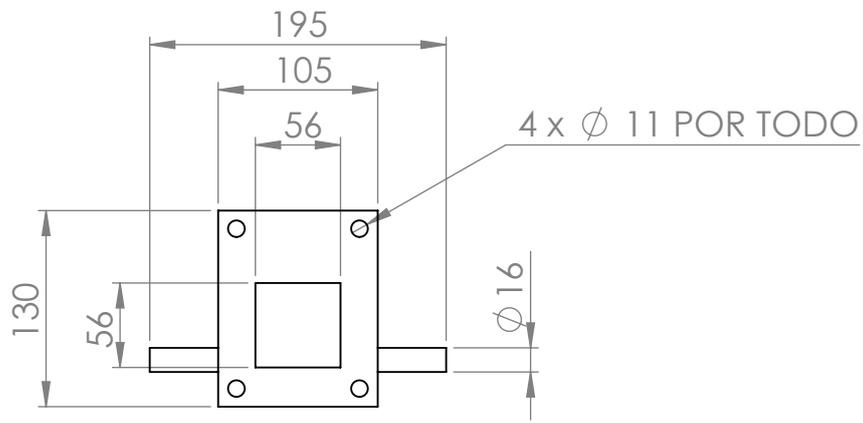
F

F



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
4	E0118-01-000002	1
5	AG0218-01-000001	1
6	E0118-01-000006	4
7	E0118-01-000003	1
8	AG0218-01-000005	1
9	PM0218-01-000003	1
10	PM0218-01-000011	1
11	C1-01-018-01-000005	1
12	Z-35-MF-B+P-200_B14	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	AUTOR: CARLES TARAZONA	TÍTULO: Pilar R30 longitud 105	A4
	MATERIAL: ACERO ANSI 1030	N.º DE DIBUJO: AG0218-01-000006	
ACABADO: IT 11	PESO:	ESCALA: 1:25	HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
ACABADO SUPERFICIAL:
TOLERANCIAS:
LINEAL:
ANGULAR:

AUTOR: CARLES TARAZONA

TÍTULO: Elevador de husillo serie GSZ 25kN SN+SL

MATERIAL:

ACERO ANSI 1030

N.º DE DIBUJO

C2-01-018-01-000001

A4

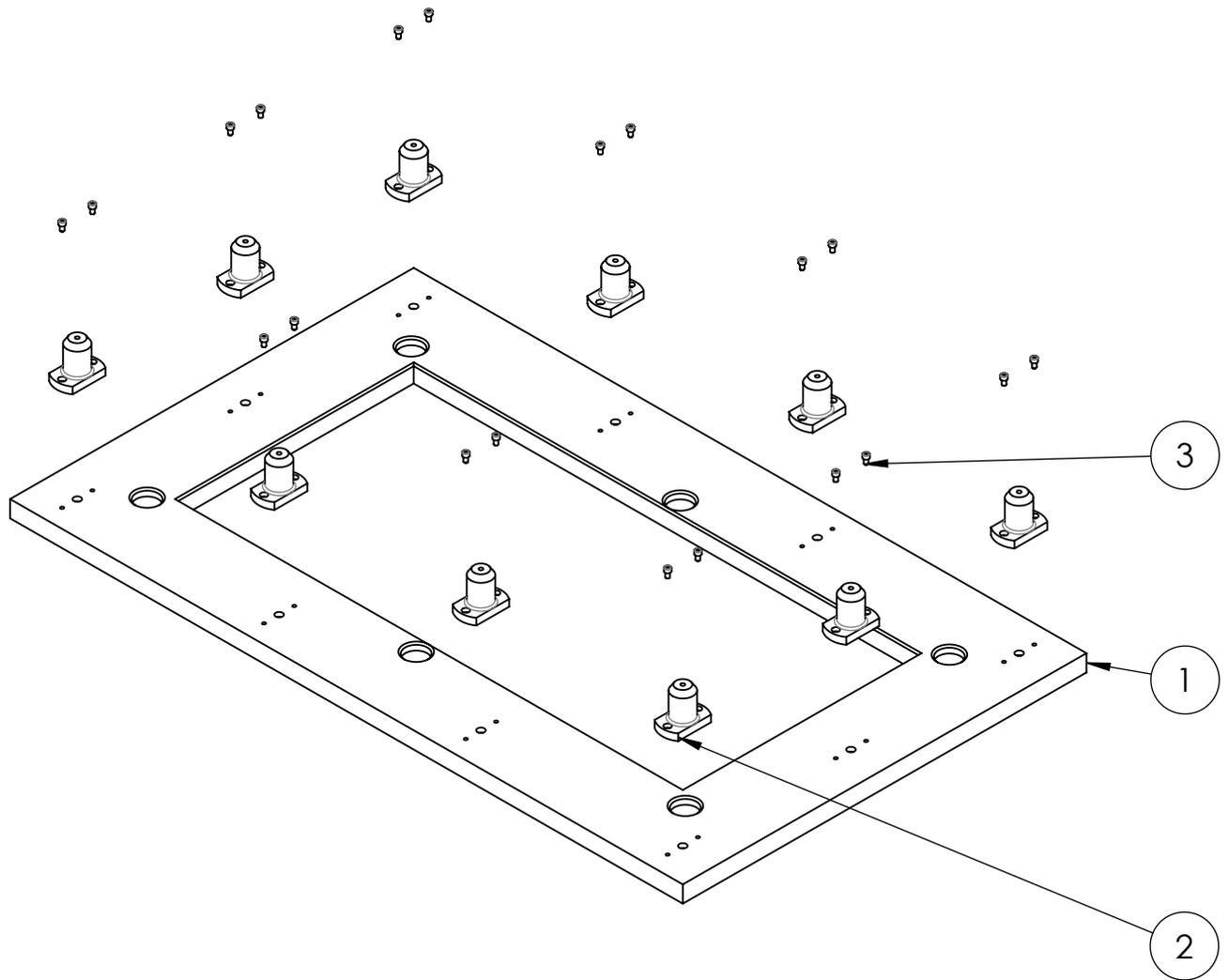
ACABADO:

IT 11

PESO:

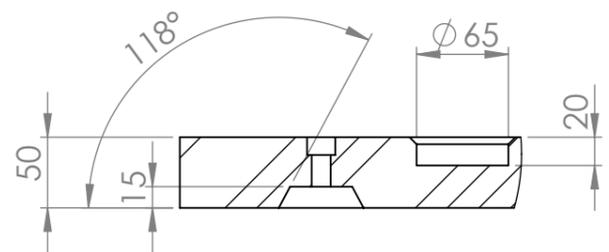
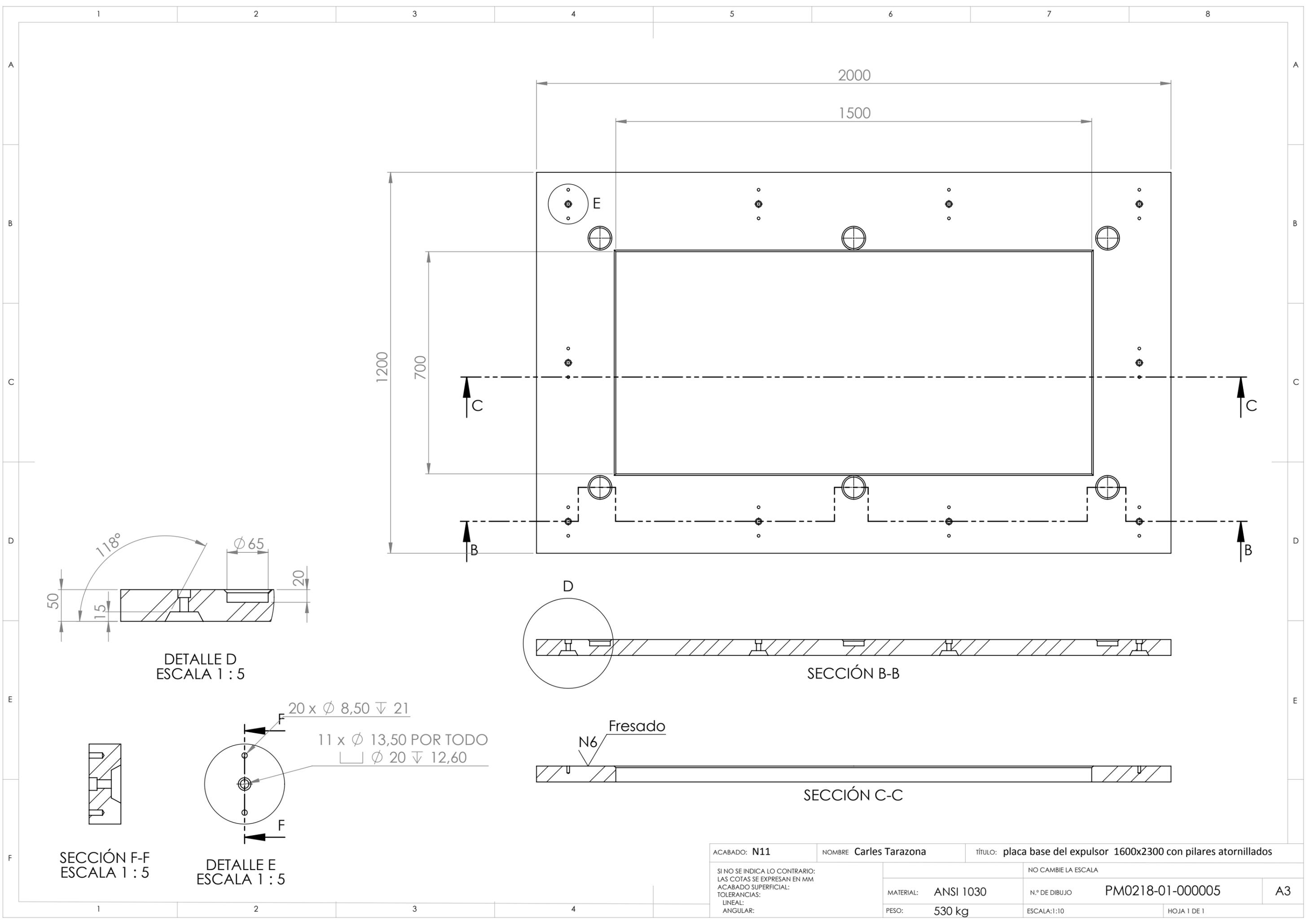
ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

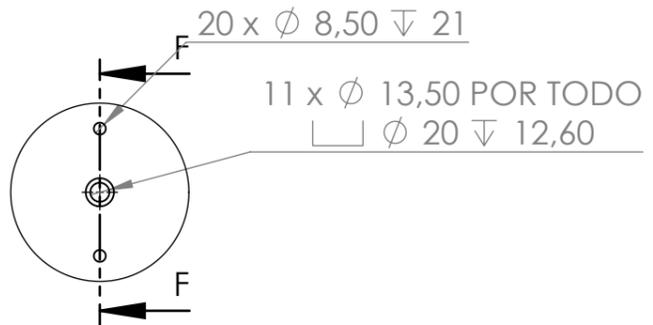


N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PM0218-01-000005		1
PM0218-01-000008		10
ISO 4762 M10 x 16 --- 16N		20

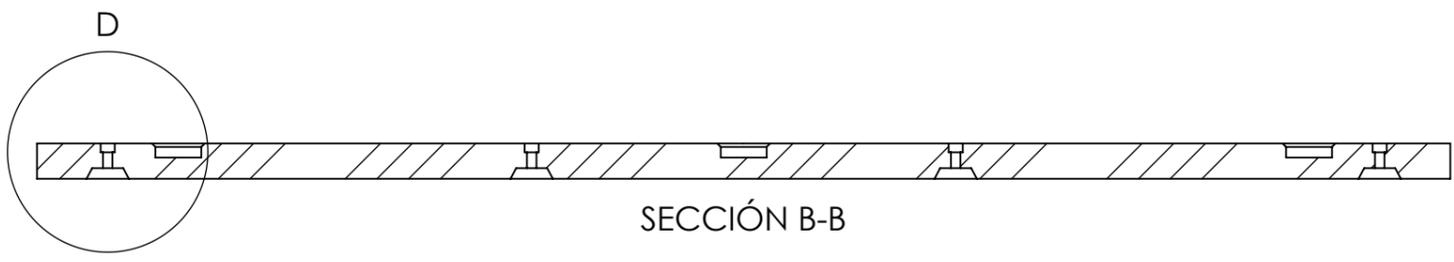
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	AUTOR: CARLES TARAZONA	TÍTULO: Placa base del expulsor 1600x2300 con pilares atornillados	
	MATERIAL: ACERO ANSI 1030	N.º DE DIBUJO: E0118-01-000003	A4
ACABADO: IT 11	PESO: 549 kg	ESCALA: 1:15	HOJA 1 DE 1



