

UNIVERSITAT JAUME I



ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

*“Diseño estructural y mecánico de una máquina para la
medición de la calidad de la impresión realizada por
impresoras de gran formato”*

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Tamara Peláez Coto

DIRECTOR

Víctor Roda Casanova

Castellón, julio de 2021

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mi tutor Víctor Roda Casanova el trabajo dedicado a todas las correcciones y recomendaciones realizadas, y sobre todo agradecer la enorme paciencia mantenida durante todo este proyecto.

También agradecer a Francisco Colomer Mendoza su ayuda y gran dedicación a la hora de resolver dudas independientemente del día que fuera.

A Miquel Fabra Gómez que, aunque ya no forme parte del claustro, me ayudó aconsejándome sobre cómo diseñar y realizar planos de una forma sencilla.

Por último, a mi familia y amigos que siempre han estado ahí dándome un incesante empujón para que consiguiera este último pequeño gran paso.

Presentación del proyecto

Con el significativo desarrollo que han adquirido los negocios online en la actualidad, el proceso de embalaje, conocido como *packaging*, ha cobrado una notable importancia, debido a que, hoy en día, se considera uno de los escaparates más visibles de muchas empresas. No importa si se trata de una mudanza, de envíos de productos o cualquier otra actividad que involucre el uso de sistemas de empaque como las cajas de cartón, cada vez más se utilizan diseños más atractivos para poder llegar a un mayor número de clientes.

La fuerte competencia en los mercados ha propiciado que el embalaje de los productos sea cada vez más importante, puesto que representa una manera interesante de llamar la atención de clientes potenciales. Generalmente, estos embalajes se fabrican con cartón corrugado, que es troquelado y prensado antes de ser decorado. Esta decoración se realiza habitualmente mediante prensas de inyección de tinta de una sola pasada (Single-Pass), que son capaces de producir impresiones a color sobre el cartón a una velocidad de hasta 75 metros lineales por minuto.

En la impresión realizada en cartón, una correcta evaluación del resultado impreso puede hacer que una empresa se desmarque del resto del mercado en cuanto a ciertos parámetros de calidad, tales como profundidad, nitidez y resolución de la imagen. Estos parámetros pueden verse afectados por diferentes factores, que pueden ser intrínsecos a la propia impresora o externos. Estos factores externos, en su mayoría, son procedentes de operaciones humanas tales como: errores en la actuación (procedimientos inexactos) o fallos cualitativos.

Mediante el diseño de esta máquina de medición de la calidad impresa, se pretende automatizar el método de evaluación de la calidad impresa, consiguiendo así reducir los tiempos de análisis, optimizar los recursos y reducir el coste asociado a los fallos de impresión.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

DOCUMENTO 2: ANEXOS

DOCUMENTO 3: PLANOS

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

1. MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1	Objeto	7
1.2	Alcance	7
1.3	Antecedentes.....	8
1.4	Normas y referencias.....	14
1.5	Definiciones y abreviaturas	15
1.6	Requisitos de diseño.....	16
1.7	Análisis de soluciones	17
1.8	Resultados finales.....	29
1.9	Planificación.....	43
1.10	Orden y prioridad entre los documentos	44

1.1 Objeto

El objeto de este proyecto es la realización del diseño mecánico de una máquina de medición para el análisis de la calidad de la impresión realizada en cartón corrugado. Se trata de diseñar una máquina que se incorpore a la línea de producción, que analice una muestra impresa de forma automatizada y que permita proporcionar unos datos exactos de la calidad de impresión de dicha muestra.

A modo de ejemplo, la ilustración 1 muestra el recorrido que realiza el cartón corrugado en un proceso de producción típico. El alimentador (ítem 1) provee del cartón necesario al sistema dependiendo de la demanda. Una vez el cartón sale del alimentador, pasa por el preparador de superficie (ítem 2) que aplica una capa de imprimación para que la tinta se adhiera mejor y obtener mejor calidad de impresión. El siguiente proceso, es su paso por la impresora (ítem 3), para que imprima sobre el cartón ya preparado, una imagen que previamente se habrá cargado en el sistema informático de la propia impresora. Para finalizar el proceso, el apilador (ítem 4) es el que se encargará de almacenar el cartón ya terminado y desviará las plantillas seleccionadas al banco de medición (ítem 5) para su análisis.

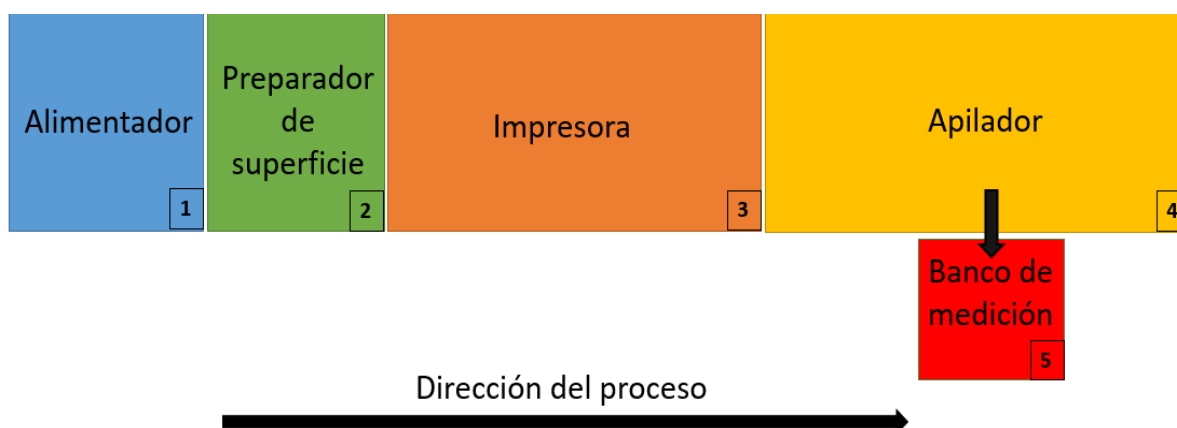


Ilustración 1 Esquema del proceso productivo

Por tanto, es objeto de este proyecto diseñar una máquina de medición de la calidad de impresión que, mediante su implantación, permita conseguir un proceso productivo más competitivo.

1.2 Alcance

El alcance de este proyecto es el diseño de una máquina de medición para el análisis de la calidad de la impresión. Se justificará desde la selección de alternativas hasta el desarrollo de los planos de fabricación, pasando por el dimensionamiento de los elementos estructurales y la selección de accionamientos y elementos comerciales.

Queda fuera del alcance del proyecto la automatización de la máquina y el diseño eléctrico de esta.

1.3 Antecedentes

El presente proyecto se realiza por petición de una importante empresa del sector especializada en la fabricación de impresoras *Inkjet* para la decoración de azulejos y cartón corrugado.

La calidad de impresión se define como la capacidad que tiene un dispositivo de representar los detalles de una imagen basados en unos parámetros de impresión que se han establecido previamente. Dichos parámetros de impresión son aquellos que influyen en el resultado impreso, tales como gama de color, voltaje de los cabezales, tamaños de gota, temperaturas de trabajo, etc.

El análisis de la calidad del proceso se realiza mediante la impresión de una plantilla que contiene los colores principales a comprobar y es un proceso que suele dividirse en dos partes:

- Primero, se realiza una inspección visual para evaluar si la imagen impresa de la plantilla (ilustración 2) corresponde a la muestra que se había definido en el programa de generación de contenido multimedia, es decir, tonalidades apropiadas.

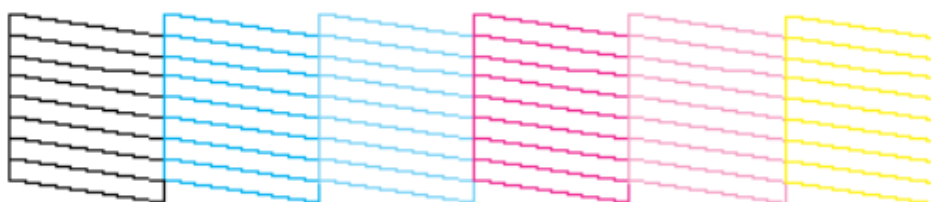


Ilustración 2 Plantilla estandarizada de impresión CMYK

- Para realizar un detalle más exhaustivo se realiza una segunda inspección mediante microscopía digital. En este análisis se evalúa la resolución y definición de la muestra, teniendo en cuenta la cantidad de píxeles por pulgada (dpi o ppp) que hay en la imagen (ilustración 3). Como se observa, un mayor número de píxeles equivale a una imagen con una mayor definición.

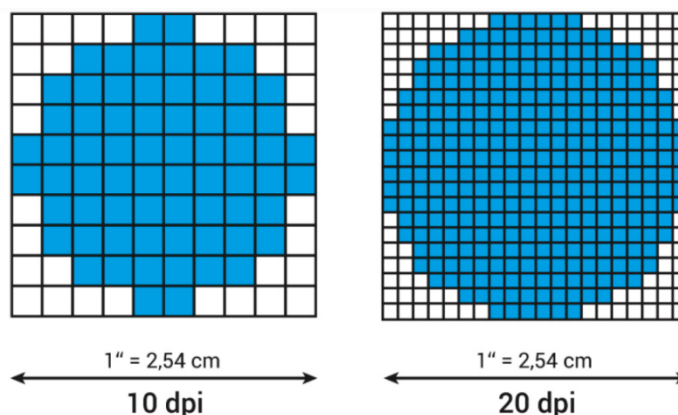


Ilustración 3 Diferencia cualitativa entre la cantidad de píxeles por pulgada

Actualmente, para realizar este proceso se coloca una muestra de cartón impreso en una mesa de oficina común y un operario cualificado toma medidas manualmente con un microscopio. Bajo su propio criterio, se consideran determinadas zonas de la muestra para analizar y realizar su valoración. Por tanto, la medición se ve afectada por el factor humano y las condiciones del entorno en las que se realice.

Si los resultados de la medición obtenidos son apropiados, antes de comenzar con grandes lotes de producción, se configuran y guardan los parámetros de impresión. En caso de que los resultados no fueran admisibles se deberán modificar dichos parámetros y repetir la impresión y su evaluación. Debido a que el actual proceso de medición de la calidad impresa consta de varios factores limitantes, y a que no se dispone de maquinaria apropiada para realizar dicho proceso, surge la idea de desarrollar este proyecto.

El proyecto se basa en el diseño de una máquina que realizará una inspección de diferentes muestras impresas en cartón corrugado de forma totalmente automatizada. Dicha máquina está formada por varios sistemas que llevarán a cabo diferentes funciones como, movimiento del conjunto, función estructural, retención del sustrato o análisis de la muestra impresa.

Para poder realizar un análisis preciso, se procede a comprobar si existe una máquina comercial que pueda adaptarse a las funciones anteriormente descritas. En concreto, se revisan los posibles modos de sujeción del cartón a la mesa y la posible incorporación de métodos de inspección microscópica.

1.3.1 Centros de trabajo con mesa de vacío

Estas máquinas son muy comunes para el trabajo de la madera, metales no ferrosos, plásticos y textiles. Sujetan la pieza a la mesa de trabajo mediante una diferencia de presiones que realiza el proceso de vacío y esto permite su mecanizado de una forma estática. Tienen una gran variedad de herramientas acoplables, por lo que pueden realizar diversas operaciones de mecanizado o corte.

Como se observa en la ilustración 4, tanto los centros de trabajo como los equipos de corte por láser se conforman de una estructura portante, un generador de vacío y un pórtico superior que incorpora la herramienta de trabajo.



Ilustración 4 Centro de mecanizado Morbidelli N100 (izquierda) y cortadora láser Eastman C25 (derecha)

En los centros de trabajo, adicionalmente, se suelen requerir topes mecánicos para la correcta sujeción de la pieza a mecanizar. Estos útiles tales como, ventosas de diferentes tipos, bloques o cordones obturadores, se colocan a lo largo de la geometría de la pieza y facilitan su posicionamiento impidiendo así un posible desplazamiento de la pieza a mecanizar. También pueden incluir varios rodillos de presión para piezas pequeñas o de difícil sujeción.

Por otro lado, las cortadoras mediante sistema láser para materiales compuestos no ferrosos, están dotadas de una banda accionada por un motor que permite el desplazamiento del elemento a cortar en la dirección del proceso, y a su vez, crean un vacío que impide así su desplazamiento en el eje transversal.

Son máquinas muy versátiles que pueden utilizarse en múltiples aplicaciones, pero por el contrario tienen un coste elevado que puede dificultar su adquisición en determinados sectores.

1.3.2 Pórtico de mesa móvil

En este tipo de sistemas, las máquinas están formadas por una mesa de trabajo móvil, un banco, montantes y travesaños. En este tipo de máquinas, el desplazamiento longitudinal lo realiza la pieza sobre la mesa, mientras que los desplazamientos transversales y verticales los realiza el cabezal que incorpora la herramienta.

Como se observa en la ilustración 5, su diseño suele realizarse mediante perfiles modulares, los cuales otorgan versatilidad al sistema. Dependiendo de las necesidades de trabajo, las dimensiones de los elementos que conforman la máquina podrían variar y permitiría trabajar con piezas de distintos tamaños.



Ilustración 5 Máquina de grabado Vevor 3018

Este tipo de configuración permite variar la posición relativa entre la pieza y la herramienta en los 3 ejes cartesianos, de modo que, dependiendo en qué parte de la máquina esté colocada la herramienta, tendrá una posibilidad de movimiento u otra.

Usualmente, esta configuración también se utiliza para el desarrollo de grandes centros de fresado controlados mediante el control numérico computerizado (CNC - *Computer Numerical Control*).

1.3.3 Pórtico de cabezal móvil

En este caso, el sistema consta de una mesa fija, una estructura móvil tipo puente y un mecanismo portaherramientas.

En la ilustración 6 se observa que la fresadora realiza un desplazamiento a lo largo del eje Y, que a su vez se desplaza verticalmente en el eje Z para acceder a la pieza a mecanizar. Ambos mecanismos están situados sobre dos perfiles fijos paralelos al eje X y se desplazan longitudinalmente a través de este.



Ilustración 6 Fresadora cabeza móvil X-Carve Pro CNC

Son comúnmente utilizadas para el desarrollo prensas hidráulicas, fresadoras o tornos controlados mediante sistemas de control numérico computerizado (CNC - *Computer Numerical Control*) y las máquinas de medición por coordenadas (MMC - *Coordinate Measure Machine*).

1.3.4 Principales características y conclusiones de las máquinas descritas

A continuación se muestra una tabla descriptiva (tabla 1) que detalla las principales características de las máquinas descritas:

	Morbidelli N100	Vevor 3018	X-Carve Pro
Velocidad lineal de ejes paralelos al suelo	Eje X = 35 m/min Eje Y = 35 m/min	Eje X \approx 2 m/min Eje Y \approx 2 m/min	Eje X = 8 m/min Eje Y = 8 m/min
Tolerancia de posicionamiento	\approx 0,002 mm	0,08 - 1 mm	0,075 - 0,13 mm
Retención del sustrato mediante	Soplante	Ustillaje adicional	Ustillaje adicional
	Bomba de vacío		
Tamaño admisible	2.552 x 4.565 mm	300 x 200 mm	800 x 800 mm
Coste	> 115.000 €	130 - 240 €	7.000 - 10.000 €
Potencia	15 kW	0,5 kW	1 kW
Motor	Trifásico 21 CV	PaP NEMA-23	PaP NEMA-23
Velocidad máxima del motor	Hasta 24.000 rpm	Hasta 10.000 rpm	Hasta 24.000 rpm

Tabla 1 Descripción de las principales características de las máquinas descritas.

Como se observa, existen varias alternativas que podrían ajustarse a algunas de las especificaciones demandadas. Mediante la comparativa de las características principales y en base a los requisitos de diseño establecidos, se realiza una valoración acerca de la conveniencia de las posibles alternativas planteadas.

De esta valoración se obtienen las siguientes conclusiones:

- En lo referente a los centros de trabajo con mesa de vacío, existen varias configuraciones de máquina posibles. Una de las configuraciones más común está formada por una mesa de vacío y una banda accionada por uno o varios motores. Estos motores accionan la banda y permiten el desplazamiento del elemento a cortar en la dirección del proceso. Mediante el sistema de vacío, el material queda inmovilizado sobre la banda de forma uniforme.

Otra posible alternativa consiste en una mesa fija compuesta por un panel de vacío que permite posicionar y mecanizar la pieza a tratar. Estas, suelen requerir útiles de fijación adicionales y son comúnmente utilizadas para materiales como la madera o láminas metálicas.

En el caso que concierne al proyecto, para realizar la inspección en una muestra no es necesario el desplazamiento de la pieza ya que se van a analizar muestras aisladas de cada lote de impresión y dichas muestras se colocarán en

el banco de medición manualmente. Debido a que las mesas con panel de vacío requieren útiles de fijación, no serían adecuadas para esta aplicación, ya que no permitirían una fijación uniforme del cartón.

Dependiendo del tipo de material, sus dimensiones y la diferencia de presión aplicada, estos centros de trabajo pueden llegar a conseguir inmovilizar piezas de hasta 12 m², lo cual superaría los requisitos dimensionales establecidos. Acorde a las dimensiones de las muestras a analizar establecidas en los requisitos de diseño del proyecto (1,6 m x 1,4 m), el coste de una máquina de estas características es superior a los 115.000€ (precio orientativo). Por otro lado, este tipo de centros de trabajo están diseñados para poder realizar diversas funciones (corte, taladrado, fresado, etc.) en la misma máquina. Estas funciones no son requeridas para este proceso y repercuten en un elevado coste de adquisición del equipo. Se observa, por tanto, que no cumple los criterios económicos establecidos en los requisitos de diseño.

- Las estructuras de pórtico de cabezal móvil, requieren de diversos útiles de ajuste para la sujeción del material. Este paso incrementaría los tiempos de análisis (superando los 5 minutos requeridos), ya que dichos útiles deberían ajustarse cada vez que se cambie la muestra. Además, a la hora de ajustar los útiles de sujeción de la muestra podrían deformarla o provocarle algún daño. En este caso, se observa que no cumpliría con el requisito de diseño del tiempo máximo de análisis y no permitiría el desarrollo de un sistema totalmente automatizado.
- Por último, los sistemas de mesa móvil también requieren útiles de fijación para el correcto posicionamiento de la muestra y además el movimiento de la mesa podría perjudicar la precisión del análisis, ya que debido al bajo peso del cartón, se podrían provocar desplazamientos relativos entre la mesa y la muestra a analizar distorsionando la captura de imágenes. Estos desplazamientos podrían afectar a la calidad de la imagen capturada y al ser necesaria la sujeción de la pieza mediante útiles de ajuste también superaría el tiempo de análisis establecido.

Además, teniendo en cuenta que la máquina debe evaluar gotas impresas en cartón, se puede observar que la precisión de posicionamiento de los modelos Vevor 3018 y X-Carve Pro es baja para este propósito.

En resumen, ninguna de las alternativas planteadas cumple con todos los requisitos previamente establecidos, por tanto, se decide plantear una solución propia que incluya algunas de las características favorables de las alternativas citadas y consiga abarcar todos los requisitos de diseño señalados.

1.4 Normas y referencias

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

El proyecto deberá cumplir la siguiente normativa:

- UNE 157001-2014 – Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico
- Real Decreto 1215/1997 – Equipos de trabajo. Disposiciones mínimas de seguridad y salud
- Real Decreto 1644/2008 – Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 1435/1992 – Máquinas, componentes de seguridad. Marcado “CE”
- Real Decreto 773/1997 – Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- Real Decreto 39/1997 – Reglamento de los Servicios de Prevención
- Ley 31/1995 – Prevención de Riesgos Laborales

1.4.2 Programas de cálculo y diseño

Para el desarrollo de este proyecto se ha hecho uso de las siguientes herramientas de cálculo:

- SolidWorks: Software CAD/CAE/CAM para el modelado y análisis mecánico de piezas o conjuntos
- Hoja de cálculo de Microsoft Excel: Herramienta para la elaboración de cálculos generales y comprobaciones
- Scikit Image: Software de análisis de imágenes
- Photoshop: Editor de gráficos para la edición de plantillas
- Fiery: Programa de procesamiento de imágenes

1.4.3 Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto

Este proyecto técnico se ha realizado siguiendo los criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico recogidos en la norma UNE 157001- junio 2014, con la finalidad de proporcionar una garantía que asegure que son adecuados para el uso al que se destinan.

1.4.4 Bibliografía

- Machine design project, Universitat Jaume I. 2017-2018
- Proyectos de ingeniería, Universitat Jaume I. 2017-2018
- Machine Elements in Mechanical Design, Mott R., 5th edition. Editorial Pearson. 2013
- Soldadura: tecnología y técnica de los procesos de soldadura, David Rodríguez Salgado. Editorial Bellisco. 2010
- Diseño de máquinas, Antonio José Besa González. Editorial Universidad politécnica de Valencia. 2016
- Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, Claudio Mataix. Editorial Marcombo – Alfaomega. 2004

1.5 Definiciones y abreviaturas

En la tabla 2, se detallan las definiciones y abreviaturas utilizadas en el presente proyecto para su total comprensión.

Packaging	Consiste en la tecnología de inclusión o protección de productos para la distribución, el almacenaje, la venta, y el empleo
Inkjet	Impresoras de inyección de tinta que funcionan expulsando gotas de tinta de diferentes tamaños sobre el papel
CNC	Es un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados
MMC	Es un instrumento de medición directa que utilizan un puntero físico con el que el operador puede ir tocando el objeto y enviando coordenadas a un fichero de dibujo

Layout	El concepto puede traducirse como “disposición” o “plan” y tiene un uso extendido en el ámbito de la tecnología.
UV LED Inks	Tintas que se curan por exposición a la luz ultravioleta
CE	El marcado CE es el proceso mediante el cual el fabricante/importador informa a los usuarios y autoridades competentes de que el equipo comercializado cumple con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales
FPS	Fotogramas por segundo
Liners	Capas exteriores del cartón corrugado
Medium	Capa intermedia del cartón corrugado
PLC	Controlador lógico programable
AMR	Automatic Magnification Reading

Tabla 2 Definiciones y abreviaturas

1.6 Requisitos de diseño

A la hora de elaborar el proyecto, se demanda por parte de la empresa una serie de especificaciones que serán necesarias si se decide implementar este sistema. Se establece, por tanto:

- Prototipo diseñado para analizar el tamaño de las plantillas predeterminadas para la impresora (1,6 m x 1,4 m)
- Precisión del orden de 0,01 mm en los ejes paralelos al suelo. (Ejes X e Y)
- Coste inferior a 20.000 €
- Posibilidad de analizar otras superficies distintas al cartón corrugado
- Sistema totalmente automatizado
- Tiempo de análisis inferior a 5 minutos para muestras de tinta distribuidas equidistantes a 20 mm
- Diseño realizado acorde a las directrices del marcado CE para su posible comercialización

Teniendo en cuenta los requisitos establecidos, se realiza un análisis de soluciones para concluir qué tipo de sistemas son los más convenientes para el desarrollo de este proyecto.

1.7 Análisis de soluciones

Una vez planteados los requisitos necesarios para el diseño de la máquina, se describe cuáles van a ser las funciones principales de la máquina y se justifica su desarrollo.

La máquina desarrolla tres funciones principales:

- Proporcionar los movimientos en los 3 ejes coordenados X, Y, Z
- Mantener el sustrato estático para su análisis
- Realizar capturas de imágenes del sustrato impreso para examinar su calidad

Como se detalla en el apartado 1.3, ninguna de las alternativas planteadas puede cumplir con todos los requisitos de diseño planteados, por tanto, se desarrolla un sistema que está formado por una estructura fija y un pórtico móvil. Este pórtico móvil, incorpora y desplaza el útil de medida a través de la superficie de trabajo permitiendo la captura de muestras en el cartón impreso. Además, para mantener el cartón lo más plano posible, se conecta a la mesa de trabajo un sistema de vacío que permite la sujeción del sustrato sin dañarlo. Estos mecanismos son accionados por una fuente de alimentación externa y dirigidos mediante un sistema de control de lazo cerrado.

Esta solución cumplirá los requisitos de diseño establecidos y proveerá a la empresa de un sistema de análisis de calidad de imagen impresa, de forma eficiente y económica.

Para facilitar el diseño mecánico de la máquina, se divide el sistema global en varios subsistemas funcionales y se plantea una solución para cada uno de ellos.

Estos subsistemas se dividen en:

- Sistema estructural
- Sistema de movimiento y guiado en los ejes coordenados
- Fuentes de potencia
- Sistema de retención del sustrato
- Sistema de análisis de la calidad impresa
- Sistema de seguridad

1.7.1 Sistema estructural

El sistema estructural que sostiene a una máquina se debe diseñar teniendo en cuenta unos objetivos centrales que, dependiendo de la funcionalidad de esta, tendrán una mayor o menor importancia. Principalmente deberá:

- Soportar el peso, fuerzas y solicitaciones generadas por los mecanismos que soporta
- Dotar al sistema de rigidez para evitar posibles deformaciones
- Intentar reducir los costes asociados a su fabricación
- Permitir un montaje sencillo para su posterior uso y mantenimiento

En lo que respecta al diseño de la estructura se barajan dos opciones: el diseño de un bastidor formado por perfiles tubulares de acero soldados entre ellos o el desarrollo de una estructura modular unida mediante perfiles de aluminio.

La elaboración del bastidor soldado (ilustración 7) permite la utilización de perfiles tubulares de acero estándares que dotan al sistema de una buena estabilidad, reducen el tiempo de fabricación de la propia estructura y abaratan costes. Otra de sus características es que permite obtener uniones totalmente estancas que prácticamente no se deforman.

En cuanto al sistema modular mediante perfiles de aluminio (ilustración 8) permite crear una estructura de fácil montaje y desmontaje, considerablemente ligera y una gran versatilidad debido a una amplia gama de accesorios de unión, tales como tornillos de alta resistencia, escuadras y bisagras entre otras.

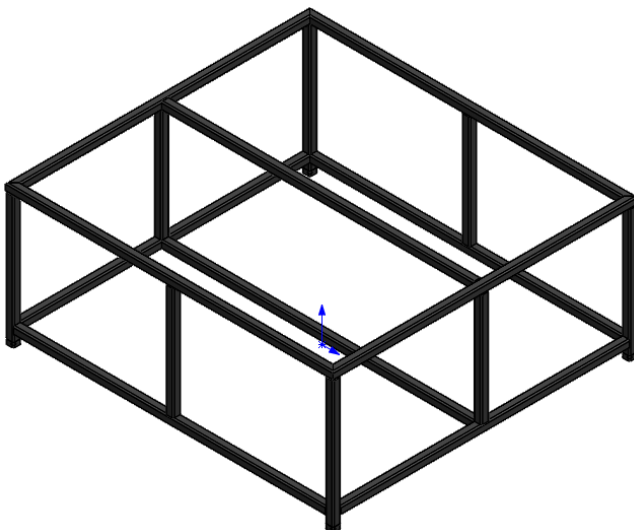


Ilustración 7: Base estructural soldada



Ilustración 8: Estructura modular aluminio

En cuanto a la fijación al suelo de la estructura, se plantea si es necesario su anclaje de forma permanente. Se valoran dos opciones: la instalación de unos pies regulables en altura o fijar la estructura al suelo mediante anclajes fijos.

Debido a que la masa total del conjunto es superior a 290 kg y el coeficiente de rozamiento de los pies niveladores (poliamida) y el hormigón está entre 0,4 - 0,6, se ofrece una resistencia de 1.710 N para soportar posibles fuerzas puntuales que pudieran desplazar la estructura. Por tanto, se observa que no es necesario su fijación al suelo. Además, en caso de ser necesario por requerimientos de producción, facilitaría el desplazamiento de la máquina y los pies niveladores permitirán reducir las anomalías del nuevo emplazamiento. (Ver Anexos IV Pies reguladores).

1.7.2 Sistema de movimiento y guiado en los ejes coordenados

El sistema de transmisión de movimiento es el encargado de convertir un movimiento rotacional en uno de translación para que permita el desplazamiento del mecanismo a lo largo de la mesa de trabajo. En función del tipo de sistema que se escoja se obtendrán unas prestaciones diferentes en cuanto a términos de velocidad, precisión, tamaño, etc.

Para este tipo de aplicación que no está sometido a grandes esfuerzos y no requiere grandes potencias, se valoran cuatro tipos de transmisiones: la transmisión mediante husillo de bolas, mediante tornillos de potencia, mediante correas dentadas o mediante mecanismo piñón cremallera (ilustración 9).

Se descartan de antemano las transmisiones mediante cadena ya que al no requerir transmisión de grandes cargas, este tipo de transmisión genera bastantes vibraciones debido a la acción cordal del mecanismo.

Se realiza un análisis de las posibles alternativas:

- Las transmisiones mediante husillos de bolas (ilustración 9 a) permiten generar un movimiento lineal a través de la rotación del husillo sobre la tuerca. Se realizan a través del desplazamiento entre un husillo roscado adaptado, una tuerca y un sistema de rodamientos esféricos. Tienen diferentes formas de roscado, pasos y número de filetes y en función de lo que se pretende conseguir con el mecanismo (precisión, velocidad, soportar grandes esfuerzos, etc.) estos parámetros varían. Se utilizan comúnmente en aplicaciones que exigen una alta precisión en el desplazamiento y posicionamiento del sistema.
- Las transmisiones a través de tornillos de potencia (ilustración 9 b) se realizan a través de la unión de dos elementos principales, un tornillo y una tuerca. Como en los husillos de bolas, tienen distintos pasos y tipos de roscas. La combinación de estos parámetros, permite ajustar el diseño del tornillo de potencia a los requerimientos de la aplicación deseada. Son ampliamente utilizados en sistemas de levantamiento de pesos y realización de fuerzas de gran magnitud debido a su elevada ventaja mecánica. A comparación del husillo de bolas, este tipo de transmisión tiene mayores pérdidas de fricción debido al continuo deslizamiento entre la tuerca y el tornillo. En general, son

mecanismos auto bloqueantes que no requieren sistema de frenado para mantener su posición. Por otra parte, también necesitan mayor cantidad de lubricante que los husillos de bolas.

- Las transmisiones mediante correa (ilustración 9 c) están formadas por la propia correa dentada que se coloca, mediante una tensión aplicada, sobre unas ruedas dentadas. Tienen varios tipos de sección, tamaño y longitud y proveen al sistema de una transmisión eficiente permitiendo alcanzar mayores velocidades que la opción mediante husillo de bolas.
- Las transmisiones mediante piñón cremallera (ilustración 9 d) se realizan a través del contacto entre un piñón o rueda dentada y una cremallera dentada con el mismo paso que posee el piñón. Este contacto entre ambos elementos, permite transformar un movimiento rotacional en un movimiento rectilíneo cuyo sentido lo define el sentido de rotación del piñón. Este sistema es ampliamente en el sector de la automoción (dirección de un automóvil) y en aplicaciones para la elevación y el descenso de cargas.



Ilustración 9: a) Husillo de bolas b) Tornillo de potencia c) Mecanismo correa dentada d) Piñón cremallera

Por lo que refiere al guiado del sistema en los ejes coordinados se plantean tres alternativas: guías de lubricación, guías de rodadura o guías hidrostáticas. La diferencia de unas a otras se define por el tipo de rozamiento entre las superficies de contacto al que se someten.

- Las guías de lubricación, como muestra la ilustración 10 a, requieren de una película de lubricante intermedia que evita el desgaste prematuro entre guía y contraguía debido al contacto entre ambas superficies. Estas demandan un mantenimiento semi-constante para asegurar que el lubricante realice su función y no permita el deterioro de los elementos. Son comunes para realizar trabajos que requieren grandes esfuerzos y necesitan potencias elevadas para su desplazamiento.
- Referente a las guías de rodadura (ilustración 10 b), son elementos compuestos por bolas o cilindros que se posicionan entre la guía y la contraguía para evitar el contacto entre dichos elementos. Suelen utilizarse en operaciones que requieren movimientos controlados y poseen un coeficiente

de rozamiento bastante bajo. Son más duraderas que las guías de lubricación y requieren un mantenimiento menos tedioso.

- Por lo que respecta a las guías hidrostáticas (ilustración 10 c) se introduce aceite o lubricantes a presión entre la guía y el patín para que evitar el contacto entre ambos elementos. Tienen un coeficiente de rozamiento muy bajo que permite movimientos exactos reduciendo al mínimo el efecto de las vibraciones. Se utilizan para aplicaciones que requieren alta precisión y tienen un elevado coste comparado con los sistemas anteriormente descritos

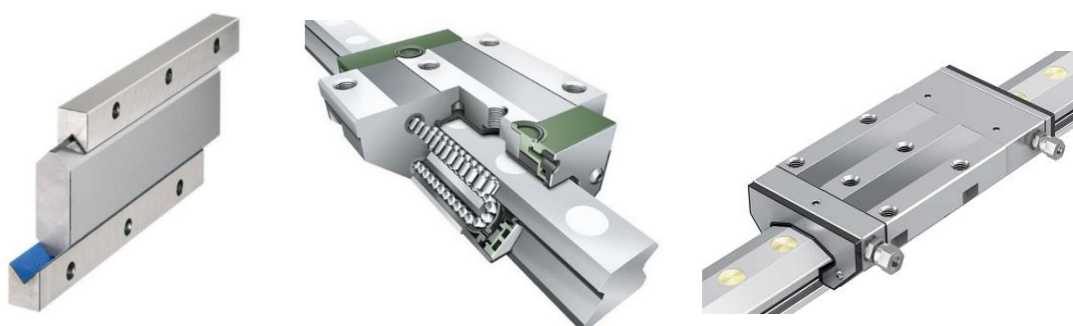


Ilustración 10: a) Guía de lubricación

b) Guía de rodadura

c) Guía hidrostática

A la hora de realizar un barrido del microscopio sobre la muestra seleccionada, la velocidad de desplazamiento del sistema en los ejes X (longitudinal) e Y (transversal) depende del tiempo requerido para el análisis de las muestras de la plantilla.

Se crea una matriz para la toma de capturas con puntos equidistantemente separados a 20 mm en la muestra a analizar (ilustración 11). Dado que el tamaño de la muestra es de 1,6 m x 1,4 m, el microscopio, debe realizar longitudinalmente un total de 70 barridos sobre la ella (1.400/20 mm). Esto supone realizar un análisis de un total de 5.600 gotas en toda la muestra.

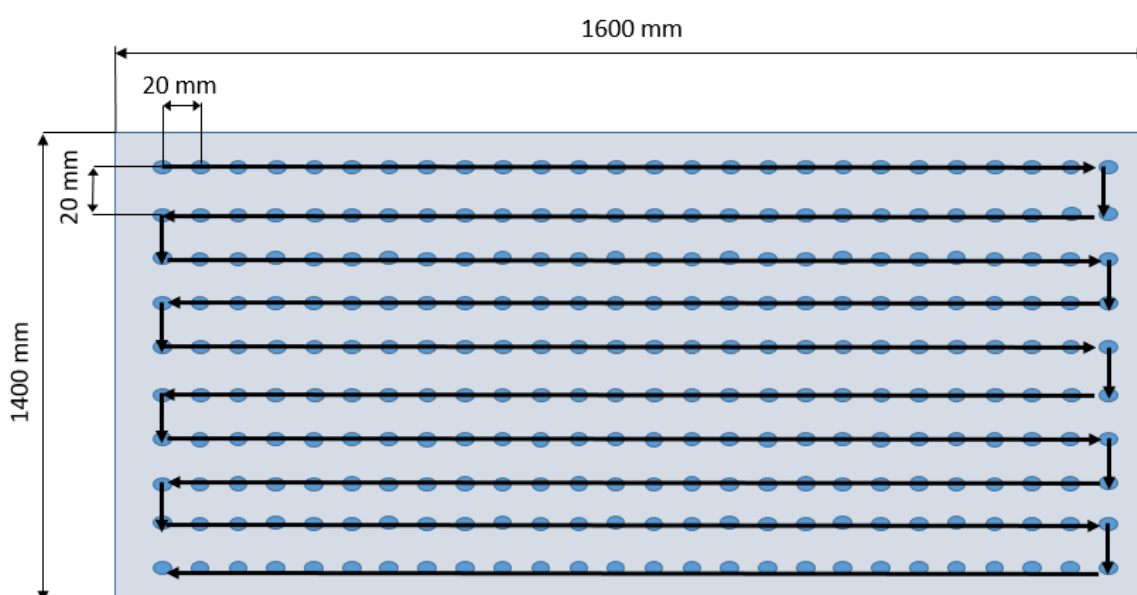


Ilustración 11 Muestra de matriz de recorrido del microscopio

Al ejecutar este proceso, el microscopio realiza un recorrido total de 112 metros. Debido a los requisitos de diseño establecidos, el análisis debe realizarse en menos de 5 minutos, por tanto, se requiere una velocidad mínima de desplazamiento de 0,37 m/s.

$$v = \frac{e}{t} = \frac{112}{300} = 0,37 \text{ m/s}$$

Por lo que respecta al eje Z (perpendicular al plano de la mesa), la muestra se mantiene plana debido al sistema de retención. Por tanto, para este eje, al no tener relieves ni variaciones de espesor en el cartón, no será necesario ningún tipo de guiado. En este caso, se selecciona un soporte comercial regulable en altura de forma manual.

Cuando se trabaja con cartón corrugado, es muy común que se desprendan virutas o fibras del propio cartón que pueden llegar a acumularse y dañar los componentes del sistema de guiado. Debido a que los tornillos de potencia necesitan grandes cantidades de grasa para su óptimo funcionamiento, se descartan para esta aplicación ya que se ensuciarían de forma continua y necesitarían un mayor mantenimiento que los demás sistemas propuestos.

Las transmisiones mediante husillo de bolas son diseñadas para aplicaciones de distancias limitadamente cortas y se observa que también necesitan cierta cantidad de lubricante para trabajar de manera continuada. Además, son uniones rígidas que transmiten las vibraciones del eje conducido al eje conductor del sistema.

En cuanto a las transmisiones mediante correas dentadas (uniones flexibles), no se recomiendan en el diseño de aplicaciones que trabajen con altas transmisiones de potencia o pares muy altos, pero son las más empleadas para transmitir potencia en distancias relativamente largas. Además, estos sistemas minimizan el impacto de las vibraciones ya que son aisladas por los elementos flexibles del sistema y son más fáciles de instalar que los mecanismos anteriormente citados. Permiten una relación de transmisión constante con un elevado rendimiento (0,98). Este sistema no necesita grandes cantidades de lubricante para su puesta en marcha y suele contener carcasas exteriores que cubren al mecanismo, alargando así su vida útil al evitar la entrada de cualquier tipo de suciedad.

Por último, para que las transmisiones mediante piñón cremallera funcionen apropiadamente necesitan tolerancias de fabricación más estrechas que la transmisión mediante correa dentada. Por otro lado, la transmisión mediante correa dentada permite trabajar de forma continuada con desalineaciones mayores. Además, el mecanismo piñón cremallera también requiere una lubricación constante y tiene un coste mayor que las correas dentadas.

1.7.3 Fuentes de potencia

En ciertas aplicaciones, como las máquinas controladas mediante Control Numérico Computarizado o impresoras 3D, son comunes dos tipos de motores: motores paso a paso (ilustración 12 izquierda) y servomotores (ilustración 12 derecha), debido a la capacidad de control de posición de ambos.

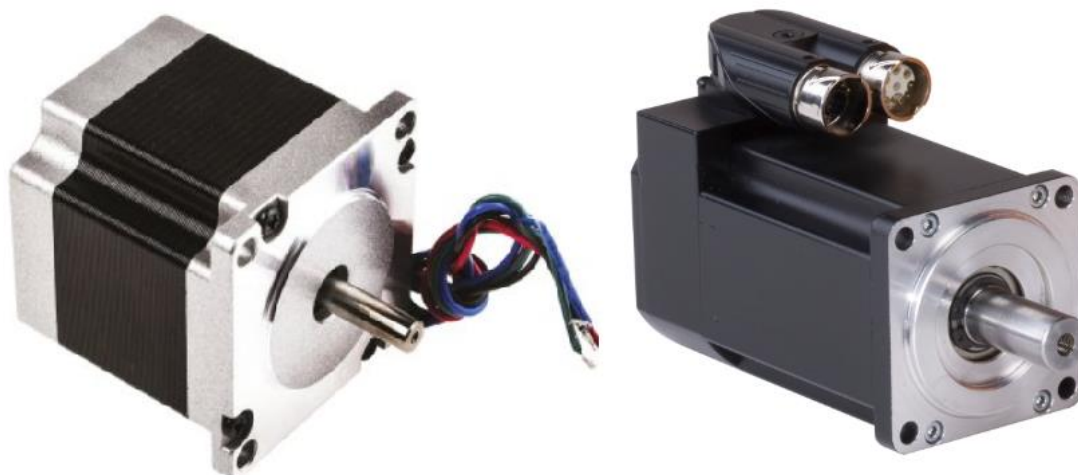


Ilustración 12: Motor paso a paso (izquierda) y Servo motor (derecha)

Los motores paso a paso están formados por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un estator formado por un determinado número de bobinas. Se mueven por cada pulso que se aplica y dividen la rotación del rotor en pequeños pasos. Obtienen buenas prestaciones trabajando con altos pares a velocidades bajas, pero trabajando con velocidades altas, pueden llegar a perder hasta el 80 % del par. (Ilustración 13)

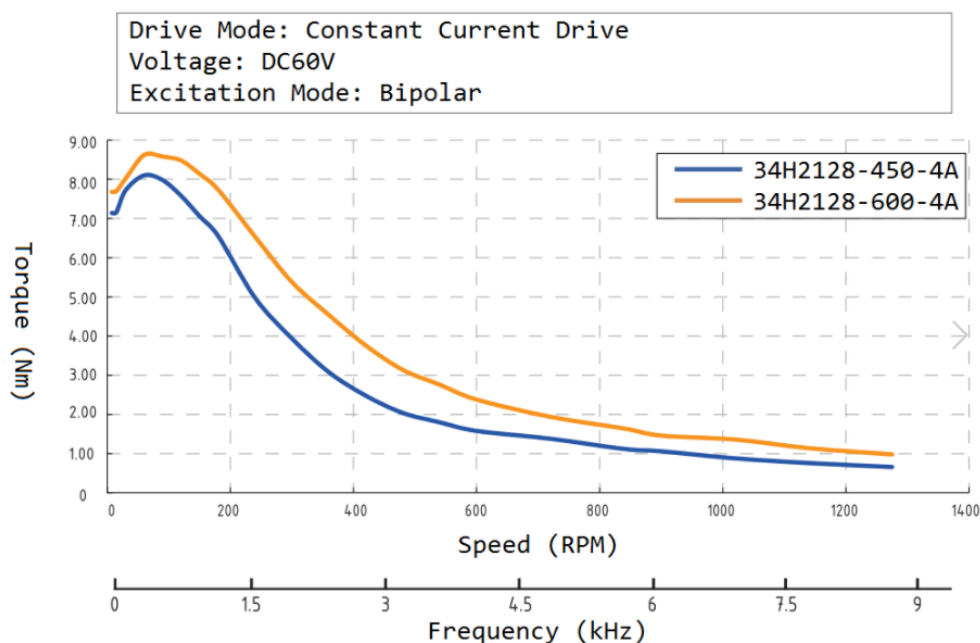


Ilustración 13 Curva par-velocidad de motor PaP Nema 34

Estos motores producen altos niveles de vibración y son susceptibles a tener problemas de resonancia. Por otra parte, son fáciles de controlar, económicos y requieren un mantenimiento poco continuado.