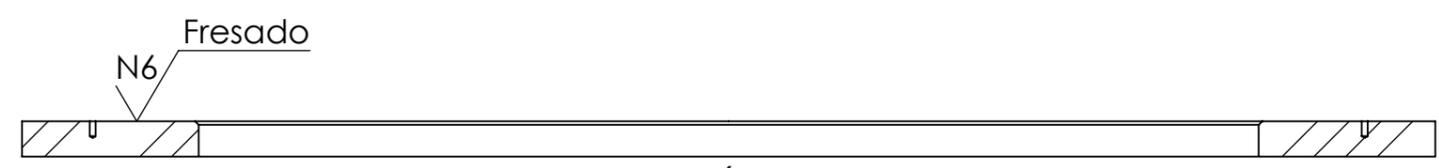
DETALLE D
ESCALA 1 : 5



DETALLE E
ESCALA 1 : 5



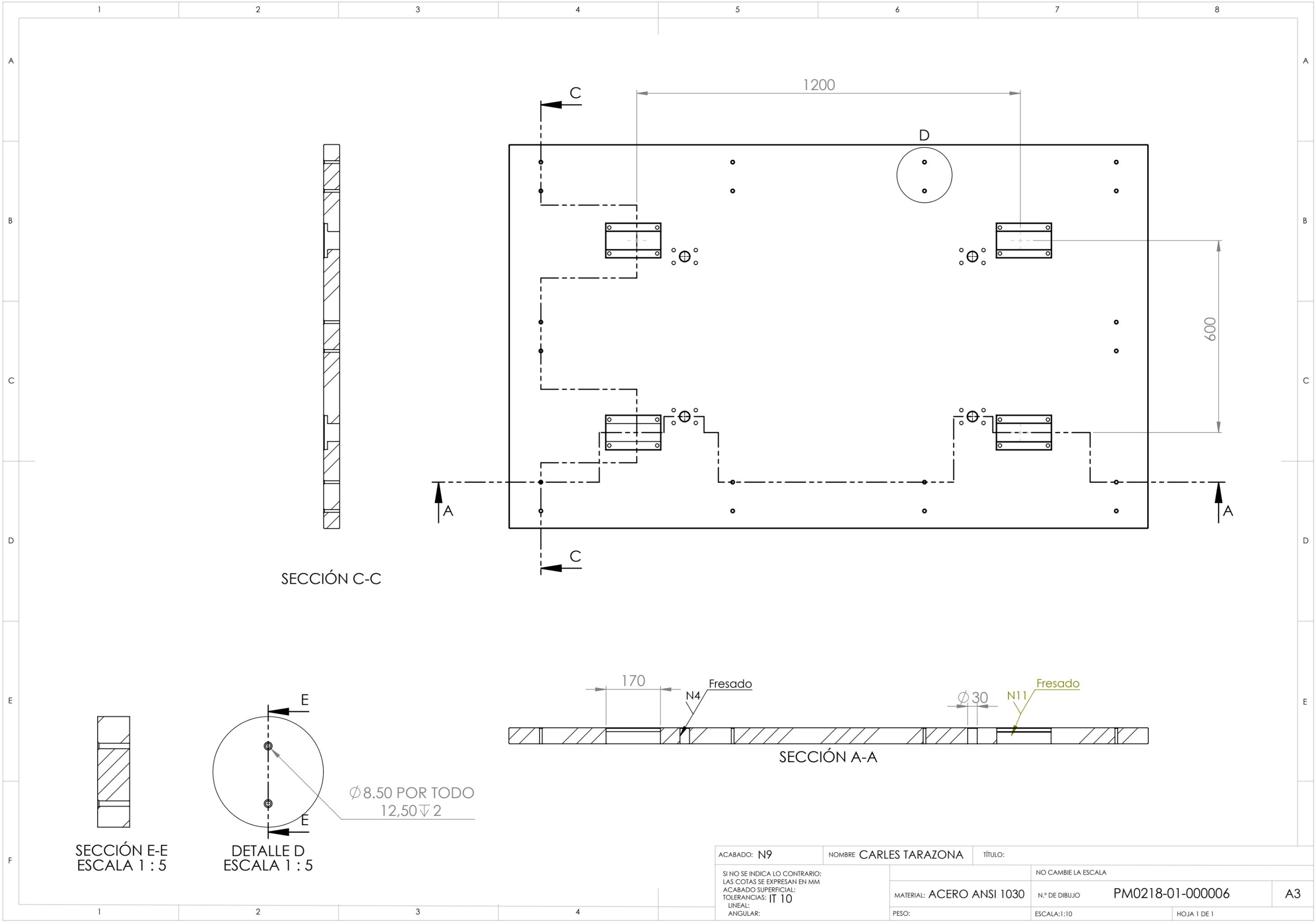
SECCIÓN B-B



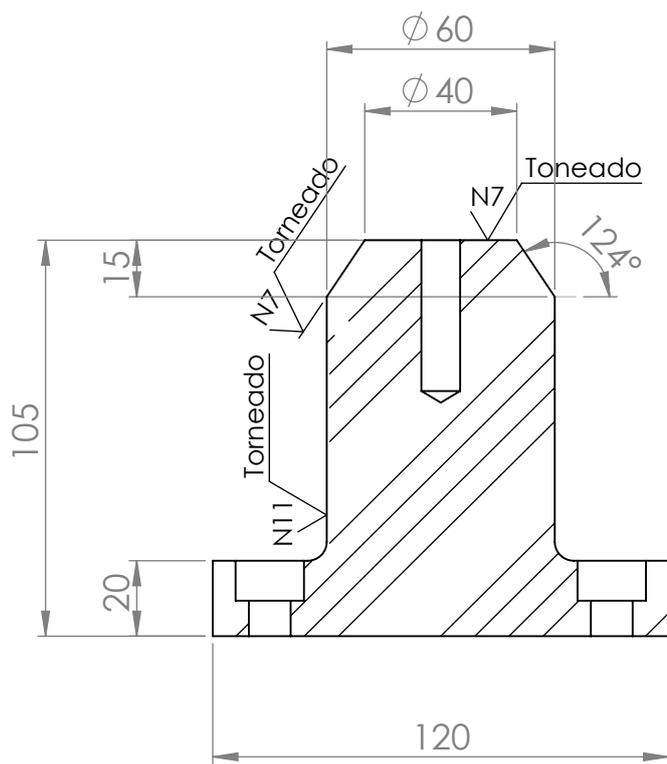
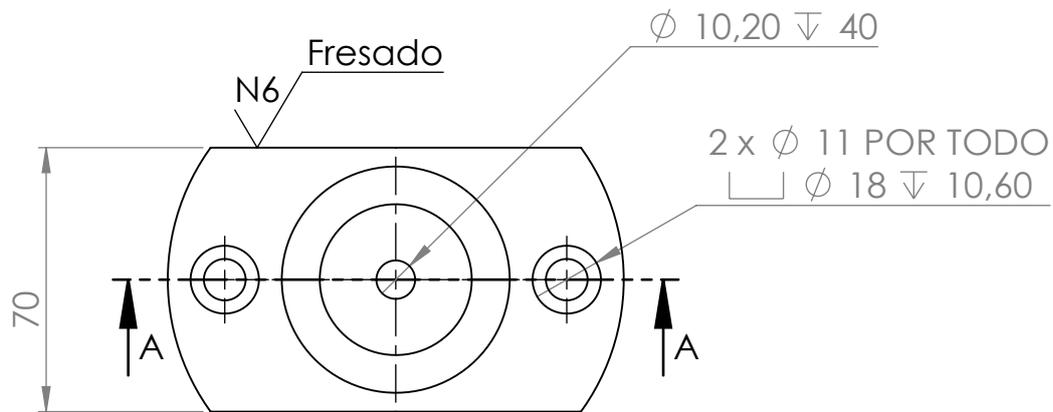
SECCIÓN C-C

SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 5

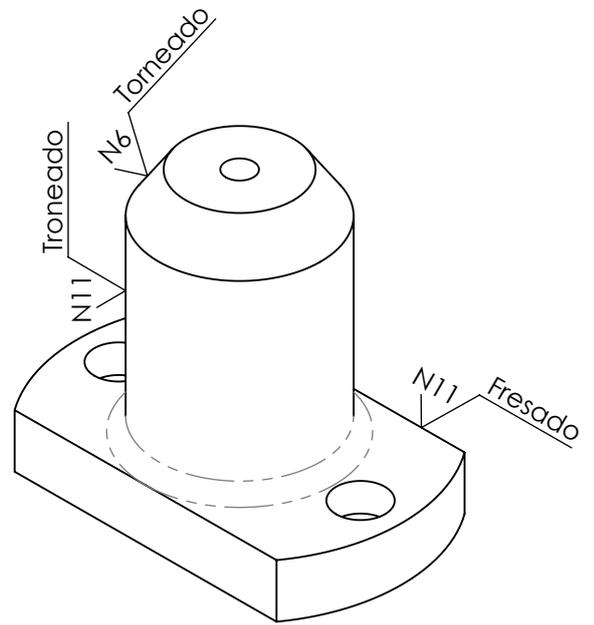
ACABADO: N11	NOMBRE Carles Tarazona	TÍTULO: placa base del expulsor 1600x2300 con pilares atornillados	
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		NO CAMBIE LA ESCALA	
MATERIAL: ANSI 1030	PESO: 530 kg	N.º DE DIBUJO PM0218-01-000005	A3
		ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1