En referencia a los servomotores industriales, están compuestos por un rotor, un estator y uno o varios sensores de posición, que permiten obtener un control preciso de la posición del eje en todo el recorrido. Como muestra la ilustración 14, son capaces de mantener un par constante en un amplio rango de velocidades y trabajan con una eficiencia que oscila entre el 80 - 90%. Logran respuestas muy rápidas a las señales de arranque y paro del servomotor y otorgan un posicionamiento exacto generando apenas vibraciones en el sistema.

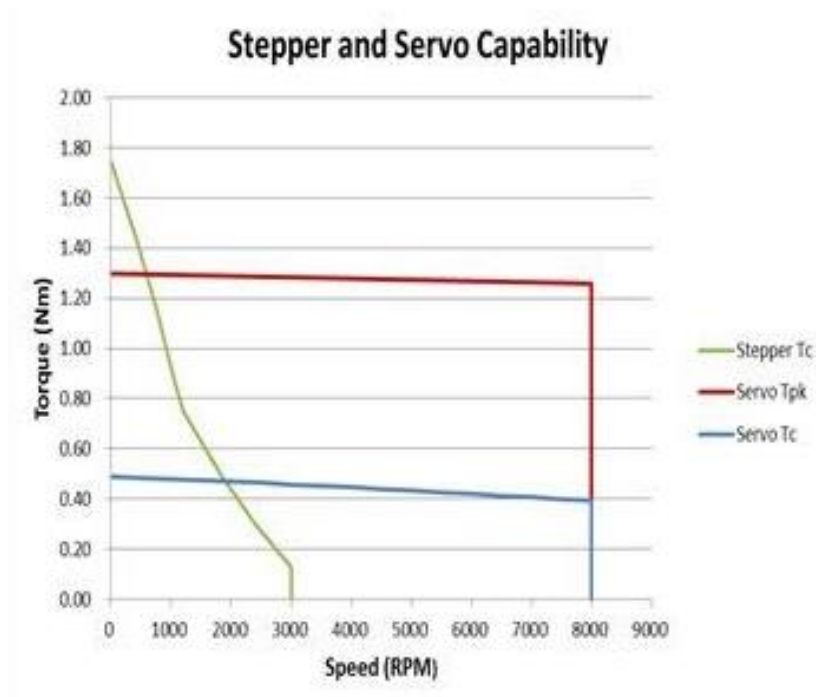


Ilustración 14 Comparativa curva par-velocidad motor paso a paso y servomotores. Kollmorgen

Para el accionamiento de los ejes directores del sistema (X e Y) se seleccionan servomotores industriales debido a que son mejores en aplicaciones que requieren una mejor resolución y precisión de posicionamiento (Ver Anexos IV Servomotor). Estos servomotores proporcionan un par constante en todo el rango de velocidad de la máquina e introducen menos vibraciones en el sistema evitando así que interfieran en la toma de muestras del microscopio.

Además, esta opción nos permite conocer la posición del útil de medida en todo el recorrido de inspección y dado que las señales se transmiten digitalmente, pueden utilizarse cables de motor mixtos, que permiten combinar en un solo cable el encoder y el cable de alimentación. Este hecho permite reducir al mínimo la complejidad del cableado y el tiempo de instalación.

1.7.4 Sistema de contención del sustrato

En determinadas partidas de cartón, es prácticamente imposible que las planchas no tengan cierto grado de curvatura o deformaciones, comúnmente ubicadas en los extremos o en el centro de estas. Para el correcto análisis de la muestra, es necesario que el cartón permanezca estático y sin relieves o deformaciones aparentes a lo largo de toda la plancha. El microscopio realizará el barrido a uno o dos milímetros de la superficie de la muestra y este tipo de morfologías podrían dañar el útil de medida o incluso el propio mecanismo. Por ello se requiere una tolerancia de planicidad de ± 1 milímetros para muestras de cartón de canal simple.

Para reducir al mínimo estas incidencias se estudia qué tipo de sistema será el más adecuado para la inmovilización de las planchas comparando tres alternativas: sujeción manual, mediante bomba de vacío o ventiladores centrífugos.

En cuanto a la posibilidad de inmovilizar el cartón mediante útiles de sujeción (pinzas, bridas o mordazas), se observa que estos elementos no podrían garantizar planitud en el centro de la plancha y podrían dañar o dejar marcas en las zonas de sujeción de la muestra. Por tanto, debido a la naturaleza intrínseca del cartón, se requiere que el sistema de contención sujete la muestra por completo y se descarta su sujeción de forma manual.

Las bombas de vacío (ilustración 15) se utilizan para extraer gases, aire o humedad de un determinado sistema. Realizan la aspiración de los gases a través de un orificio de entrada y comprimen progresivamente dichos gases hasta expulsarlos al exterior a través de una válvula de escape. Generan un alto vacío (muy baja presión) y una alta capacidad de aspiración siendo así recomendadas para materiales compactos como el vidrio o el metal. Son comunes en aplicaciones tipo ventosa para el transporte de grandes elementos y en máquinas de envasado.

Los ventiladores centrífugos (ilustración 16) comúnmente conocidos como soplantes de aire, están formados por unas paletas/álabes que transportan y comprimen un caudal de aire que genera un vacío en conducto de aspiración. Una vez comprimido el aire es expulsado por el conducto de salida. Tienen una capacidad de aspiración media-alta y son capaces de aspirar grandes volúmenes en un tiempo reducido. Son comúnmente utilizados en el trabajo de piezas pequeñas y en la manipulación de materiales porosos como el textil o la madera.



Ilustración 15: Bomba de vacío industrial



Ilustración 16: Ventilador centrífugo de alta presión

Además, entre el sistema de vacío y la muestra impresa, será necesario instalar un componente intermedio que distribuya, de manera uniforme, la presión generada por dicho sistema. Estos componentes, suelen ser tableros perforados que se comercializan en el mercado y dependiendo de la aplicación a la que se destine, se fabrican mediante distintos tipos de materiales, configuraciones y tamaños.

Existen varios tipos y se procede a comparar los más usuales:

- Tableros tipo parrilla: Estos tableros están preparados para colocar útiles de fijación sobre ellos (topes, pasadores, bulones, etc.) o posicionar cordones de obturación en sus ranuras para poder fijar la pieza a tratar. Tienen varios puntos de aspiración que pueden habilitarse para que funcionen o no dependiendo del tamaño de la pieza a sujetar. (Ilustración 17)



Ilustración 17 Mesa de vacío tipo parrilla

- Tableros tipo panel sándwich: Son tableros perforados formados por varias capas. La superficie de contacto con el material a tratar es, comúnmente, chapa perforada con una disposición y tamaño de orificios que depende de la aplicación a la que se destine. En el interior, contienen un panel en forma reticular que permite distribuir la presión de manera uniforme en todo el panel. (Ilustración 18). Las tolerancias de planitud de estos paneles son muy altas tienen unas altas prestaciones mecánicas.

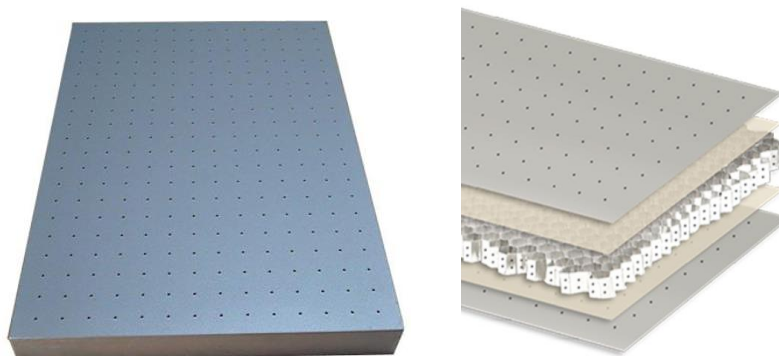


Ilustración 18 Tablón perforado (izquierda) y su composición (derecha)

Debido a la naturaleza del cartón, se selecciona un panel de vacío perforado tipo sándwich ya que los de tipo parrilla necesitan accesorios para el ajuste de las piezas y este hecho podría dañar la muestra a analizar.

1.7.5 Sistema de análisis de la calidad impresa

Para extraer información sobre la calidad de la muestra impresa, es necesario incorporar un dispositivo que realice tomas de dicha muestra y permita posteriormente mostrar los resultados obtenidos.

En este caso, se analizan diferentes modelos de microscopios digitales comerciales que puedan realizar capturas y videos de la plantilla a analizar. La ilustración 19 muestra las capturas realizadas por los cuatro tipos de microscopios digitales Dino-lite comparados (AM4115ZT, AM4515T5, AM4515T8) con diferentes aumentos. Como se puede percibir, el nivel de detalle obtenido en la toma de imágenes es muy distinto entre los diferentes modelos. Esto es debido a la resolución de la captura y a los posibles aumentos que permiten estos microscopios.

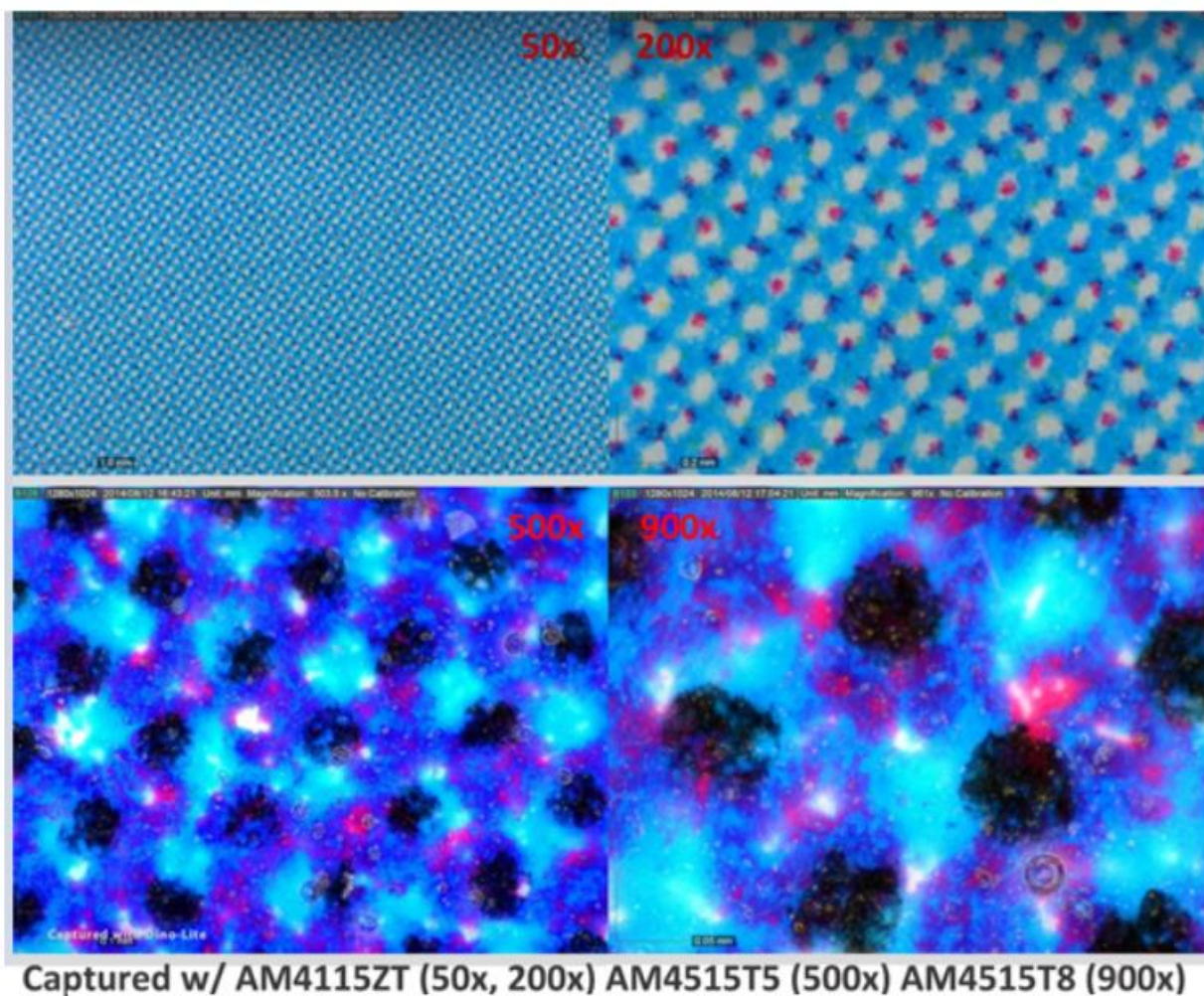


Ilustración 19: Capturas tomadas con modelos Dino-Lite: AM4115ZT (x50) AM4115ZT (x200) AM4515T5 (x500) AM4515T8 (x900)

Realizar una selección apropiada del modelo de microscopio es muy importante, ya que, mediante el análisis de los resultados que determine esta microscopía digital, se establecerán los parámetros de impresión óptimos para la posterior impresión en línea del diseño escogido.

Debido a que el microscopio tiene que realizar capturas de gotas impresas cuyo tamaño oscila entre 3 y 25 picolitros, es necesario que conceda un aumento suficiente que permita observar correctamente las capturas obtenidas. Al mismo tiempo, el aumento de la imagen debe ir acompañado de una resolución adecuada si no se quiere tener una imagen aumentada pero pixelada. Por ello, es necesario que el microscopio disponga de una resolución de al menos 1 megapíxel para poder obtener cierto grado de nitidez al ampliar las capturas realizadas.

También resulta interesante analizar el espacio existente entre las gotas, debido a que, en ocasiones, hay fallos u obstrucciones en los cabezales de impresión que pueden generar un defecto en la impresión. Por este motivo es conveniente que el microscopio permita realizar una captura continua de todo el barrido, por lo que debe incluir la posibilidad de grabación en vídeo.

Para integrar el microscopio al sistema es necesario incluir un soporte adecuado que permita la regulación en altura de este y, al mismo tiempo, una correcta sujeción. Para obtener una sujeción óptima del microscopio y evitar vibraciones derivadas de las posibles holguras entre microscopio y soporte, se selecciona un soporte comercial del mismo fabricante. (Ver Anexos IV Microscopio).

1.8 Resultados finales

La máquina diseñada sirve para realizar, de forma automatizada, mediciones para el análisis de la calidad de la impresión realizada en cartón corrugado como se observa en la ilustración 20. Está formada por los siguientes subsistemas:

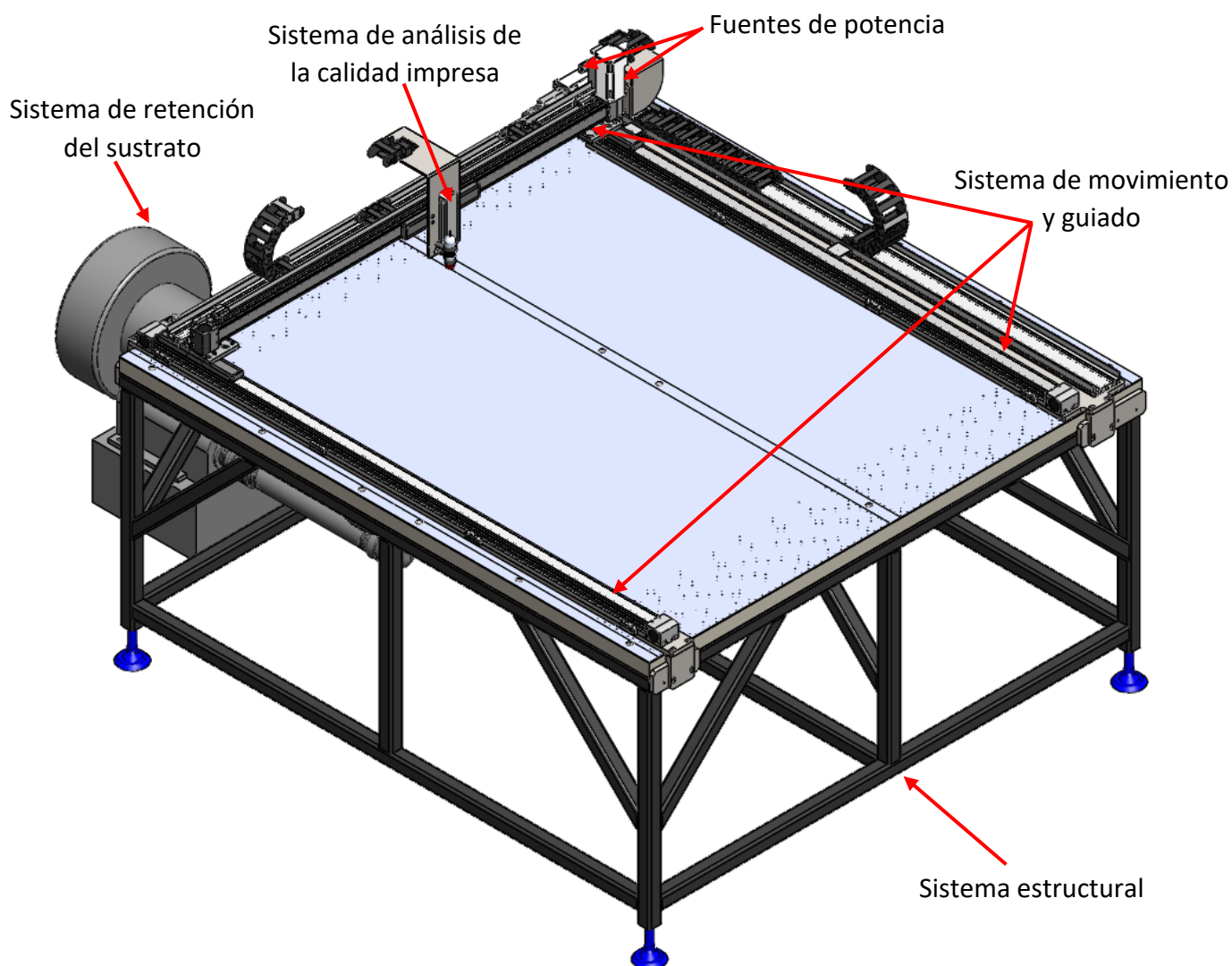


Ilustración 20 Diseño conjunto final

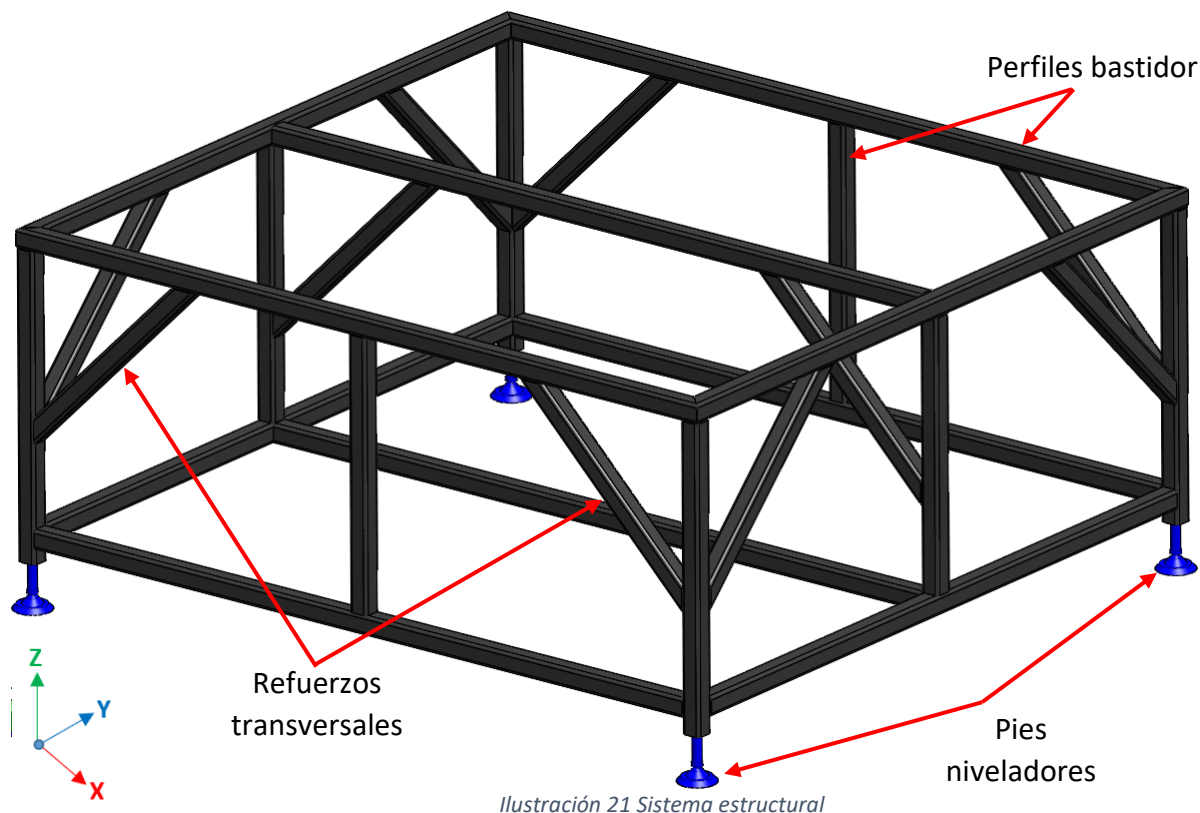
La activación de la máquina se realiza mediante una fuente de alimentación externa que genera el voltaje necesario para el funcionamiento de los circuitos que forman el sistema.