ACABADO: N9	NOMBRE: CARLES TARAZONA	TÍTULO:
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: IT 10 LINEAL: ANGULAR:		
NO CAMBIE LA ESCALA		
MATERIAL: ACERO ANSI 1030	N.º DE DIBUJO: PM0218-01-000006	A3
PESO:	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1



SECCIÓN A-A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS: N11
 LINEAL:
 ANGULAR:

AUTOR: CARLES TARAZONA

TÍTULO:

Pilar R30 longitud 105

MATERIAL:

ACERO ANSI 1030

N.º DE DIBUJO

PM0218-01-000008

A4

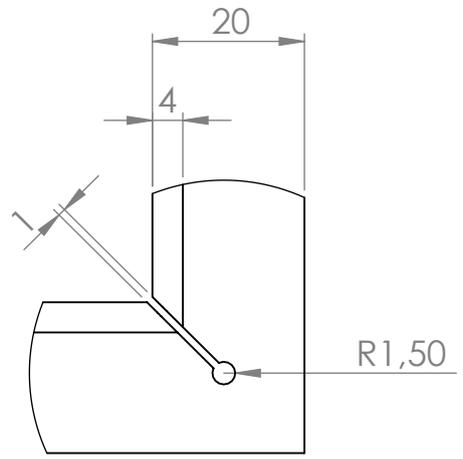
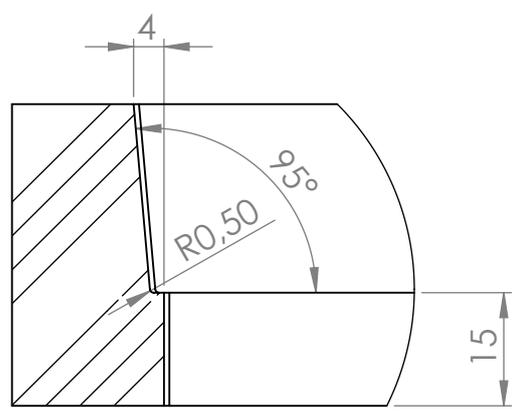
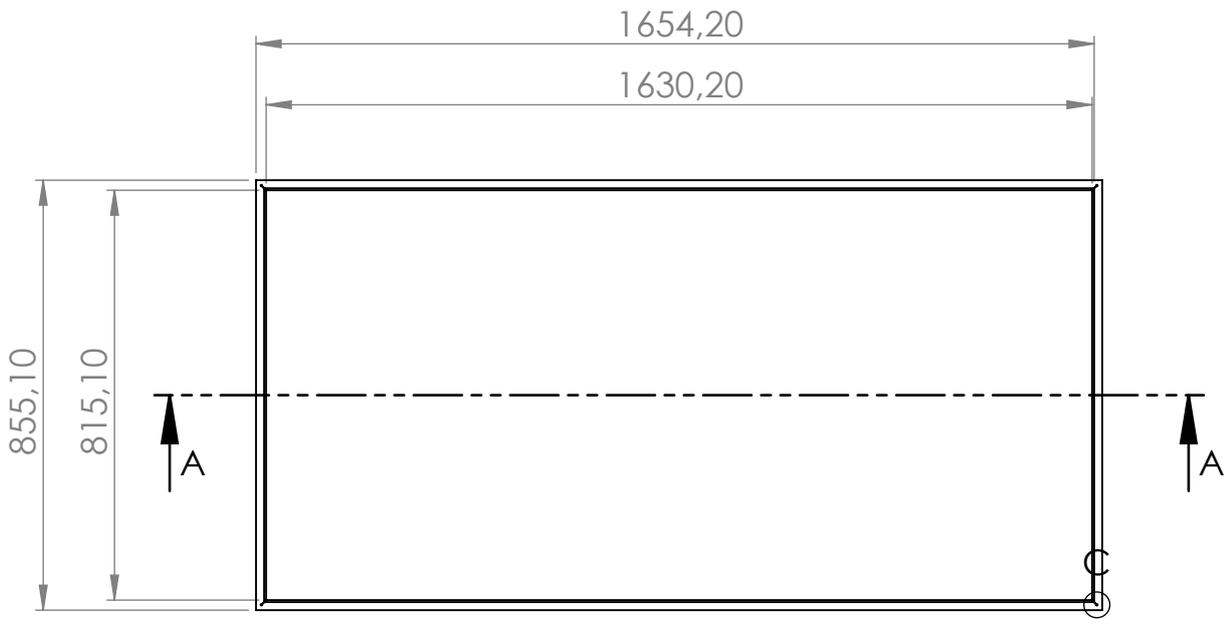
ACABADO:

IT 11

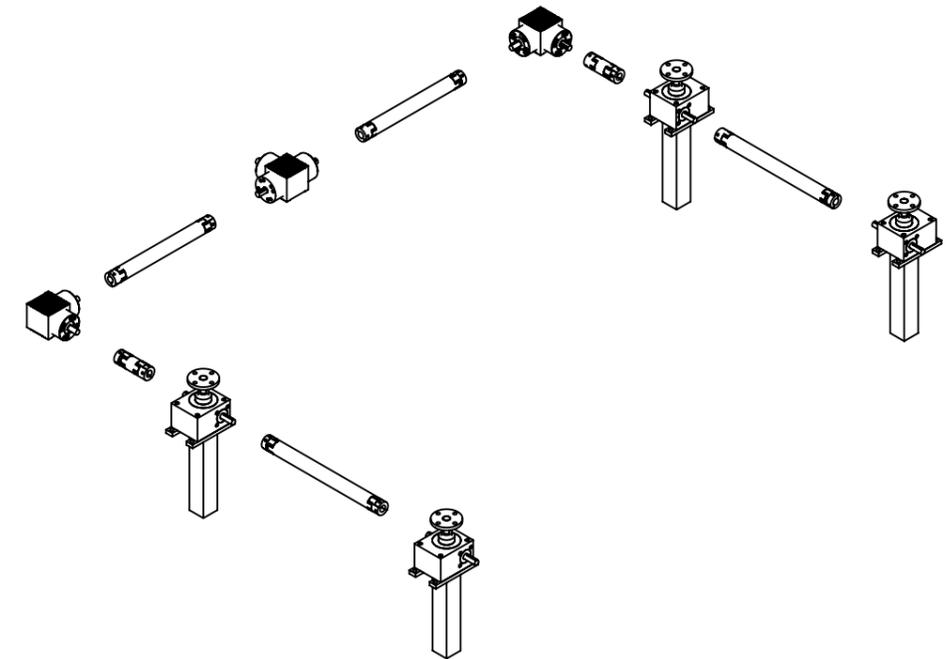
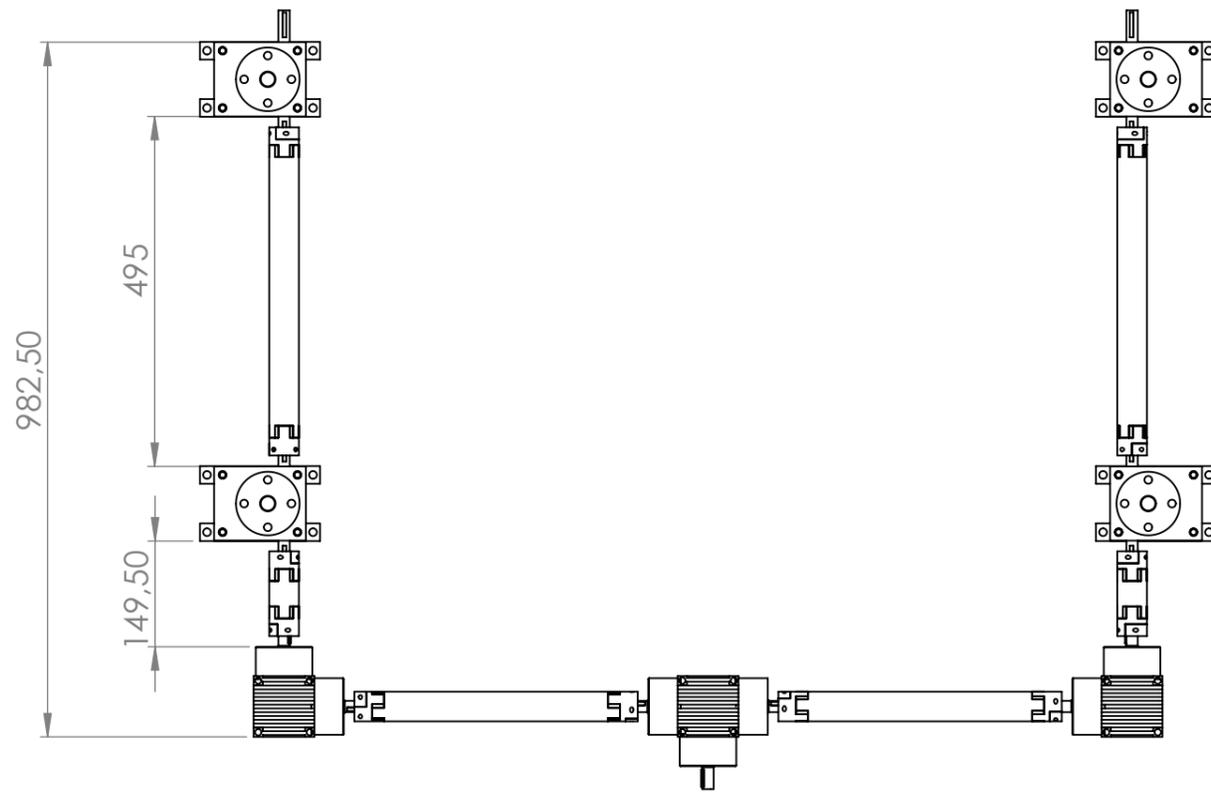
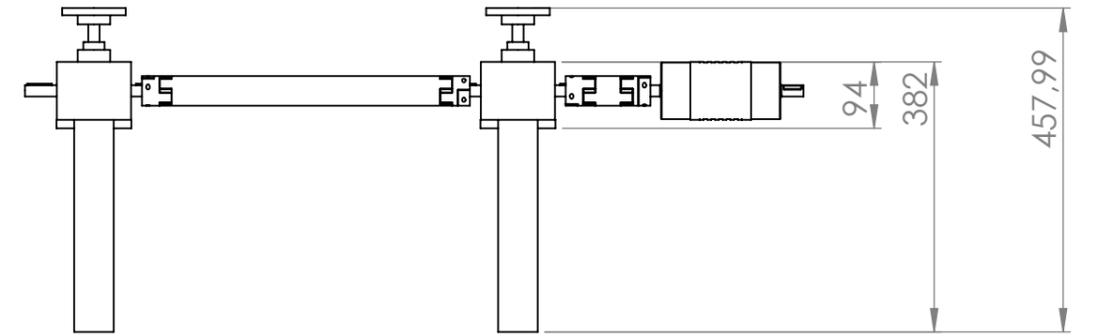
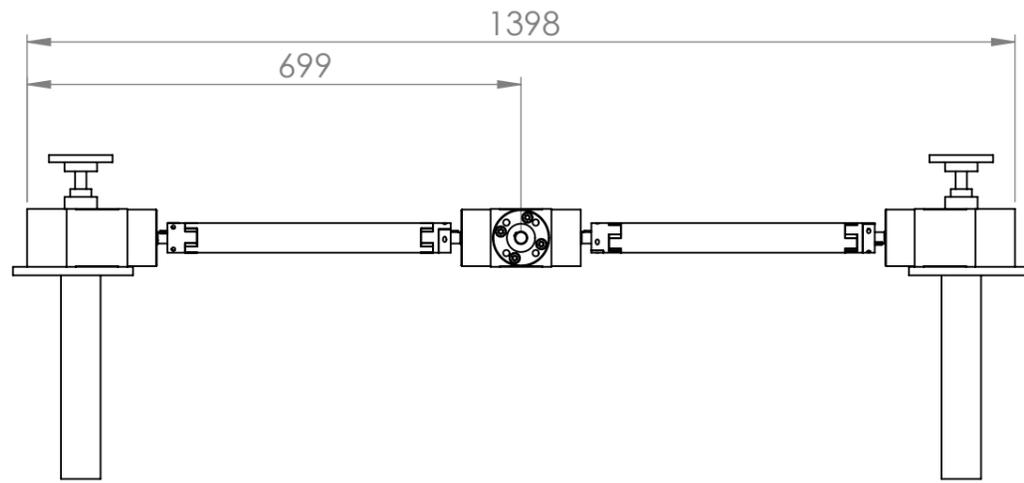
PESO: 2.9 kg