Mediante un controlador lógico programable (PLC) se ejecutan varios comandos de control que envían a los actuadores y al sistema de contención del sustrato la orden de activación.

Una vez el sistema está conectado, para evitar posibles colisiones, el PLC activa en primer lugar el sistema de contención del sustrato para mantener inmóvil el cartón antes de que los ejes accionados comiencen a trazar el recorrido sobre la muestra impresa.

1.8.1 Diseño del sistema estructural

En la ilustración 21 se muestra el diseño del sistema estructural de la máquina.



Se decide elaborar la estructura mediante perfiles de acero S235JR soldados ya que esta opción permite un montaje rápido, un ahorro en el coste de material y reducir el número de piezas del sistema. La perfilaría de acero es más rígida que los perfiles de aluminio por lo que, esta elección, otorga a la máquina mayor rigidez y minimiza posibles deformaciones. Además esta opción también disminuye el número de operaciones de mantenimiento periódicas tales como los reaprietes. (Ver Anexos IV Perfiles cuadrados S235JR).

El diseño del sistema estructural está formado por el bastidor soldado y un conjunto de cuatro pies regulables fijos que apoyan la estructura en el pavimento. Estos pies, permiten nivelar la mesa y aislarla del suelo para mitigar posibles vibraciones.

Debido a las fuerzas generadas por el sistema de vacío y el peso del conjunto, se han incorporado al bastidor varios perfiles transversales para reforzar la estructura (ilustración 21). En el apartado Anexo 2.1.3, se justifica la incorporación de dichos perfiles, ya que se observa que los desplazamientos que sufre el bastidor sin refuerzos son mayores a los del bastidor con refuerzos incorporados y esta condición podría afectar a la integridad del conjunto.

Realizando un análisis estático de la estructura por el método de elementos finitos mediante SolidWorks Simulation, y teniendo en cuenta que la máquina debe poder adaptarse a otros tipos de materiales más pesados como la madera, el azulejo o el cemento, se

seleccionan perfiles comerciales de acero S235JR de 50x50x3 mm que cumplen con las condiciones de tensiones, desplazamientos y deformaciones máximas.

Para el posicionamiento de la máquina en el suelo, se seleccionan de catálogo unos pies niveladores fijos de acero con base de poliamida (ilustración 22), que son capaces de soportar hasta 4.500 kg siendo ampliamente mayor que el peso total de la propia máquina 290,88 kg.



Ilustración 22 Pie nivelador regulable

1.8.2 Diseño del conjunto de guiado y fuentes de potencia

El conjunto de guiado, como muestra la ilustración 23, está compuesto por tres ejes accionados mediante correa dentada, sus correspondientes servomotores, un eje de conexión y varios elementos complementarios que facilitan el desplazamiento de estos. A continuación se detallan los componentes:

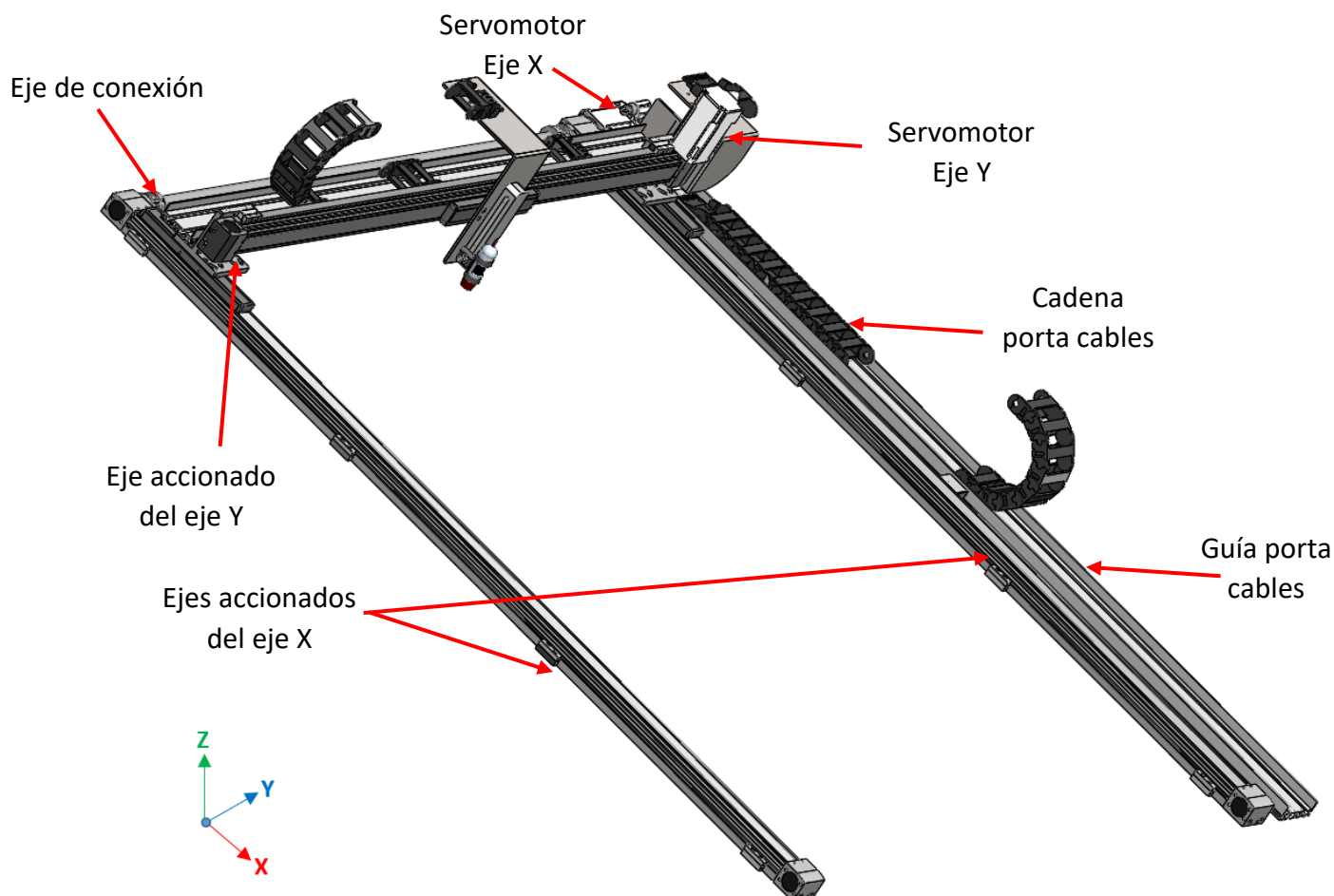


Ilustración 23 Sistema de guiado y accionamiento

Los ejes son accionados por los servomotores y realizan un recorrido de ida y vuelta en cada uno de sus ejes de referencia. De este modo, la combinación de dichos desplazamientos permite cubrir toda la superficie de la muestra a analizar.

De las opciones planteadas, se selecciona transmisión mediante correa dentada ya que es la opción que más minimiza el impacto de las vibraciones debido a que son aisladas por los elementos flexibles que componen sistema. Además, son más fáciles de instalar que los otros mecanismos y no necesitan grandes cantidades de lubricante para su puesta en marcha.

La entrada de suciedad a la transmisión puede afectar a la vida útil del mecanismo o incluso puede llegar a causar pérdidas en tensión de las correas. Por esta razón, se selecciona una transmisión cubierta por una carcasa exterior que cubre al mecanismo y permite desplazar el sistema de forma compacta, precisa y limpia.

Esta opción permite posicionar el motor de forma estática (instalado en el eje de conexión de la polea dentada) haciendo que el motor no se desplace conjuntamente con el mecanismo durante todo el recorrido. Este hecho, permite a los motores consumir menos potencia ya que tienen que desplazar un sistema más ligero. Además, también contribuye a tener menos masa que afecte a las posibles vibraciones del sistema.

Por tanto, para el desplazamiento del sistema se seleccionan unos ejes accionados mediante correa dentada de poliuretano con hilo de acero y revestimiento de nailon, que permiten una relación de transmisión constante con un elevado rendimiento (0,98). Estos ejes accionados (ilustración 24), están compuestos por guías de rodadura que se deslizan sobre guías de perfil circular utilizando los propios patines de contraguía. (Ver Anexos IV Ejes accionados).



Ilustración 24 Eje accionado mediante correa dentada

En resumen, el desplazamiento longitudinal y transversal del sistema se realiza a través de tres ejes accionados mediante correa dentada (dos longitudinales y uno transversal) cuya velocidad puede alcanzar hasta 1 m/s, con aceleraciones hasta 10 m/s² y en términos de precisión de repetición hasta $\pm 0,01$ mm. (Ver Anexos IV Ejes accionados).

Para el correcto funcionamiento de los ejes, se seleccionan también unos finales de carrera mecánicos que el propio fabricante distribuye como accesorio del eje accionado. (Ver Anexos IV Accesorios). Estos topes elásticos se instalan en los extremos del eje accionado para evitar daños en caso de un fallo en el sistema.

Además, para que el desplazamiento longitudinal (eje X) sea solidario en ambos lados y se pueda llevar a cabo con un único accionamiento, se instala un eje de conexión entre los dos ejes posicionados de forma paralela (ilustración 25).



Ilustración 25 Eje de conexión

Para evitar que el eje de conexión pueda entrar en resonancia, según la distancia existente entre ambos ejes accionados, se selecciona un eje de conexión (Ver Anexos IV Eje conexión) que permite una transmisión de velocidad entre ejes de aproximadamente 1.750 rpm. Debido a que la velocidad de trabajo del conjunto es 0,37 m/s (238 rpm), este eje de conexión permite trabajar al sistema de guiado sin causar problemas de resonancia. Además este eje de conexión permite una desviación axial máxima admisible de ± 2 mm entre ejes. Esta desviación determina la tolerancia de paralelismo para el mecanizado de los taladros calibrados del tablón de vacío. (Ver plano E_3)

La fijación del sistema de guiado al tablón de vacío se realiza a través de unos soportes en acero inoxidable AISI-304 que permiten la sujeción del conjunto al tablón de vacío de forma estable. (Ver Anexo II Soporte guiado eje Y). Para evitar que las guías estén inclinadas, se realizan unos taladros calibrados mediante un torno CNC en el panel de vacío. Estos taladros permiten posicionar los soportes de forma alineada y dichos soportes se ajustan mediante centradores mecánicos de alta precisión. (Ilustración 26)

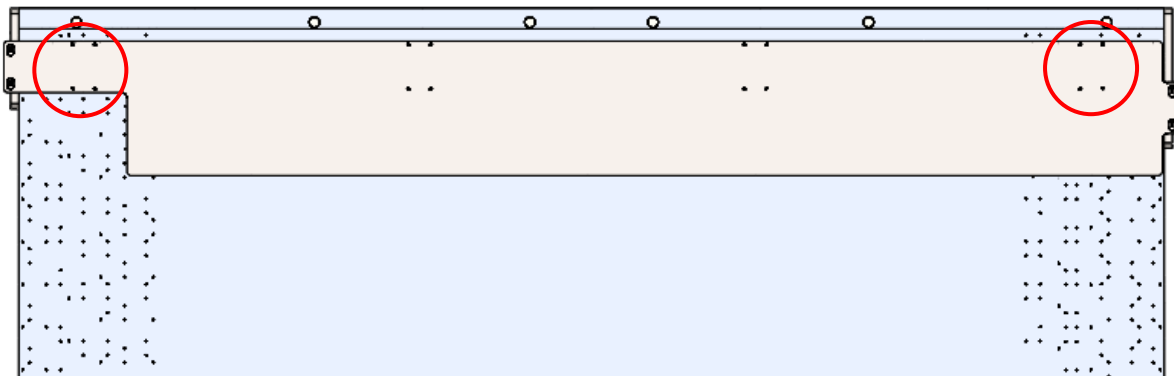


Ilustración 26 Taladros de precisión para centradores mecánicos

Para el correcto desplazamiento de los ejes accionados y evitar que los cables de conexión interfieran en el trazado establecido, se incorporan unas cadenas de eslabones plásticos (Ver Anexo IV Cadena porta cables) que se posicionan y se fijan sobre unos perfiles de aluminio que sirven de guía para dichas cadenas.

Para la selección del tipo de motor necesario, se observa que los accionamientos del sistema de guiado deben vencer los esfuerzos derivados de propia inercia de los elementos a desplazar y los esfuerzos generados por las pérdidas ocasionadas en la fricción de los sistemas. Debido a esta condición, se concluye que no es necesario trabajar con altas transmisiones de potencia o pares muy altos, ni tampoco se requieren altas velocidades o grandes aceleraciones.

Como las velocidades y aceleraciones requeridas son bajas, en términos de aplicación, tanto los servomotores como los motores paso a paso podrían encajar en el diseño, pero en este caso, se seleccionan servomotores como sistema de accionamiento ya que son mejores en aplicaciones que requieren una mejor resolución y precisión de posicionamiento. (Ver Anexos IV Servomotores). Además proporcionan un par más constante en todo el rango de velocidad de la máquina e introducen menos vibraciones en el sistema evitando así que puedan interferir en la toma de muestras del microscopio. Esta opción nos permite conocer

la posición del útil de medida en todo el recorrido de inspección y permite obtener un desplazamiento del sistema preciso logrando una captura de imágenes nítidas en un tiempo reducido.

Además de las ventajas citadas, también se tiene en cuenta que la empresa para la que se desarrolla este diseño, trabaja directamente con el proveedor de este producto en otras aplicaciones, lo que supondría mayor agilidad en el reaprovisionamiento de piezas o conjuntos y un ahorro significativo en costes.

1.8.3 Diseño sistema contención del sustrato

Teniendo en cuenta que el gramaje del cartón oscila entre los 360-818 g/m² y que se trata de un material poroso, se concluye que la mejor opción para la inmovilización del sustrato es un ventilador centrífugo o soplante de aire. La configuración diseñada es la que se muestra a continuación en la ilustración 27.

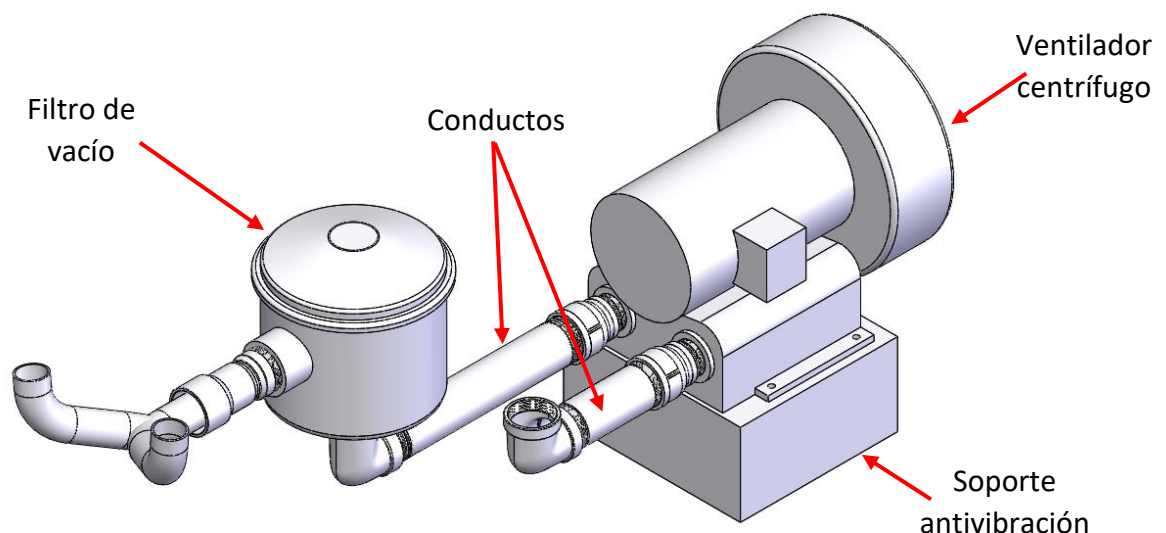


Ilustración 27 Sub-ensamblaje de vacío

Para alargar la vida útil del ventilador y evitar posibles averías, se añade además, un filtro de vacío de forma intermedia que se encarga de evitar que lleguen impurezas al propio ventilador (Ver Anexos IV Filtro vacío).

En el apartado de Anexos 2.1.4 dimensionado del soplante, se calculan las dimensiones que requiere dicho ventilador. Para realizar la inmovilización del cartón sería necesario un soplante con las siguientes características:

- Máximo caudal: 1150 m³/h
- Máxima presión: 0,007 MPa

Además, el ventilador seleccionado incorpora una base antivibración que evita los posibles desplazamientos que pueda sufrir durante su funcionamiento ya que minimiza el ruido y las vibraciones generadas.

Para realizar la conexión del ventilador al tablón perforado se instalan dos tolvas concéntricas (Ver Anexos IV Tolvas metálicas) en las tomas de aire del tablón y se unen al ventilador mediante conductos circulares de chapa galvanizada (Ver Anexos IV Conductos). Esta conexión permite distribuir la presión de manera uniforme a lo largo de todo el tablón perforado y mantener el sustrato inmóvil para su análisis sin dañarlo.

Se selecciona un panel de vacío perforado tipo sándwich (ilustración 28) ya que los de tipo parrilla necesitan accesorios para el ajuste de las piezas y este hecho podría dañar la muestra a analizar. Este tablón que está formado por un panel “nido de abeja” de aluminio perforado y por dos chapas de aluminio que cubren dicho panel. La chapa inferior tiene dos orificios de entrada que permiten el paso del fluido y son en lugar donde se instalan las tolvas de conexión con el ventilador. La chapa superior, está totalmente perforada mediante una cantidad, dimensión y distribución de orificios que varía en función de las necesidades del cliente.

Las tolerancias de planitud de los paneles de aluminio tipo sándwich son de la orden de $\pm 0,15$ mm y tienen una buena relación rigidez-masa, así como unas altas prestaciones mecánicas.

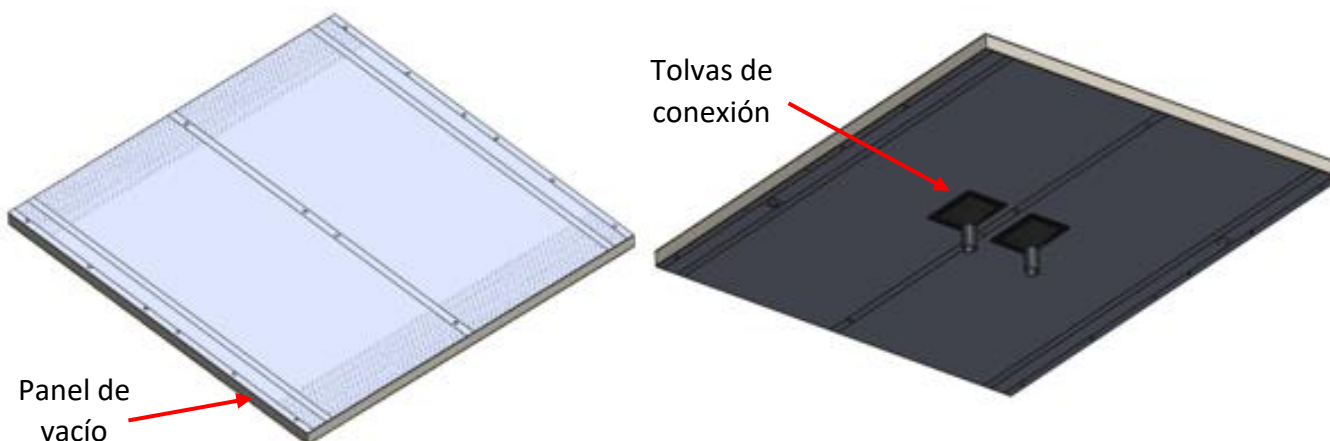


Ilustración 28 Tablón de vacío perforado con tolvas concéntricas instaladas

1.8.4 Selección sistema de análisis de la calidad impresa

Debido a las características técnicas de los microscopios comparados, se selecciona el modelo AM4515-T8 (ilustración 29) que consigue un aumento de hasta 900x, otorga una óptica de alta resolución de 1.3 Megapíxeles y permite una velocidad de captura de fotogramas de 30 FPS.

Este modelo de gran aumento muestra detalles tan pequeños como 1,5 micrómetro (μm) e incluye funciones como lectura automática de aumentos (AMR), calibración, medición, captura y anotación de imágenes y grabación en vídeo. (Ver Anexos IV Microscopio)



Ilustración 29 Microscopio digital Dinolite AM4515-T8

El microscopio se instala en el eje perpendicular a la superficie de análisis (eje Z) mediante un soporte regulable comercial (Ver Anexos IV Soporte precisión) (Ilustración 30).

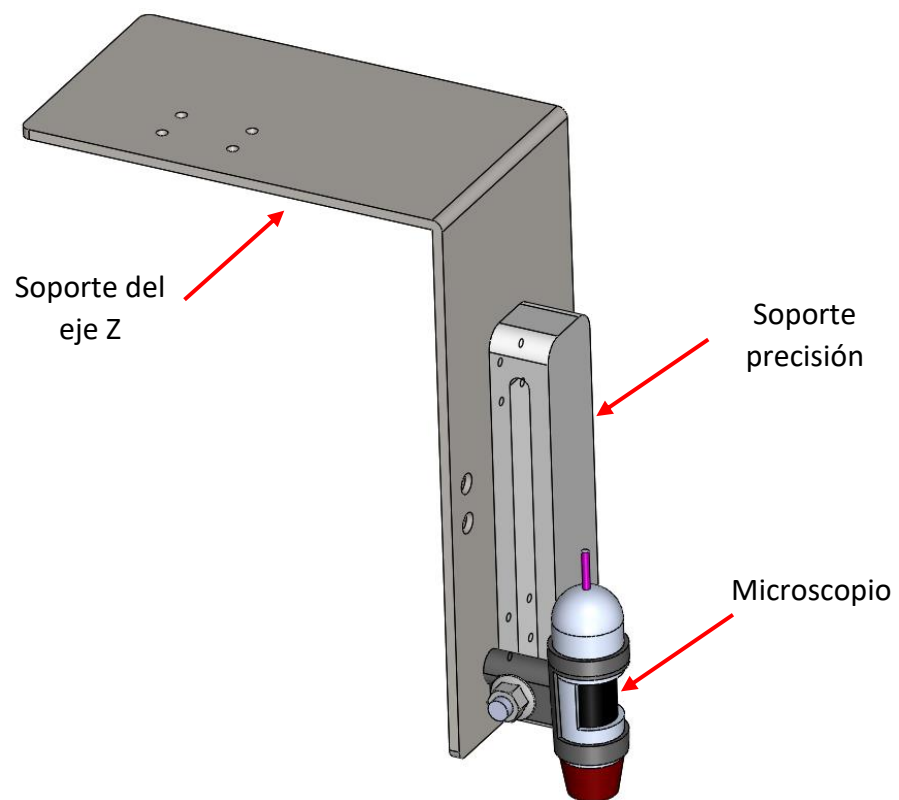


Ilustración 30 Conjunto soporte eje Z y microscopio

El soporte tiene una regulación en altura de 150 mm, esto permite poder posicionar el microscopio para la toma de muestras a la distancia óptima que oscila entre 1 y 2 mm. Esta regulación permitirá que el microscopio se pueda ajustar a distintos espesores cuando se analicen otro tipo de materiales.

Este soporte de precisión comercial, se atornilla al soporte del eje Z y se desplaza conjuntamente con el sistema de guiado realizando capturas y/o vídeos del trazado establecido.

1.8.5 Diseño del sistema de seguridad

Para que la máquina permita trabajar con seguridad y cumpla con la normativa 2006/42/CE Directiva de máquinas, deben asegurarse unas condiciones de trabajo seguras y una correcta ergonomía para los trabajadores que deban manipular la máquina diariamente.

Por ello, como se muestra en la ilustración 31, se instala un vallado perimetral de seguridad que enclaustra la máquina que crea un espacio de trabajo protegido en las áreas donde se encuentre maquinaria. (Ver Anexos IV Vallado perimetral)

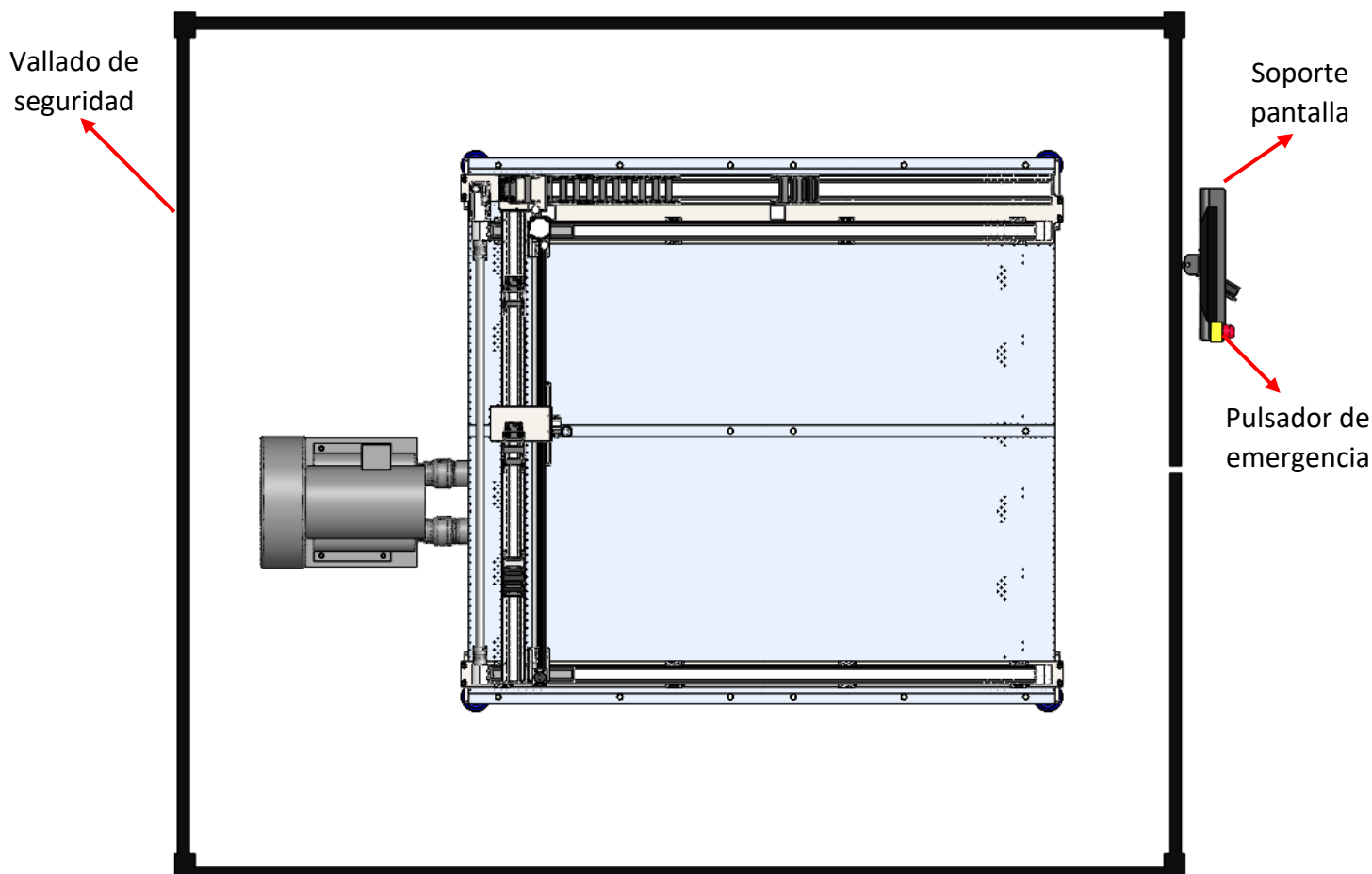


Ilustración 31 Conjunto de la máquina

Se coloca un soporte de pantalla (Ver Anexos IV Soporte pantalla) para la instalación de un monitor que permita ver los resultados obtenidos in situ y poder analizar en tiempo real los posibles fallos encontrados. Se posiciona a una altura de 1.500 mm desde el suelo y se puede ajustar en altura y posición para seguir las recomendaciones del Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (INSST)

Además, se tiene en cuenta que, en ocasiones, puede requerirse el paro de la máquina debido a una incidencia o percance. Para ello se instala un pulsador de emergencia que realiza un paro inmediato de la máquina en caso de ser necesario. (Ver Anexos IV Pulsador de emergencia). Este pulsador está instalado junto con la pantalla de visualización, para que resulte más sencillo y ergonómico a la hora de pulsar. (Ver Anexos IV Soporte pantalla)

1.8.6 Resumen del presupuesto

A continuación, se muestra una tabla resumen del presupuesto total de la máquina diseñada.

Precio de venta	
Costes de materias primas y fabricación (€)	1.024,46
Costes de los elementos comerciales (€)	6.528,25
Costes de diseño (€)	96,96
Coste de Software y licencias (€)	48,67
Costes generales (10 %) (€)	694,04
Coste bruto (€)	8.392,3
Beneficio empresarial (20%) (€)	1.678,46
IVA (21 %) (€)	2.114,84
Total precio de venta (€)	12.185,60

El detalle de estas partidas incluyendo el total de los elementos que lo componen, se encuentra en el punto 6.5 *Coste total* del documento Presupuesto.

1.8.7 Estudio viabilidad económica

1.8.7.1 Estudio rentabilidad para la empresa

Para saber si un proyecto resulta viable o no, existen unos indicadores a través de los cuales se puede concluir si la empresa obtendrá rentabilidad en un proyecto. Estos son: VAN (Valor actual neto), TIR (Tasa interna de retorno) y PR (Periodo de retorno).

La empresa tiene actualmente 33 clientes con la línea de impresión de cartón en funcionamiento y se pretende que todos ellos dispongan de esta nueva aplicación en un periodo no superior a 5 años. Dado a que es una nueva máquina, se asume una venta de tipo exponencial ya que las ventas en el periodo de lanzamiento serán más progresivas y con el tiempo se consolidarán. Para los nuevos clientes se imputará el coste de esta máquina en el coste de la línea de producción completa.

Para el cálculo de las estimaciones de gastos y ventas, se tiene en cuenta que la empresa realiza una inversión inicial de 30.000 €, se estima un IPC (índice de precios al consumo) de 1,17 % y las amortizaciones se realizan en un periodo de 5 años.

Estimación de ingresos			
Año	Precio de venta (€)	Unidades vendidas	Facturado/año (€)
1	12.185,61	3	36.556,80
2	12.328,17	4	49.889,65
3	12.472,41	5	63.829,87
4	12.618,34	9	117.598,00
5	12.765,97	12	160.487,85
Total ingresos (€)			428.362,17

Estimación de gastos					
Año	Coste bruto (€)	Sueldos (€)	Consumos(€)	Amortizaciones(€)	Total año
1	25.176,90	5.400,00	1.200,00	6.000	37.776,90
2	33.961,96	5.463,18	1.214,04	6.000	47.184,86
3	42.949,14	5.527,10	1.228,24	6.000	57.015,60
4	78.212,97	5.591,77	1.242,61	6.000	94.280,65
5	105.504,08	5.657,19	1.257,15	6.000	124.058,42
Total gastos (€)					360.316,43

Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) se plantea:

Siendo: A = desembolso inicial
 Qi = Flujo neto de caja
 K = Tipo de interés (0,33)

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+K)} + \frac{Q_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{Q_N}{(1+K)^N} =$$

Cálculo rentabilidad					
Año	Ingresos(€)	Gastos(€)	Beneficio bruto (€)	Beneficio neto (€) (25%)	Flujo de caja (€)
1	36.556,80	37.776,90	-7.220,10	-5.415,08	584,93
2	49.889,65	47.184,86	-3.295,21	-2.471,41	3.528,59
3	63.829,87	57.015,60	814,27	610,70	6.610,70
4	117.598,00	94.280,65	17.317,35	12.988,02	18.988,02
5	160.487,85	124.058,42	30.429,42	22.822,07	28.822,07

VAN (€)	27724,7
---------	---------

Dado que el VAN es > 0 , se considera que el proyecto es rentable, ya que el valor actual neto es mayor que la inversión.

Siendo el TIR el valor del interés que hace el VAN igual a 0, obtenemos:

TIR (%)	67,3
---------	------

Al ser $TIR > K$ (0,33) también indica que se considera un proyecto rentable, ya que la Tasa Interna de Retorno resulta un porcentaje mayor al porcentaje de la tasa mínima de rentabilidad que se exige en la inversión.

El periodo de recuperación es el periodo de tiempo que debe transcurrir para que el valor de los flujos netos de caja acumulados, igualen al desembolso inicial.

PR (años)	2,56
-----------	------

Para el PR se obtiene un resultado de 2,56, por lo que se recuperaría el capital invertido en un plazo aproximado de 3 años.

1.8.7.2 Estudio rentabilidad para el cliente

La máquina de impresión de cartón puede llegar a consumir alrededor de 2-3 litros de tinta en una producción diaria. Teniendo en cuenta que el precio de la tinta Inkjet UV LED que se emplea es de 4.200 €/litro, implantar este sistema supondría reducir considerablemente costes derivados del consumo de producción. Mediante el diseño de esta máquina se pretende reducir el consumo de tintas un 0,5% al día, ya que, un análisis exhaustivo de las imágenes permitirá ajustar los parámetros de impresión apropiadamente y reducir las impresiones fallidas al mínimo.

Además, se debe valorar el tiempo de ajuste que realiza el operario cada vez que la impresora no imprime con la calidad demandada. Se estima que se emplea una hora al día de ajustes y puestas a punto.

Año	Coste tinta por litro (€)	Litros por día (l)	Coste tintas por día (€)	Días por año (d)	Total año (€)
1	4.200	2	8.400	240	2.016.000
Total 0,5 % en reducción de consumo (€)					10.080

Año	Horas al día (h)	Coste por día (€)	Días por año (d)	Total año (€)
1	1	20	240	4.800
Total gastos adicionales ajustes (€)				4.800

La empresa ahorraría al año 14.880 € relativos a ajustes de máquina y consumos excesivos, por lo que, en un plazo de inferior a un año se recuperaría la inversión del coste total de fabricación de la máquina.

1.8.8 Conclusiones

El proyecto se realiza bajo las especificaciones y requisitos de diseño que ha establecido la empresa. Estos surgen desde la necesidad de encontrar un sistema que permita obtener un análisis fiable de la calidad de impresión realizada en cartón corrugado. Debido a la alta competencia que hay en el mercado automatizar este proceso supone una necesidad para la empresa.

Gracias a la incorporación de esta máquina en la línea de producción, la empresa se asegura poder determinar una calidad óptima de pintado y reducir así tiempos de ajuste, reducción en el consumo de tintas, y minimizar los errores en la impresión evitando impresiones fallidas.

Se reduce también el posible error humano y esto admite configurar los parámetros de pintado y guardarlos en perfiles ya ajustados para su posterior utilización. Estos perfiles permiten, por tanto, estimar la cantidad de tinta necesaria para cada trabajo y optimizar al máximo los recursos.

En cuanto al estudio de viabilidad económica del proyecto se observa que es un producto provechoso para la empresa que le va a permitir generar beneficios y dar un servicio de mayor calidad a sus clientes.

Dada la optimización que supone incorporar este sistema, la empresa se plantea implantarlo en las diferentes máquinas que se fabrican para la impresión de otros materiales como azulejos, cemento o madera.

1.9 Planificación

La planificación del proyecto es un aspecto muy importante que nos puede ayudar a conseguir reducir tiempos de diseño, tiempos de entrega y por lo tanto costes.

En este caso, se divide dicha planificación en las principales etapas del proceso de diseño y se enumeran las principales tareas que se han realizado.

Diseño conceptual

- Recopilación de información sobre la necesidad de la empresa
- Valoración y comprobación de la viabilidad de las alternativas existentes
- Comparativas de desarrollo para los subsistemas que forman el conjunto

Diseño preliminar

- Establecimiento de los requisitos de diseño
- Análisis detallado de las soluciones adoptadas
- Cálculo y dimensionamiento de los elementos que forman la máquina
- Diseño preliminar de las piezas que forman el conjunto
- Ensamblaje inicial de los elementos que conforman el proyecto

Diseño detallado

- Diseño preciso de las piezas anteriormente valoradas
- Realización de planos
- Elaboración del presupuesto
- Desarrollo del estudio de viabilidad económica
- Valoración y conclusión del proyecto

1.10 Orden y prioridad entre los documentos

En función de su prioridad se enumeran a continuación los documentos en el actual proyecto en referencia a la norma UNE 157001.

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria
5. Anexos
6. Índice

2. ANEXOS

ÍNDICE DE LOS ANEXOS

2.1	Anexo I. Dimensionado y cálculo de los elementos	47
2.2	Anexo II. Piezas fabricadas	62
2.3	Anexo III. Elementos comerciales.....	65
2.4	Anexo IV. Catálogos e información adicional	66

2.1 Anexo I. Dimensionado y cálculo de los elementos

2.1.1 Dimensionado de motores

Una vez justificada la selección del tipo de motores a instalar, se deben tener en cuenta las condiciones de trabajo a las que van a sometidos dichos elementos. Según los requisitos de diseño establecidos, para realizar un análisis de muestras distribuidas equidistantemente 20 mm en el cartón impreso (1,6 mx 1,4 m) y que el análisis debe realizarse en menos de 5 minutos, se ha calculado una velocidad de desplazamiento de 0,37 m/s.

Por lo que respecta a los ejes accionados mediante correa dentada, la velocidad máxima de trabajo de es de 1 m/s siendo esta superior a la velocidad de desplazamiento calculada.

Debido a que el sistema no requiere altas velocidades ni aceleraciones en ninguna de las direcciones y a que la masa a desplazar por ambos ejes no supera los 30 kg, se realizan los cálculos pertinentes para determinar el modelo de servomotor necesario.

Eje X

El eje X es el encargado de mover el sistema a lo largo de los ejes accionados de mayor longitud. También es el que soporta mayor masa dado que los demás componentes están ubicados sobre él y por ende es el que mayor potencia necesita.

Para saber qué potencia es necesaria se calcula la masa total a soportar por este eje:

- Eje accionado del eje Y 10,4 kg
- Servomotor eje Y 1,5 kg
- Perfil aluminio soporta cables 4,5 kg
- Soportes unión (2x) 2,9 kg
- Soporte eje Z 2,4 kg
- Accionamiento manual del eje Z 0,9 kg
- Microscopio 0,2 Kg
- Soporte del microscopio 0,3 kg
- **Total 23,1 kg → 226,38 N**

Para el cálculo de la fuerza necesaria se tiene en cuenta que los materiales de los elementos en contacto son:

- Raíl de guía: Acero de alta aleación
- Patín/carro: Aleación forjada de aluminio anodizado AA15

Esta combinación de materiales tiene un coeficiente rozamiento estático de 0,61 en contacto directo. Debido a la lubricación aplicada para el correcto deslizamiento del patín sobre la guía dicho coeficiente de rozamiento se reduce a 0,2 - 0,3 por lo que se desarrolla la siguiente ecuación obtenida del diagrama del sólido libre del sistema para el cálculo de la fuerza y el par necesario. Se desprecia el rozamiento de las poleas-correa dentada debido a que su masa es ≈ 0

$$\left. \begin{array}{l} F = \text{Fuerza (N)} \\ \mu = \text{Coeficiente rozamiento estático} \\ M = \text{Par (Nm)} \\ d = \text{Diámetro polea (m)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} F = Fr = \mu \times N \\ F = 0,25 \times 23,1 \times 9,8 = 56,6 \text{ N} \\ M = F \times d \\ M = 56,6 \times \frac{0,025}{2} = 0,7 \text{ Nm} \end{array}$$

En este par motor, se aplica un coeficiente de mayoración de valor 2 para que asegure suficiente capacidad en todo el recorrido. Por lo que el par necesario resulta 1,4 Nm.

Para el cálculo de la aceleración del sistema se desarrolla la segunda ley de Newton.

$$\left. \begin{array}{l} a = \text{Aceleración (m/s}^2\text{)} \\ m = \text{Masa (kg)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} F = m \times a \\ a = \frac{56,6}{23,1} = 2,4 \text{ m/s}^2 \end{array}$$

Se desprecian las inercias del sistema debido a que las aceleraciones del conjunto son muy bajas.

Una vez definida la velocidad de trabajo y habiendo calculado la fuerza a la que está sometido el sistema, se calcula la potencia (Wattios) requerida para este motor:

$$\left. \begin{array}{l} P = \text{Potencia (W)} \\ F = \text{Fuerza (N)} \\ v = \text{Velocidad (m/s)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} P = F \times v \\ P = 56,6 \times 0,37 = 20,9 \text{ W} \end{array}$$

Por tanto, se selecciona un servomotor que sea capaz de cumplir con los requisitos calculados. En este caso, el modelo seleccionado (SM_60 16 1,4) es un servomotor con un par nominal de 1,4 Nm, una velocidad de 1600 rpm y una potencia nominal de 480 W que permite cubrir estas especificaciones.

Siendo la velocidad de trabajo de la máquina 0,37 m/s (283 rpm), el encoder del servomotor debe reducir su velocidad de trabajo en 1/5 parte. Se descarta, por el momento, la instalación de una reductora ya que este servomotor permite trabajar de una forma óptima

en este rango de velocidades sin reducir el par. (Ver Anexos IV Curva par/velocidad Servomotor).

$$\left. \begin{array}{l} v = \text{Velocidad (m/s)} \\ \omega = \text{Velocidad angular (rad/s)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} V = \omega \times r ; \omega = \frac{V}{r} \\ \omega = \frac{0,37}{0,0124} = 29,9 \text{ rad/s} = 285 \text{ rpm} \end{array}$$

2.1.2 Dimensionado de la fuente de alimentación

Para calcular la fuente de alimentación necesaria se calculan las potencias de cada uno de los motores del sistema. Se excluye el ventilador centrífugo, ya que se conecta de manera externa a otro sistema de alimentación que dispone la empresa.

Los servomotores de los ejes accionados permiten trabajar a una velocidad de 1600 rpm con una intensidad nominal de 0,91 A y un voltaje constante de 43,98 V/1000 rpm. (Ver Anexos IV Fuente de alimentación).

Se realiza una tabla para comprobar la potencia mínima de la fuente de alimentación:

Componente	Voltaje (VAC)	Amperaje (A)	Potencia (W)
Servomotor eje X	230	0,91	480
Servomotor eje Y	230	0,91	480
Total			960

Tabla 3 Potencia del sistema

Dado que la fuente de alimentación tiene un PFC activo (Power Factor Correction) de 0,90 seleccionamos una fuente de 1200 W para asegurar el abastecimiento de energía del sistema y tener un margen de trabajo.

2.1.3 Dimensionado de la estructura

En el dimensionado de la estructura, principalmente, se debe tener en cuenta el criterio de planitud. Es decir, la estructura debe desplazarse lo mínimo posible ya que podría afectar en la calidad de la toma de imágenes de la muestra a analizar.