ESCALA: 1:2

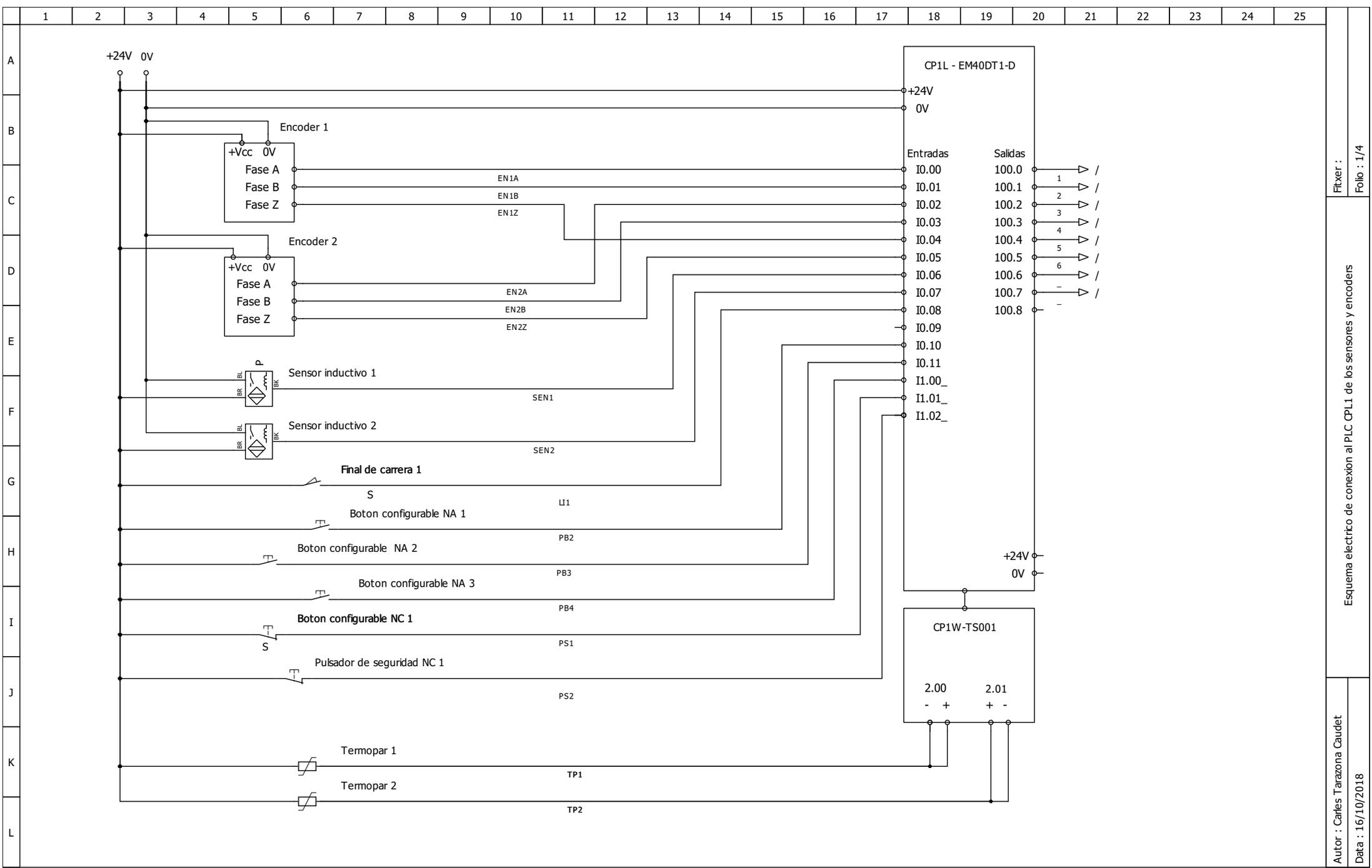
HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	AUTOR: CARLES TARAZONA	TÍTULO: Cuchillas proyectadas mediante HVOF	
	MATERIAL: ACERO ANSI 1030	N.º DE DIBUJO: PM0218-01-000011	A4
ACABADO: IT 6	PESO:	ESCALA: 1:15	HOJA 1 DE 1