Como requisito de diseño, la empresa desea instalar una estructura robusta que, en un futuro, pueda adaptarse a otros tipos de materiales que podrían ser más pesados como la madera, el azulejo o cemento. Por tanto, en base a estas directrices se realiza el análisis del sistema estructural.

En el análisis de la estructura se tienen en cuenta las diferentes magnitudes que actúan en el sistema que son: la gravedad, las masas de los elementos y la presión ejercida por el ventilador centrífugo.

En el Anexo 2.1.4, en función de los parámetros de presión, caudal y pérdidas de carga del sistema, se selecciona un ventilador centrífugo cuya presión máxima generada es de 0,0072 MPa.

Por otro lado, se tienen en cuenta las masas que soporta el sistema que son:

• Masa que soporta el eje X:	23,1 kg
• Ejes accionados eje X (2 uds):	24,6 kg
• Soportes eje X (2 uds):	38,4 kg
• Panel de vacío y colectores:	72,8 kg
Total	158,9 kg → 1557,2 N

Se realiza una simulación mediante Solidworks Simulation para analizar cómo afectan dichas magnitudes al propio bastidor diseñado con perfiles de acero S235JR 50x50x3 mm. (Ver Anexos IV Perfiles cuadrados S235JR).

En las simulaciones, las fuerzas aplicadas debidas al peso de los componentes vienen representadas por las flechas de color rosa (1558 N), las presiones por flechas de color rojo (7200 N/m²), y se ha tenido en cuenta el efecto de la gravedad (9,8 m/s²). Las fuerzas generadas por las masas de los componentes, se posicionan en la ubicación de dichos componentes y, por otro lado, la presión y la gravedad se aplican de manera uniforme en toda la estructura.

Teniendo en cuenta todas las magnitudes que pueden actuar en la máquina, las tensiones obtenidas en la simulación 1 se encuentran por debajo del límite elástico 6,3 veces, (Ilustración 32 Análisis estático Tensiones Prueba 1) por lo que se asume que no se existe ningún peligro de deformación o rotura del bastidor.

Nombre del modelo: Prueba presion NOK
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: P/A de tensión axial Tensiones1
Escala de deformación: 1

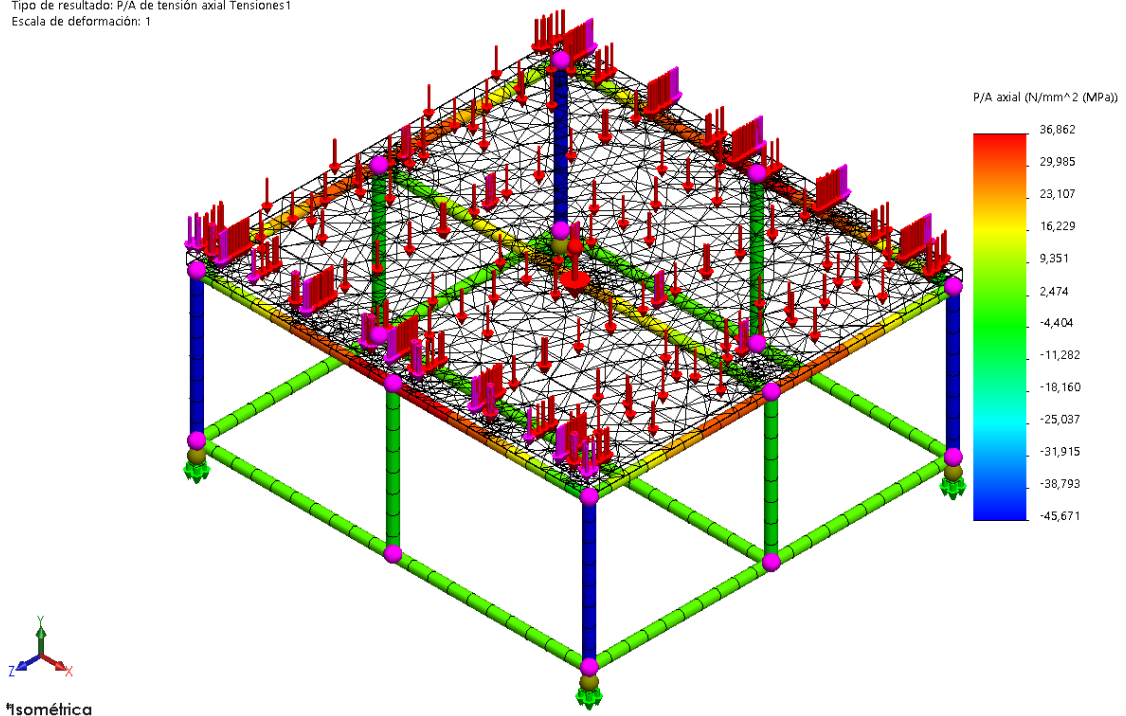


Ilustración 32 Análisis estático Tensiones Prueba 1

Referente a los desplazamientos, se observa que la zona donde se ubican las tolvas de aspiración, puede llegar a desplazarse hasta 2,07 mm (Ilustración 33 Análisis estático Desplazamientos Prueba 1). Este desplazamiento, es suficiente para distorsionar visiblemente la calidad de la captura de imágenes y podría llegar a dar resultados de análisis de calidad fallidos.

Nombre del modelo: Prueba presion NOK
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 10

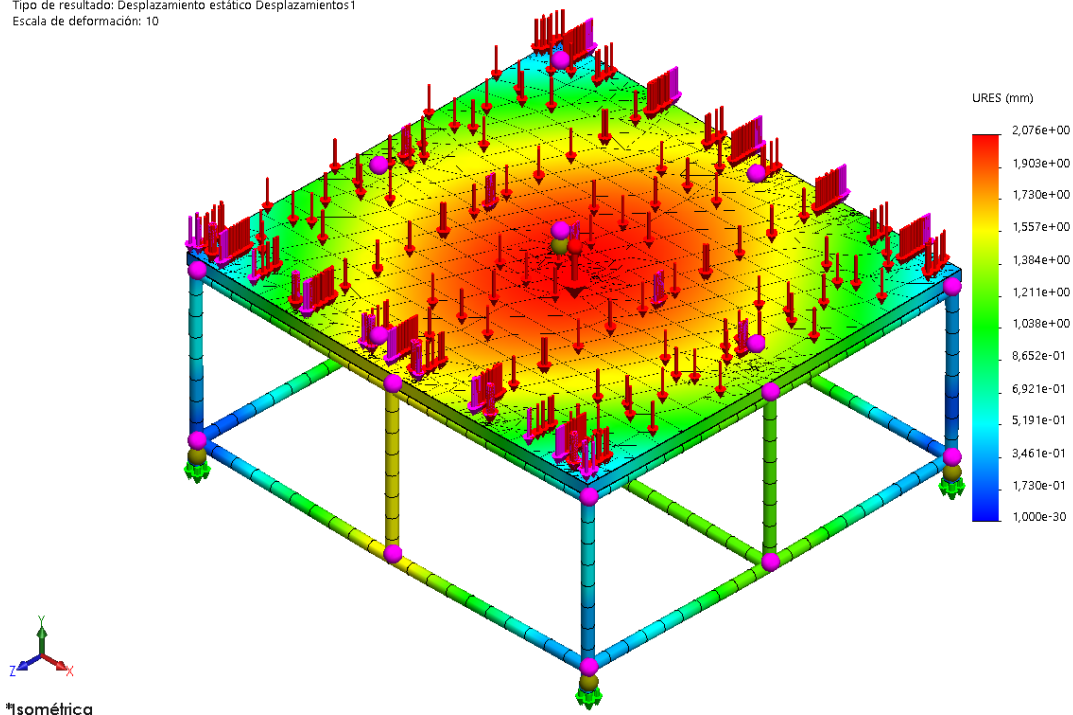


Ilustración 33 Análisis estático Desplazamientos Prueba 1

Debido a que un desplazamiento de 2 milímetros no es aceptable para este proceso, se procede a analizar individualmente el efecto de la gravedad ya que, dicho efecto, sería posible compensarlo una vez fabricado el bastidor mediante algún elemento de ajuste como cuñas, galgas, etc.

Para el análisis del efecto de la gravedad en la estructura, se obtiene que la tensión a la que está sometida es de 6,5 Mpa, siendo 36 veces inferior al límite elástico del S235JR. (Ilustración 34 Análisis estático Tensiones Gravedad).

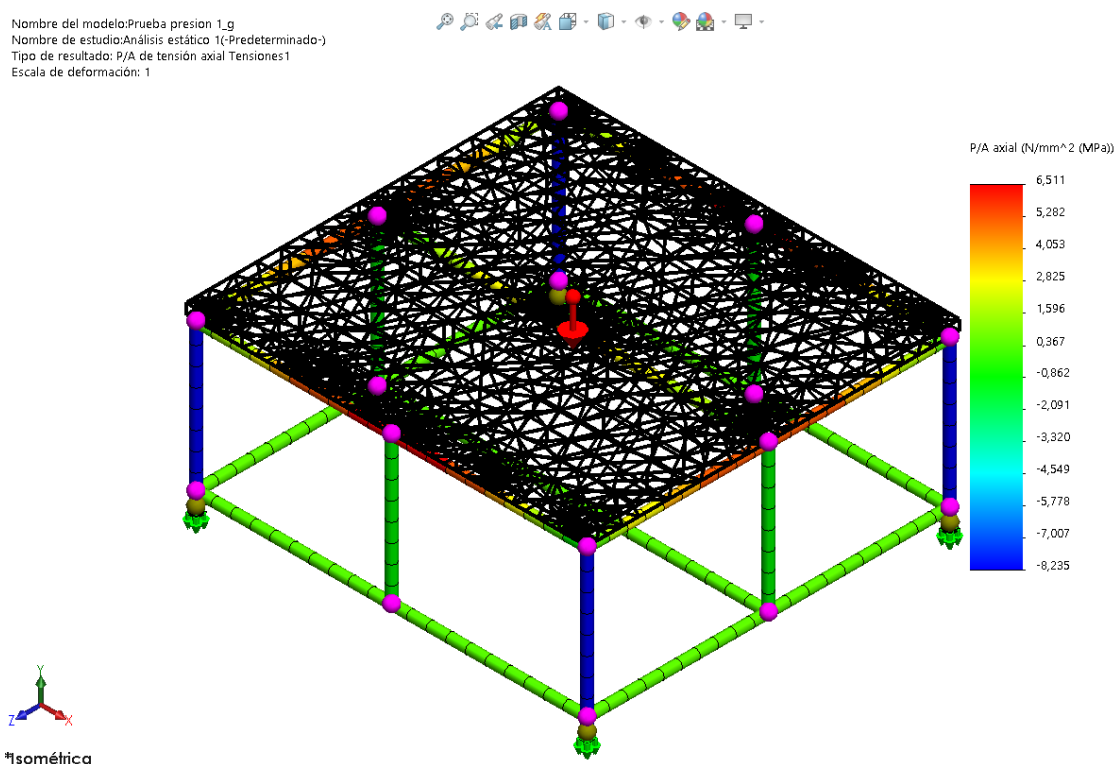


Ilustración 34 Análisis estático Tensiones gravedad

Por lo que respecta a los desplazamientos ocasionados por el efecto de la gravedad resultan 0,367 mm (Ilustración 35 Análisis estático Desplazamientos Gravedad).

Se comprueba que, en comparación a los desplazamientos obtenidos en el análisis estático 1 (2,076 mm), la diferencia entre ambos (1,708 mm) sigue siendo elevada para este proceso.

Nombre del modelo: Prueba presion 1_g
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 10

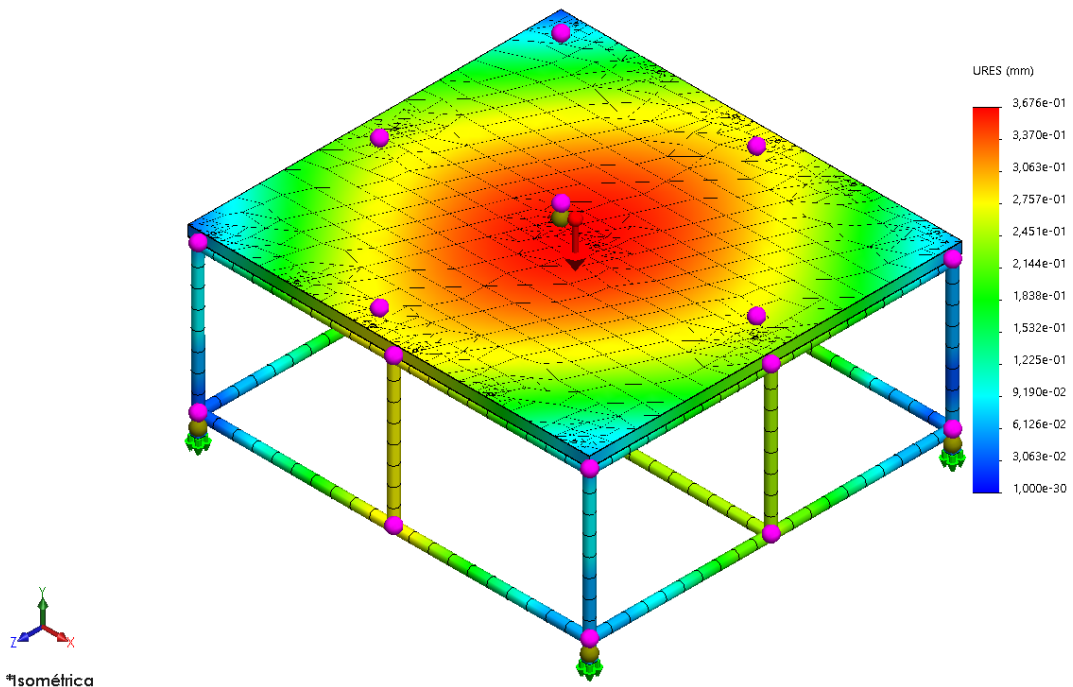


Ilustración 35 Análisis estático Desplazamientos gravedad

Se plantea, por tanto, el refuerzo de la estructura mediante perfiles transversales que fortifiquen la estructura y permitan reducir dichos desplazamientos.

En este análisis, (Ilustración 36 y 37 Análisis estático Tensiones/Deformaciones Prueba 2) se analiza la estructura con refuerzos trasversales aplicando las mismas magnitudes que en la simulación anterior. Se obtiene para este caso los siguientes resultados:

Nombre del modelo: Prueba presion OK
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: P/A de tensión axial Tensiones1
Escala de deformación: 1

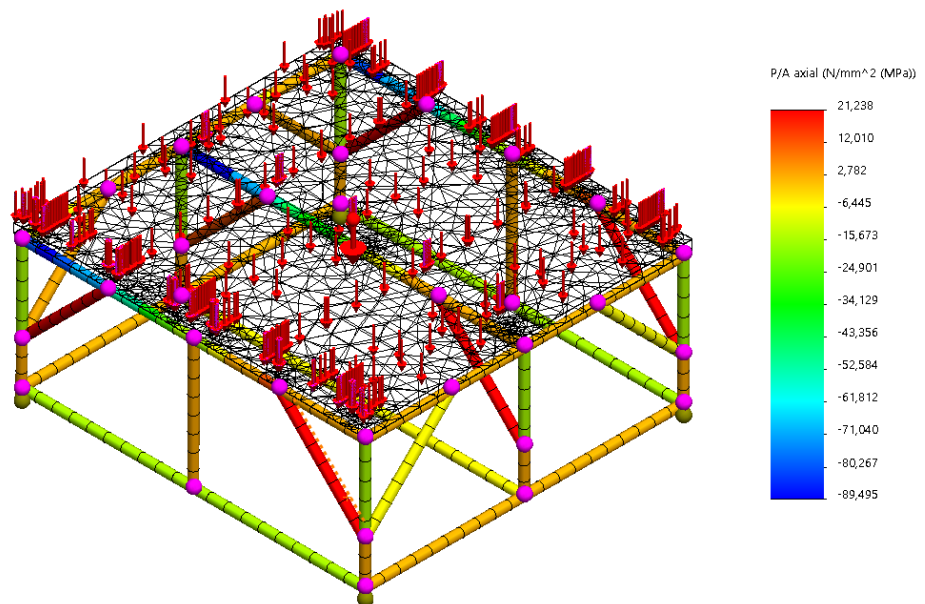


Ilustración 36 Análisis estático Tensiones Prueba 2

Nombre del modelo: Prueba presion OK
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 10

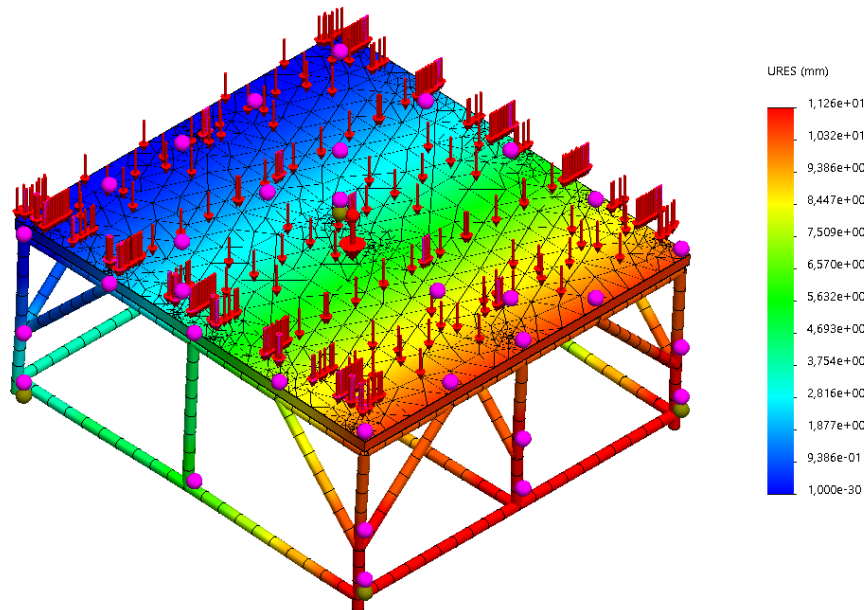


Ilustración 37 Análisis estático Desplazamientos Prueba 2

Conclusiones del análisis estático de la estructura:

- Teniendo en cuenta las propiedades mecánicas del acero S235JR (ilustración 38) se comprueba que ninguna de las simulaciones alcanza el límite elástico ni el límite de rotura de este. En el último caso, Análisis estático Tensiones Prueba 2, se obtiene un coeficiente de seguridad de 10.

En un futuro, esta condición permitiría incorporar a la máquina, materiales más pesados y el bastidor seguiría estando dimensionado de forma segura.

Tipos de acero	Límite elástico mínimo $R_{eH}^{1)}$ [MPa] Espesores nominales [mm]									Tensión de rotura $R_m^{1)}$ [MPa] Espesores nominales [mm]				
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^b	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^b
S235JR									—					—
S235J0	235	225	215	215	215	195	185	175	—	360– 510	360– 510	350– 500	340– 490	—
S235J2									165					330– 480

Ilustración 38 Propiedades mecánicas del acero a temperatura ambiente

- Como se ha comentado anteriormente la planitud y la estabilidad del bastidor son factores determinantes, ya que pueden dar lugar a análisis fallidos del microscopio y esto repercutiría negativamente en los resultados obtenidos.

En el Análisis estático Desplazamientos Prueba 2, se ha conseguido reducir dichos desplazamientos hasta 0,112 mm. Este resultado permite al microscopio una captura de imágenes nítida evitando los posibles errores derivados del posicionamiento del cartón.

- Se justifica por tanto, que el diseño seleccionado esté dotado de perfiles transversales que refuerzan la estabilidad de la estructura e impiden desplazamientos no favorables para el análisis de la calidad de la impresión.

2.1.4 Dimensionado del soplante

Cada tipo de cartón tiene unas propiedades distintas en cuanto a gramaje, curvatura y rigidez se refiere. En la industria del *packaging* la mayoría de las cajas se hacen con el cartón sencillo ya que es bastante resistente y económico. Se forma con tres láminas de papel: una capa intermedia (medium) y dos capas exteriores (liners).

Dependiendo de la calidad, resolución e intensidad requerida en la muestra, los cabezales de impresión se posicionan entre dos y cuatro milímetros del cartón a imprimir. Este hecho limita el tamaño de las irregularidades del cartón para que, en caso de tener algún defecto la muestra, no dañe el sistema de impresión.

En un ensayo práctico para el evaluar el efecto de la curvatura en un cartón sencillo, se colocaron pesas en los puntos de mayor curvatura del cartón (centro y extremos) hasta conseguir una planitud inferior a un milímetro. (Ilustración 39 Ensayo práctico curvatura del cartón)

De este ensayo, se concluyó que, para aplanar completamente un cartón tipo sencillo del tamaño de la muestra (1,6 x 1,4 m) era necesario la aplicación de 10 pesas de 1 kg distribuidas homogéneamente en la superficie del cartón.



Ilustración 39 Ensayo práctico curvatura del cartón

Mediante este sistema se comprueba si el cartón queda totalmente plano y es apto para la impresión o se descarta para el proceso ya que tendría excesiva curvatura y daría resultados fallidos o podría llegar incluso a dañar la máquina.

La placa perforada del tablón de vacío mide 2045 x 1900 x 5 mm y está formada por orificios circulares de succión de 1,78 mm de diámetro. Siendo la disposición de estos orificios cuadrada y teniendo una separación entre orificios de 25 mm, aproximadamente el tablón de vacío cuenta con unos 6220 orificios de succión.

Para el cálculo de la presión necesaria del soplante se dispone:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{10 \times 9,8}{6220 \times \frac{\pi \times (1,78 \times 10^{-3})^2}{4}} = 6331,4 \text{ Pa} \rightarrow 0,0064 \text{ Mpa} \rightarrow 645,65 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Como referencia del fabricante, se recomienda que la velocidad de aspiración del ventilador centrífugo no supere los 8 m/s para no marcar el cartón.