ACABADO:	NOMBRE	TÍTULO:	
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		NO CAMBIE LA ESCALA	
	MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	AG0218-01-000001
	PESO:	ESCALA:1:10	A3
		HOJA 1 DE 1	



A

B

C

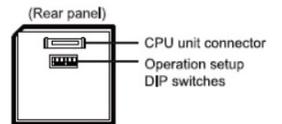
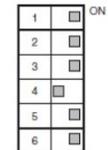
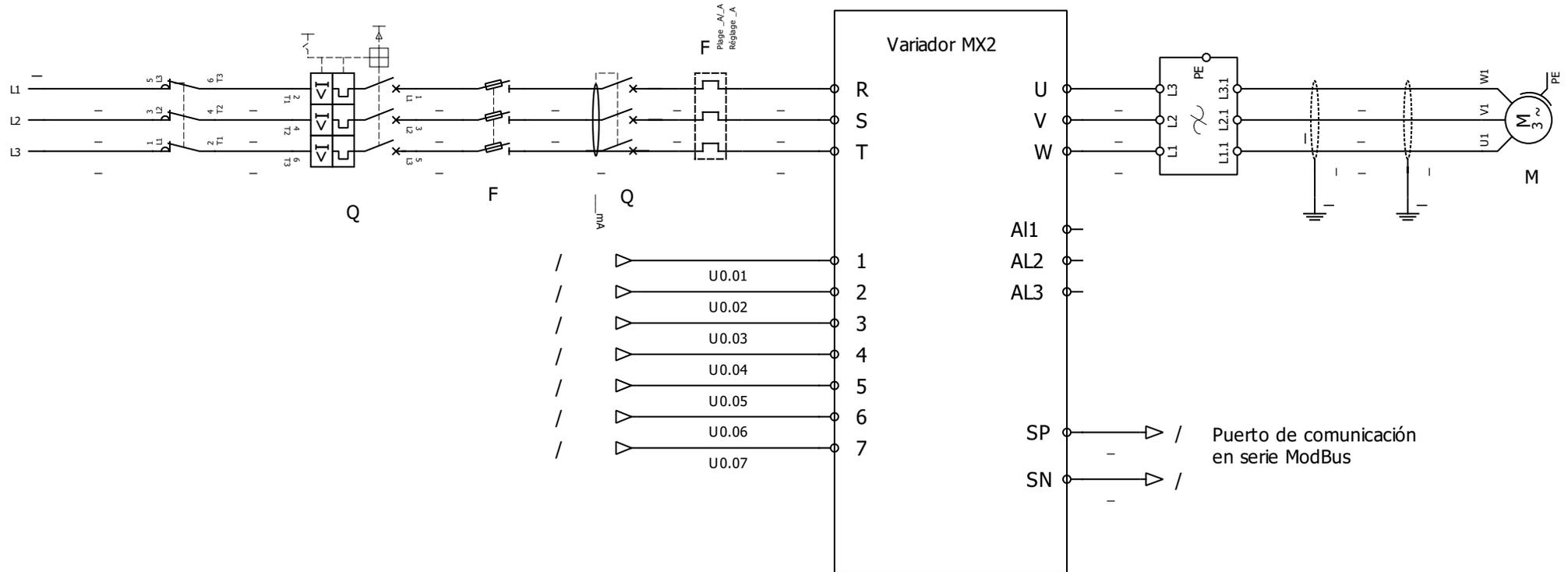
D

E

F

G

H



Autor :

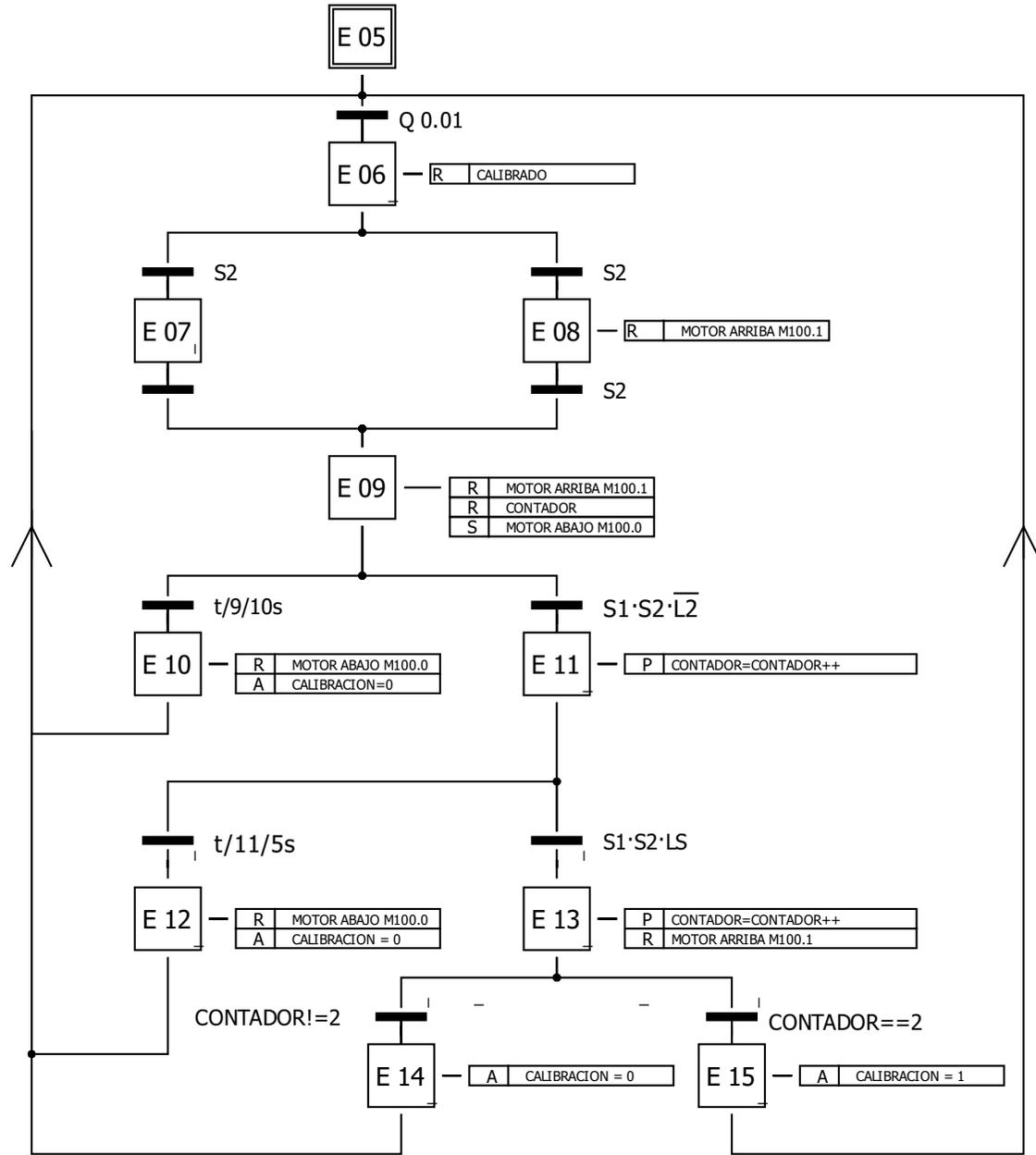
Data :

Esquema electrico de coexión entre el PLC y el variador

Fitxer :

Folio : 2/4

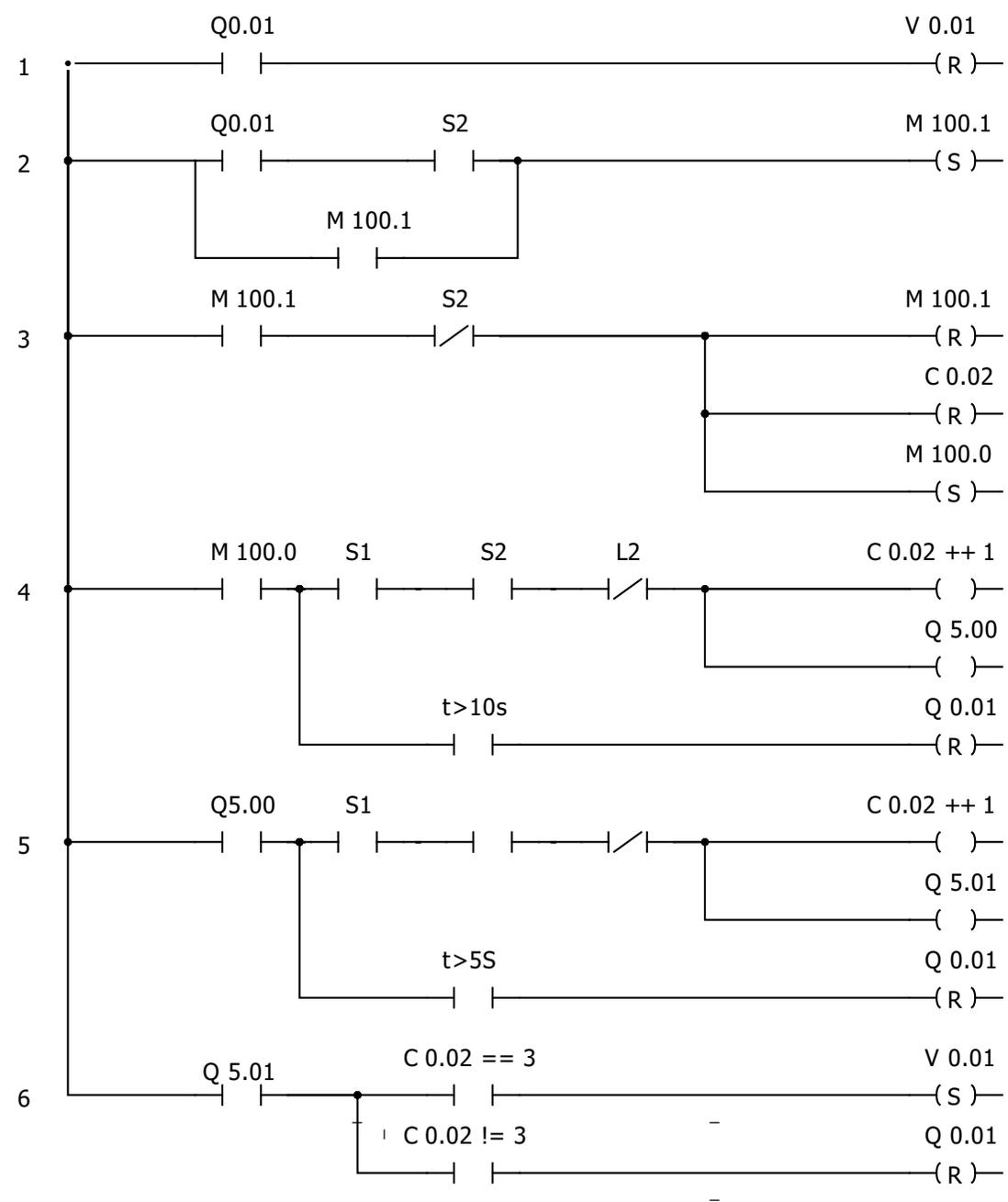
A
B
C
D
E
F
G
H



Autor :
Data :

Fitxer :
Folio : 3/4

A
B
C
D
E
F
G
H



Autor :
Data :

Ladder de calibración del movimieto del molde

Fitxer :
Folio : 4/4