Para el cálculo del caudal se plantea:

$$Q = \frac{dV}{dt} = v \times S = 8 \times \left(6220 \times \frac{\pi \times (1,78 \times 10^{-3})^2}{4} \right) = 0,12 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 450 \text{ m}^3/\text{h}$$

El cálculo de las pérdidas de carga en los conductos de aspiración, se calcula en función de la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$hf = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

Primero se realizan los cálculos previos y se calcula el número de Reynolds para determinar cuál es el régimen en el que se encuentra el sistema:

$$Re = \frac{\rho \times v \times D}{\mu} = \frac{1,184 \times 8 \times 0,099}{0,0000185} = 50.688 > 4 \times 10^3 \rightarrow \text{Régimen turbulento}$$

D = Diámetro interno = 0,099 m

L = Longitud tubería = 2 m

v = Velocidad = 8 m/s

ρ = Densidad = 1,184 kg/m³

μ = Viscosidad dinámica 1,85 x 10⁻⁵ Pa·s

Para calcular el factor de fricción de Darcy (f) se aplica la ecuación de Plavlov:

$$f' = \left\{ -2 \log \left[\frac{\varepsilon}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2} = \left\{ -2 \log \left[\frac{0,00015}{3,7} + \left(\frac{6,81}{50688} \right)^{0,9} \right] \right\}^{-2} = 0,0212$$

Re = Número de Reynolds = 50.688

ε = Coeficiente de rugosidad acero galvanizado = 0,00015 mm

Para el cálculo de las pérdidas de carga del sistema se aplica:

$$hf = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,0212 \times \frac{4,1}{0,099} \times \frac{8^2}{2 \times 9,8} = 2,86 \text{ mH}_2\text{O}$$

hf = Pérdida de carga debida a la fricción

f = Factor de fricción de Darcy = 0,13

L = Longitud tubería + Longitud equivalente codo 90° radio largo = 2 + 2,1 = 4,1 m

D = Diámetro interno de la tubería = 0,099 m

v = Velocidad media del fluido = 8 m/s

g = Aceleración estándar de la gravedad $\approx 9,8 \text{ m/s}^2$

Por tanto, seleccionamos un modelo de ventilador centrífugo de presión moderada (Ver Anexos IV Ventilador centrífugo CAS-463-2T-5,5) cuya presión estática son 727,30 mmH₂O y permite alcanzar un caudal máximo de 1150 m³/h.

2.1.5 Dimensionado del cordón de soldadura

Según el Documento básico de Seguridad Estructural del Acero del Código técnico de la Edificación (DB-SE-A del CTE):

“Se llama soldadura a la unión de dos piezas metálicas de igual o parecida composición, de forma que la unión quede rígida y estanca. Esto se consigue bien por el efecto de fusión que proporciona la aportación de calor, bien por la aportación de otro metal de enlace o por la combinación de ambos efectos.”

Se tienen en cuenta para este proyecto las Disposiciones constructivas y clasificación de este documento y se citan en este apartado:

- 1) Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape como se muestra en la ilustración 40 Tipos de soldadura en ángulo.

En el caso de uniones en T:

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos
- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial

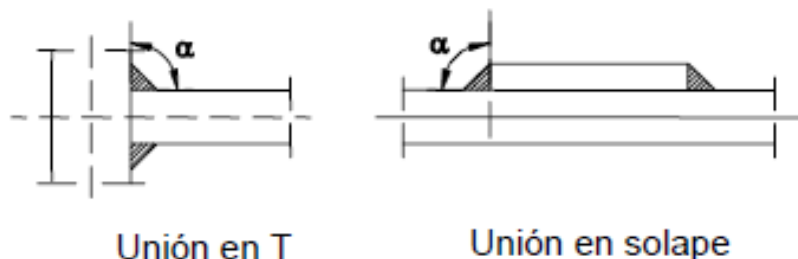


Ilustración 40 Tipos de soldadura en ángulo

Se observará lo siguiente:

- a) los cordones deben, si es posible, prolongarse rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y longitud dos veces dicho espesor. Esto debe indicarse en los planos.
- b) la longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.
- c) los cordones de soldadura en ángulo pueden ser continuos o discontinuos (intermitentes). Estos últimos se utilizan sólo para unir entre sí elementos de

secciones sencillas formando piezas de secciones de mayor complejidad, no deben utilizarse en ambientes corrosivos y siempre deben cumplir las limitaciones establecidas. Debe interpretarse en esta que:

i) la ejecución de los cordones de longitud L_0 en los extremos de la pieza es un detalle obligatorio.

ii) la limitación de valor $0,25 b$, siendo b la separación entre rigidizadores, se utiliza exclusivamente en casos de unión de rigidizadores a chapas o a otros elementos solicitados a compresión o cortante.

d) no se utilizará un solo cordón de soldadura en ángulo para transmitir esfuerzos de tracción perpendiculares a su eje longitudinal.

Sabiendo que la soldadura del bastidor del proyecto se realiza mediante uniones en ángulo se procede a dimensionar los parámetros del cordón de soldadura.

Estos parámetros hacen referencia al espesor de garganta necesario (a) y a la longitud (L_w) que debe tener el cordón de soldadura dependiendo de las solicitaciones a la que esté expuesta la estructura. (Ilustración 41 Espesor de garganta y longitud del cordón de soldadura)

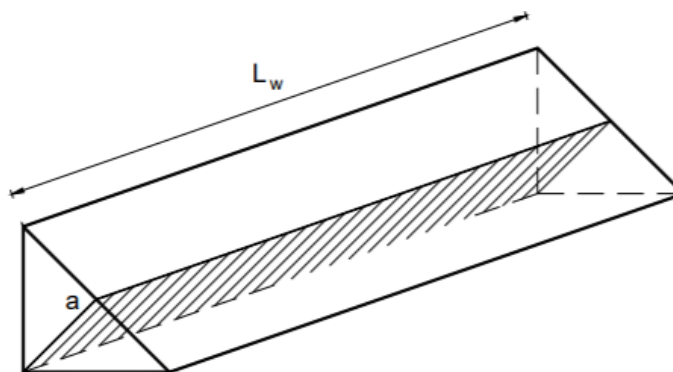


Ilustración 41 Espesor de garganta y longitud del cordón de soldadura

El espesor de garganta de una soldadura en ángulo deberá cumplir la condición expresada en la ecuación:

$$a \leq 0,7 \times e_{\min}$$

Siendo e_{\min} el mínimo espesor de las chapas soldadas (Perfiles 50x50x3 mm). El resultado de la expresión anterior se redondeará a la baja, no pudiendo adoptar valores inferiores a los de la tabla en función del espesor de las chapas.

$$a \geq 3 \text{ mm para } e_{\min} \leq 10 \text{ mm}$$

$$a \geq 4,5 \text{ mm para } e_{\min} \leq 20 \text{ mm}$$

$$a \geq 5,6 \text{ mm para } e_{\min} > 20 \text{ mm}$$

Los perfiles tubulares que componen la estructura son de 50 x 50 x 3 mm. Por tanto, el espesor mínimo de garganta para la soldadura del bastidor resulta 2,1. Debido a que no puede ser inferior a los valores anteriormente descritos, debe ser $a = 3$ mm.

Para el cálculo de la longitud del cordón se deben tener en cuenta las siguientes ecuaciones y restricciones.

Dado el esfuerzo que solicita a la unión, una vez obtenido el espesor de garganta, función del espesor de las chapas a unir, la longitud del cordón de soldadura a disponer deberá cumplir la siguiente condición:

$$F_{w, Ed} \leq a \times L_w \times f_{vW,d}$$

Es decir, la longitud dispuesta de cordón de soldadura, L_w deberá ser:

$$L_w = \frac{F_{Ed}}{a \times f_{vW,d}}$$

Dónde F_{Ed} se define como el mayor valor entre el axil que solicita a la soldadura y el 33% del $N_{pl,Rd}$ del soporte a unir. Del análisis estático se obtiene que el mayor axil que puede soportar cada perfil de la estructura es 55.000 N.

$$N_{pl,Rd} = A \times f_{yd} = (50 \times 50 - 44 \times 44) \times \frac{235}{1,05} = 126.228,57 \times 0,33 = 41.655,42 \text{ N} < 55.000 \text{ N}$$

Por tanto, $F_{Ed} = 55.000 \text{ N}$

La resistencia de un cordón de soldadura en ángulo es suficiente si la resultante de todas las fuerzas transmitidas por el cordón por unidad de longitud $F_{w,Ed}$, no supera el valor de su resistencia de cálculo $F_{w,Rd}$ con independencia de la orientación del cordón.

La comprobación de resistencia por unidad de longitud de un cordón en ángulo se realiza de acuerdo a la expresión:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = a \times f_{vW,d}$$

$$f_{vW,d} = \frac{f_u}{\beta_w \times \gamma_{M2}}$$

La ilustración 42 muestra las propiedades de los diferentes tipos de acero, siendo:

- f_u resistencia a tracción del acero de las chapas a soldar
- $\gamma_{M2} = 1,25$ coeficiente parcial de seguridad de la unión soldada
- β_w coeficiente de correlación en función del tipo de acero de las piezas a soldar, cuyo valor se obtiene a partir del límite elástico del acero de las chapas a unir.

Acero	f_u (N/mm ²)	β_w
S 235	380	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

Ilustración 42 Propiedades de los diferentes aceros DBSE

Sustituyendo los valores de f_u y βW para las calidades habituales de acero estructural se obtiene:

$$f_{vW,d} = 207,84 \text{ N/mm}^2$$

Por lo que:

$$L_w = \frac{FEd}{a \times f_{vW,d}} = \frac{55.000}{3 \times 207,84} = 88,21 \text{ mm}$$

Además, se deberán cumplir las siguientes disposiciones mínimas:

$$L > 40 \text{ mm o } 6 \times a \rightarrow 88,20 > 40 \text{ y } 88,21 > 6 \times 3$$

En cordones laterales -paralelos al esfuerzo- que transmitan axiles entre las piezas unidas, siendo b la anchura de la pieza unida, su longitud mínima será:

$$L > b \text{ o } 15 \times a \rightarrow 88,20 > 6 \text{ y } 88,21 > 15 \times 3$$

Determinado el espesor de garganta y la longitud del cordón de soldadura en ángulo a disponer, la resistencia de este será igual al valor obtenido en la siguiente ecuación:

$$F_{w,Rd} = a \times L_w \times f_{vW,d} = 3 \times 88,21 \times 207,84 = 55.000,7 > 55.000 \text{ N}$$

Esta resistencia que debe ser mayor o igual al esfuerzo que solicita a la soldadura. Esta comprobación se realiza en aquellos casos en que la longitud del cordón de soldadura es limitada, debiendo comprobar que, el cordón de soldadura dispuesto es suficiente para transmitir los esfuerzos previstos.

En este caso la resistencia del cordón de soldadura es igual al producto de los parámetros de la propia soldadura, por lo que se concluye que está bien dimensionada.

Por último, a la hora de soldar perfiles tubulares cuadrados se recomienda una secuencia de soldeo como se muestra en la ilustración 43.

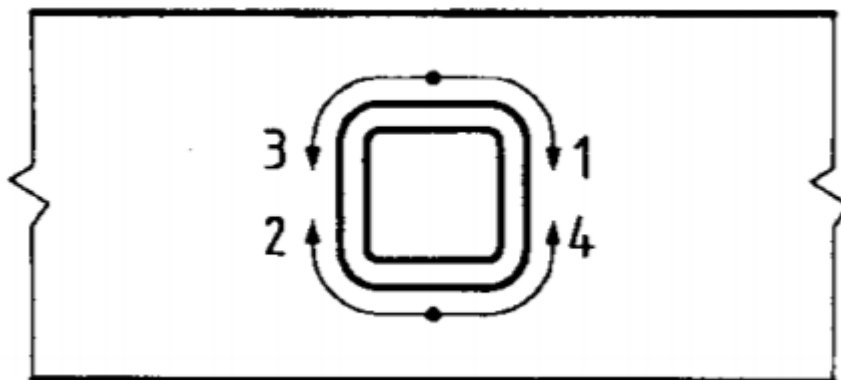
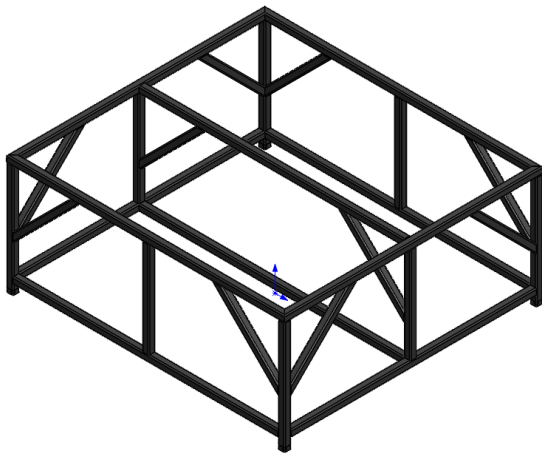


Ilustración 43 Secuencia de soldeo en perfiles tubulares

2.2 Anexo II. Piezas fabricadas

Además de la fabricación del propio bastidor, para poder ensamblar todo el sistema, ha sido necesario crear algunas piezas tales como soportes o pletinas. A continuación, se listan, por orden de montaje las piezas suplementarias que se han tenido que diseñar:



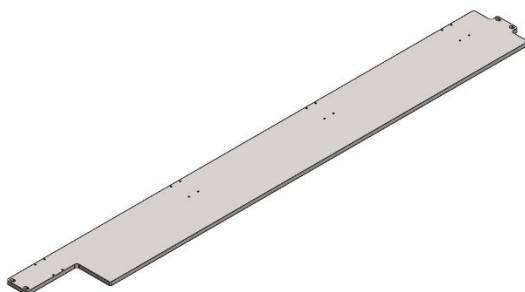
Bastidor (1x)

Se elabora el bastidor a partir de perfiles de acero estructural S235JR de tamaño 50x50x3 mm.



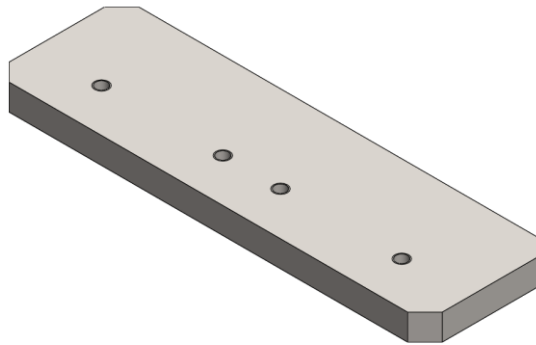
Soporte guiado Y lado izquierdo (1x)

Este soporte se coloca sobre el tablón de vacío, en el lado izquierdo del bastidor para fijar el sistema de guiado. Material AISI-304.



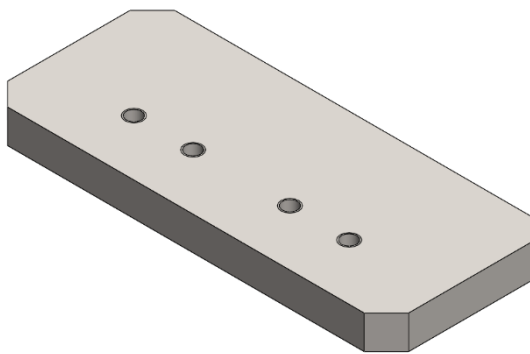
Soporte guiado Y lado derecho (1x)

Este soporte se coloca sobre la tablón de vacío, en el lado derecho del bastidor para fijar el sistema de guiado. Es más amplio que el anterior debido a que soporta la guía portacables. Material AISI-304.



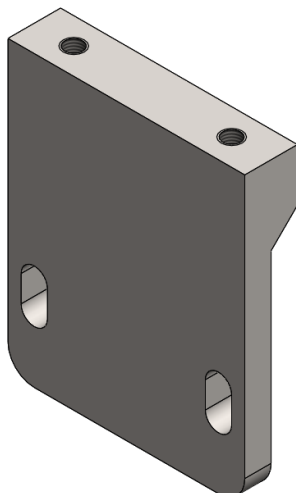
Pletina unión (1x)

Esta pletina se atornilla al bastidor en el extremo delantero derecho para poder fijar el soporte de guiado de la tablón de vacío. Material AISI-304.



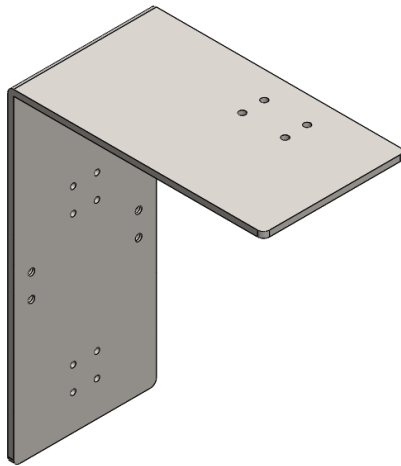
Pletina unión (3x)

Estas pletinas se atornillan al bastidor en los demás extremos para poder fijar el soporte de guiado de la tablón de vacío. Material AISI-304.



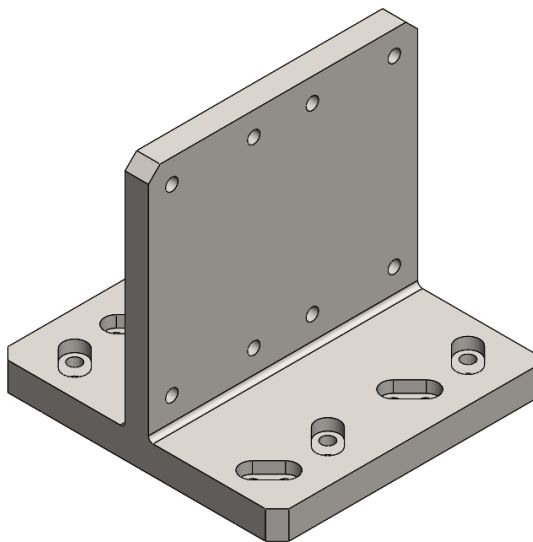
Acople tablón vacío (4x)

Estos acoples son la unión entre el bastidor, el tablón de vacío y los soportes de guiado izquierdo y derecho. Material AISI-304.



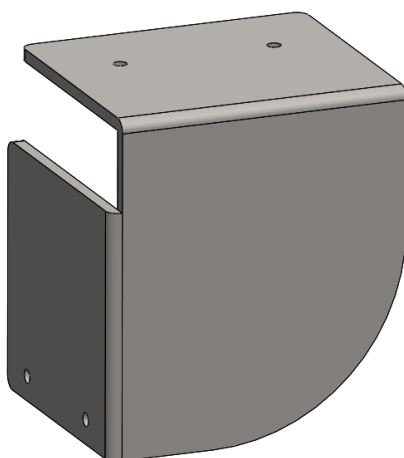
Soporte eje z (1x)

Este soporte se encarga de fijar el soporte del microscopio al eje accionado del eje Y. Además, se atornilla sobre él la cadena porta cables. Material AISI-304.



Soporte ejes accionados (2x)

Estos soportes fijan el eje accionado del eje Y a los ejes accionados del eje X. Material AISI-304.



Soporte guía porta cables (x1)

Este soporte se fija en la guía porta cables del eje Y y a su vez sirve para soportar la cadena porta cables del eje X. Material AISI-304.

2.3 Anexo III. Elementos comerciales

Se realiza un listado con los componentes comerciales necesarios para el desarrollo del proyecto.

Componente	Unidades	Descripción
Eje accionado eje X	2	Eje accionado que realiza el desplazamiento del sistema en una dirección de referencia
Eje accionado eje Y	1	Eje accionado que realiza el desplazamiento del sistema en una dirección de referencia
Servomotor eje X	1	Servomotor SM_60 16 1,4
Servomotor eje Y	1	Servomotor SM_60 16 1,4
Eje de conexión	1	Eje de unión entre ejes accionados que permite su movimiento sincronizado
Fuente de alimentación	1	Fuente de alimentación 1200 W
Tablón de vacío	1	Tablón de vacío de alta planitud con núcleo en nido de abeja de aluminio.
Centradores mecánicos	4	Centrador mecánico alta precisión de muelle contacto bola ϕ 5 mm
Soplante de aire	1	Soplante alta presión R7
Soporte antivibración	1	Soporte antivibración caucho-metálico
Filtro	1	Filtro para vacío Solberg CSL 239-300
Conductos	2 m	Tubo circular en chapa galvanizada ϕ 100 mm
Colector	2	Tolva concéntrica trapecial
Pies regulables	4	Pies fijos de acero con base de poliamida
Guía porta cables	2	Perfil aluminio aligerado (1820mm y 1640mm)
Cadena para cables	3 m	Cadena ajustable poliamida
Microscopio	1	Dinolite AM4515 T8
Soporte microscopio	1	Soporte precisión universal
Perno M8x90	10	Perno hexagonal roscado M8x90
Tornillo M8x40	10	Tornillo hexagonal M8x40
Tuerca M8	10	Tuerca hexagonal M8
Arandela ϕ 8,4 mm	20	Arandela plana diámetro 8,4 mm
Cierre perimetral	1	Protección perimetral modular
Pulsador de emergencia	1	Pulsador tipo seta para paros de emergencia
Soporte pantalla	1	Brazo soporte sencillo

Tabla 4 Listado de los componentes comerciales

2.4 Anexo IV. Catálogos e información adicional

En este apartado se muestran los diferentes catálogos con los detalles técnicos de los elementos comerciales expuestos en el Anexo III. Para facilitar su lectura, se disponen con el mismo orden que tiene el anterior listado.

Ejes de accionamiento por correa dentada EGC-TB-KF, con guía de rodamiento de bolas

FESTO



★/☆	Programa básico de Festo Cubre el 80 % de sus tareas de automatización	★ Generalmente, listo para envío desde fábrica en 24 h Disponibile en todo el mundo en 13 centros de servicio Más de 2200 productos
En todo el mundo:	Siempre en almacén	☆ Generalmente, listo para envío desde fábrica en 5 días Montado para Ud. en 4 centros de servicio en todo el mundo
Convincente:	Calidad Festo a un precio atractivo	Hasta 6×10^{12} variantes por familia de productos
Sencilla:	Adquisición y almacenamiento simplificados	



Actuadores electromecánicos

Ayuda a la selección

Sumario de ejes de accionamiento por correa dentada y por husillo

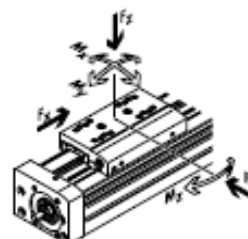
Ejes de accionamiento por correa dentada





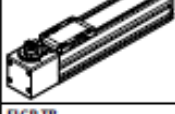
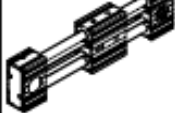
- Velocidad de hasta 10 m/s
- Aceleración de hasta 50 m/s²
- Precisión de repetición de hasta ±0,08 mm
- Carrera de hasta 8500 mm (carreras más largas bajo demanda)
- Diversas posibilidades de conexión del motor

Ejes de accionamiento por husillo

- Velocidad de hasta 2 m/s
- Aceleración de hasta 20 m/s²
- Precisión de repetición de hasta ±0,003 mm
- Carrera de hasta 3000 mm

Sistema de coordenadas





Ejes de accionamiento por correa dentada						
Tipo	F_x [N]	v [m/s]	M_x [Nm]	M_y [Nm]	M_z [Nm]	Características
Guía de rodamiento de bolas para cargas pesadas						
EGC-HD-TB						
	450 1000 1800	3 5 5	140 300 900	275 500 1450	275 500 1450	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de accionamiento plana con perfil cerrado y rígido • Guía de perfil doble precisa y resistente • Ideal como eje básico para pórticos verticales de dos ejes y ejes en voladizo
Guía de rodamiento de bolas						
EGC-TB-KF						
	50 100 350 800 2500	3 5 5 5 5	3,5 16 36 144 529	10 132 228 680 1820	10 132 228 680 1820	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil cerrado y rígido • Guía de ralles de precisión para grandes cargas • Reducción del par de accionamiento necesario mediante pequeños pñones • Detección de posiciones en mínimo espacio
ELGA-TB-KF						
	350 800 1300 2000	5 5 5 5	16 36 104 167	132 228 680 1150	132 228 680 1150	<ul style="list-style-type: none"> • Guía y correa dentada en el interior • Guía de ralles de precisión para grandes cargas • Guía y correa dentada protegidas mediante cinta de recubrimiento • Grandes fuerzas de avance
ELGA-TB-KF-F1						
	260 600 1000	5 5 5	16 36 104	132 228 680	132 228 680	<ul style="list-style-type: none"> • Apropiado para el uso en zonas de contacto con alimentos • "Clean Look": superficies lisas, fáciles de limpiar • Guía y correa dentada en el interior • Guía de ralles de precisión para grandes cargas • Guía y correa dentada protegidas mediante cinta de recubrimiento
ELGC-TB-KF						
	75 120 250	1,2 1,5 1,5	5,5 29,1 59,8	4,7 31,8 56,2	4,7 31,8 56,2	<ul style="list-style-type: none"> • Guía y correa dentada en el interior • Guía de ralles de precisión para grandes cargas • Guía y correa dentada protegidas mediante cinta de recubrimiento
ELGR-TB						
	50 100 350	3 3 3	2,5 5 15	20 40 124	20 40 124	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de la barra de coste optimizado • Unidad lista para el montaje • Rodamientos a bolas resistentes para un funcionamiento dinámico

Ejes de accionamiento por correa dentada EGC-TB-KF, con guía de rodamiento de bolas

Hoja de datos



-  Tamaño
50 – 185
-  Longitud de la carrera
50 – 8500 mm
-  www.festo.com



Especificaciones técnicas generales		50	70	80	120	185
Tamaño		50	70	80	120	185
Forma constructiva		Eje electromecánico con correa dentada				
Guía		Guía de rodamiento de bolas				
Posición de montaje		Indistinta				
Carrera de trabajo						
EGC...GK/GP	[mm]	50 – 1900	50 – 5000	50 – 8500	50 – 8500	50 – 8500
EGC...GV/GQ	[mm]	50 – 1900	50 – 5000	50 – 8500	50 – 8400	50 – 8400
Fuerza de avance máx. F_a	[N]	50	100	350	800	2500
Momento máx. de giro sin carga ¹⁾	[Nm]	0,072	0,18	0,4	1,4	4,05
Resistencia máx. de desplazamiento sin carga ²⁾	[N]	8	14,5	28	70	110
Par de accionamiento máximo	[Nm]	0,46	1,24	5	16	93
Velocidad máx.	[m/s]	1	1			
Aceleración máx.	[m/s ²]	10				
Precisión de repetición	[mm]	±0,03				±0,1

1) Con 0,2 m/s, variante GK o GV

Condiciones de funcionamiento y del entorno		
Temperatura ambiente	[°C]	-10 – +60
Grado de protección		IP40
Tiempo de utilización	[%]	100

Pesos [g]		50	70	80	120	185
Peso básico con cámara de 0 mm ¹⁾						
EGC...GK/GP		620	1850	3000	10500	32600
EGC...GV/GQ		–	2470	3900	12600	36800
Peso adicional por cada 10 mm de carrera		19	44	62	150	300
Masa móvil						
EGC...GK/GP		130	370	620	2180	6500
EGC...GV/GQ		–	550	900	2730	7720
Carril adicional						
EGC...KL/KR		80	300	550	2000	6000
Unidad de bloqueo						
EGC...3H...PN		–	–	700	2300	4900
EGC...2H...PN		–	–	1300	4000	8300

1) Incl. carril

Ejes de accionamiento por correa dentada EGC-TB-KF, con guía de rodamiento de bolas

Hoja de datos

ATEX ¹⁾		50	70	80	120
Tamaño					
Categoría ATEX para gas	II 2G				
Tipo de protección (contra explosión) de gas	c IIB T4 X				
Temperatura ambiente con riesgo de explosión	-10 °C ≤ T _a ≤ +60 °C				
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según la Directiva de protección contra explosiones (ATEX) de la UE				

1) Tener en cuenta la certificación ATEX de los accesorios.

Correa dentada		50	70	80	120	185
Tamaño						
Paso	[mm]	2	3	3	5	8
Elongación ¹⁾						
EGC..._	[%]	0,125	0,08	0,213	0,168	0,24
EGC..._PU2	[%]	-	0,041	0,105	0,1	0,095
Anchura	[mm]	10	15	19,3	30,3	50,5
Diámetro efectivo	[mm]	18,46	24,83	28,65	39,79	73,85
Constante de avance	[mm/giro]	58	78	90	125	232

1) Con fuerza máxima de avance

Momento de inercia de la masa		50	70	80	120	185
Tamaño						
I ₀						
EGC..._GK	[kg mm ²]	16,94	83,34	205,9	1241	17976
EGC..._GV	[kg mm ²]	-	110	265	1465	19690
I ₁ por metro de carrera	[kg mm ² /m]	2,6	10,6	18,8	93	760
I ₁ por kg de carga útil	[kg mm ² /Kg]	85	154	205	396	1363,5
I _W Carro adicional	[kg mm ²]	3,56	56,32	126,73	861	8846
I ₁ Unidad de bloqueo						
EGC..._1H..._PN	[kg mm ²]	-	-	143,5	911	6681
EGC..._2H..._PN	[kg mm ²]	-	-	266,5	1584	11317

El momento de inercia de la masa I_A del eje completo se calcula de la siguiente manera:

$$I_A = I_0 + K \times I_W + I_1 \times \text{carrera de trabajo [m]} + I_1 \times m_{\text{carga útil}} [\text{kg}] + I_1$$

K= Número de carnos adicionales

Ejes de accionamiento por correa dentada EGC-TB-KF, con guía de rodamiento de bolas

Accesorios

Soporte para amortiguador KYE

Tope elástico NPE → página 61

Amortiguador YSRW → página 61

(Código del pedido A o C)

Material:

Aluminio, anodizado

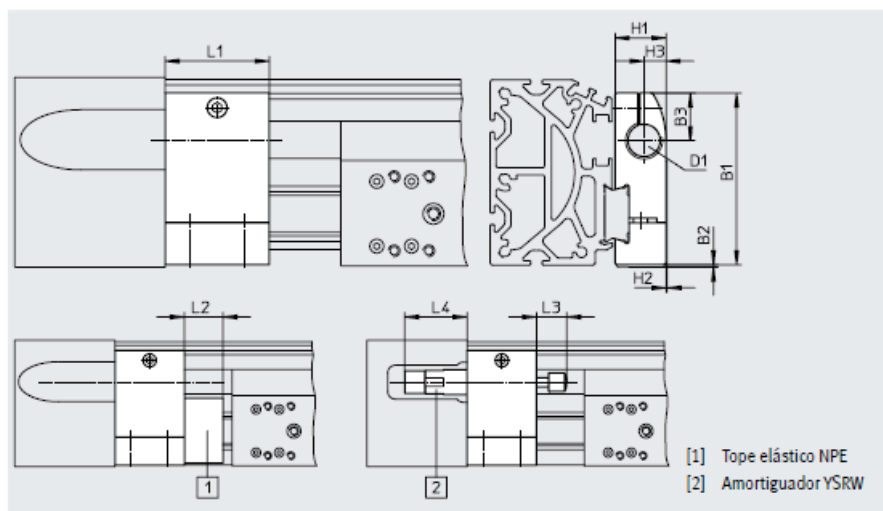
En conformidad con la Directiva

2002/95/CE (RoHS)

No en combinación con las variantes

GP y GQ o GK-C y GV-C y 1H...-PN,

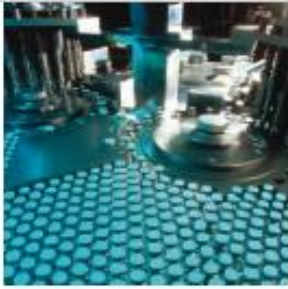
2H-PN.



Dimensiones y referencias de pedido

Para tamaño	B1	B2	B3	D1	H1	H2	H3	L1	L2	L3	L4	Peso [g]	N.º art.	Código del producto ¹⁾
50	38	1	13,5	M8X1	12	0,4	5	20	12	8	20	20	557583	KYE-50
70	57,5	1	16,5	M12X1	18,2	0,5	7,5	30	15	14	32	75	557584	KYE-70
80	74,2	1	20,5	M16X1	22	0,5	9,5	45	25	20	41	170	557585	KYE-80
120	108,5	1	26	M22X1,5	31	1	14	60	40	26	48,5	680	557586	KYE-120
185	168	1	37	M26X1,5	42	4	18	75	60	34	58,5	1075	557587	KYE-185

1) Indicado para zonas ATEX

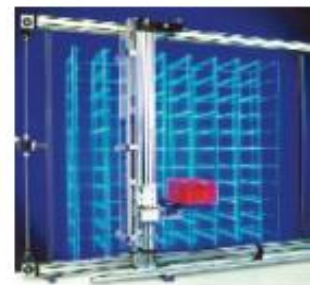


aerospace
climate control
electromechanical
filtration
fluid & gas handling
hydraulics
pneumatics
process control
sealing & shielding



SMB / SMH Series

Low Inertia Servo Motors



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

192-061013N4
A74088 / A87859

Brushless servo motors SMB / SMH
www.parker.com/eme/smb www.parker.com/eme/smh

Low Inertia Servo Motors - SMB / SMH

Overview

Description

The SMB / SMH* Series of highly-dynamic brushless servo motors have been design to combine the cutting-edge technology of Parker Hannifin products with an extremely high performance. Thanks to the innovative "salient pole" technology, the motor's dimensions are considerably reduced with significant advantages in terms of specific torque, overall dimensions and dynamic performance. Compared to traditional-technology brushless servo motors, the specific torque is approximately 30 % higher, overall dimensions are considerably reduced and, consequently rotor inertias are extremely low. Thanks to the high quality of Neodymium-Iron-Boron magnets, and also the encapsulation method used to fasten them to the shaft, the SMB/H motors can achieve very high acceleration and withstand high overloads without risk of demagnetisation or detachment of the magnets. Specific applications for the SMB/H Series include all types especially those for the packaging and handling industry, and all those applications where very high dynamic performances and very low inertias are required.

Features

- High number of feedback options
- Customised windings/voltages
- Increased Inertia option
- Multiple connection options

Application

- Food, Pharma & Beverage
- Packaging Machines
- Material Forming
- Material Handling
- Factory Automation
- Life Science Diagnostic
- Automotive Industry / In-Plant
- Printing Industry
- Textile Machines
- Robotics
- Servo Hydraulic Pumps



Technical Characteristics - Overview

Motor Type	Permanent magnets synchronous servomotor
Rotor Design	Rotor with surface rare earth magnets
Number of poles	10 for SM_42 8 for SM_60-82-100-115-142-170
Power Range	0.1 – 9.4 kW
Torque Range	0.35 – 60 Nm
Speed Range	0 – 7500 min ⁻¹
Mounting	Flange with smooth holes
Shaft End	Plain keyed shaft Plain smooth shaft (option)
Cooling	Natural ventilation
Protection Level (IEC60034-5)	IP64 IP65 (option/standard for SM_170) IP67 (option for SM_170)
Feedback sensor	Resolver Absolute Endat or Hiperface Incremental Encoder
Thermal protection	PTC for SMB and KTY for SMH
Other options	Brake Second shaft Increased inertia
Marking	CE / UL (SM_42 and SM_170 excluded)
Voltage Supply	80 / 230 / 400 VAC other voltage under request
Temperature Class	Class F
Connections	Rotatable connectors Flying cables Terminal Box (see table option for combination) Special connector (under request)

* SMB: for Drives TPD-M, SLVD-N, TWIN-N, SPD-N, HI-Drive
SMH: for Drive Compax3

Brushless servo motors SMB / SMH
Technical Characteristics

Technical Characteristics

Technical Data

230 VAC supply voltage

Model ⁽¹⁾	Size	Stall ⁽²⁾		Nominal ⁽³⁾			Peak ⁽⁴⁾ Torque	Inertia		Ke ⁽⁵⁾	Kt ⁽⁵⁾
		Torque	Current	Torque	Speed	Current		No brake	With brake		
		T _{stall} (T _{stall}) [Nm]	I _{stall} [A]	T _{nom} [Nm]	n [min ⁻¹]	I _{nom} [A]	T _{max} [Nm]	J [kgmm ²]	J [kgmm ²]	Ke [Vs]	Kt [Nm/Amm]
SM_42 60 0,35	42	0.35 0.45	0.78	0.15	6000	0.38	0.9	13	n.a.	0.29	0.46
SM_60 30 0,55			0.7	0.50	3000	0.66				0.44	0.76
SM_60 45 0,55		0.55 (0.68)	1.0	0.39	4500	0.74	1.7	18	30.5	0.30	0.53
SM_60 60 0,55			1.4	0.24	6000	0.60				0.23	0.40
SM_60 16 1,4	60	0.95 1.23	1.35	1600	0.91	4.4	30	42.5	0.85	1.48	
SM_60 30 1,4			1.73	1.20	3000				1.50	0.47	0.81
SM_60 45 1,4		1.4 (1.7)	2.37	1.00	4500	1.69	9	140	183	0.34	0.59
SM_60 60 1,4			2.98	0.80	6000	1.70				0.27	0.47
SM_60 75 1,4		3.85	0.15	7500	0.41				0.21	0.36	
SM_82 10 03	82	3 (3.7)	1.2	2.9	1000	1.2	9	140	183	1.43	2.48
SM_82 16 03			1.8	2.9	1600	1.7				0.96	1.66
SM_82 30 03			3.1	2.7	3000	2.8				0.55	0.96
SM_82 33 03			3.5	2.4	3300	2.8				0.49	0.85
SM_82 45 03			4.7	2.2	4500	3.4				0.37	0.64
SM_82 60 03			6.1	1.5	6000	3.1				0.28	0.49
SM_82 75 03			7.5	0.6	7500	1.6				0.23	0.40
SM_100 16 06	100	6 (9)	3.7	5.8	1600	3.6	18	336	440	0.92	1.60
SM_100 30 06			5.9	5.0	3000	4.9				0.59	1.02
SM_100 45 06			9.4	3.5	4500	5.5				0.37	0.64
SM_100 55 06			11.8	2.6	5500	5.1				0.29	0.51
SM_100 75 06			14.7	0.6	7500	1.5				0.24	0.41
SM_115 16 10	115	10 (12.5)	6.0	9.0	1600	5.4	32	900	1000	0.96	1.66
SM_115 30 10			10.5	8.0	3000	8.4				0.55	0.95
SM_115 40 10			14.7	7.6	4000	11.2				0.39	0.68
SM_115 54 10			18.2	7.1	5400	12.9				0.32	0.55
SM_142 18 15	142	15 (19)	9.7	13.3	1800	8.6	47	1400	1600	0.89	1.54
SM_142 30 15			16.0	12.5	3000	13.4				0.54	0.94
SM_170 11 35	170	35	13.3	30	1100	11.4	111	2900	4500	1.52	2.6
SM_170 16 35			20	28	1600	11				1.03	1.8
SM_170 30 60			29	26	2500					0.69	1.2

⁽¹⁾ Data referred to motor mounted on a steel flange in horizontal position with resolver and without brake. Stall torques refer to motor turning at 100 min⁻¹

⁽²⁾ Data measured at 20 °C. When "hot" consider -0.09 %/K derating

⁽³⁾ Manufacturing tolerance ±10 %

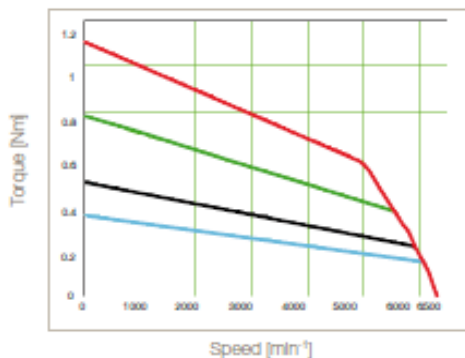
⁽⁴⁾ SMB: for Drives TPD-M, SLVD-N, Twin-N, SPD-N, HI-Drive
SMH: for Drive Compax3

Brushless servo motors SMB / SMH
Curves

Speed Torque Curves

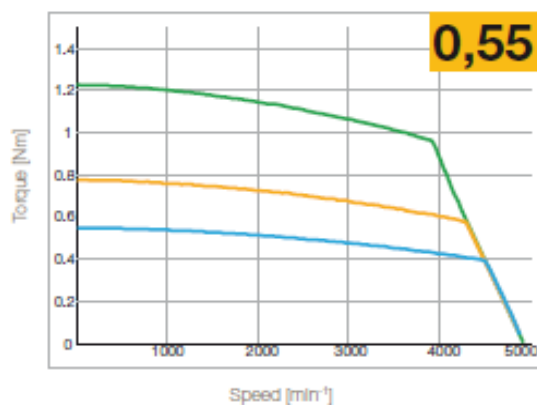
SMB/H42

6000 min⁻¹ 230 V

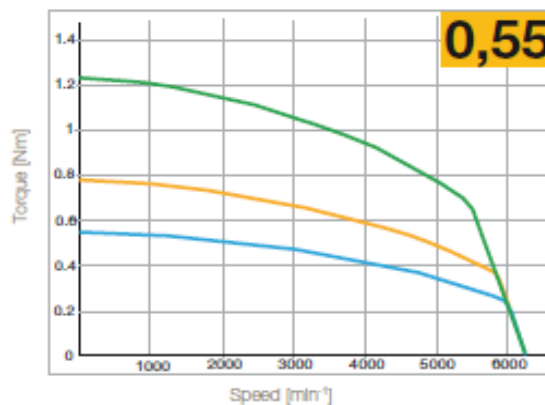


SMB/H60

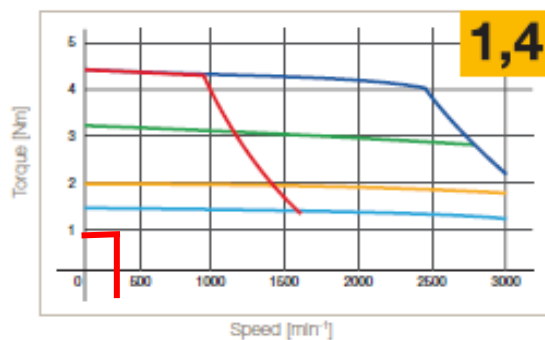
4500 min⁻¹ 230 V



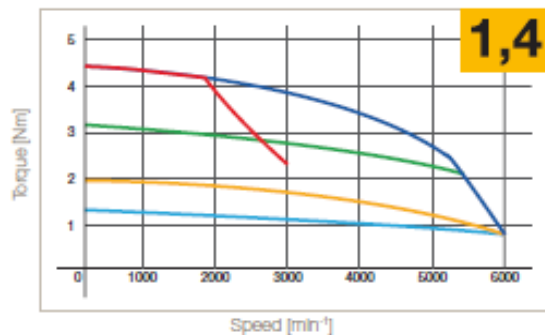
6000 min⁻¹ 230 V



1600 min⁻¹ 230 V - 3000 min⁻¹ 400 V



3000 min⁻¹ 230 V - 6000 min⁻¹ 400 V



— S1 65 K, ΔT — S3 10 %, 5 min, 230 V
— S3 10 %, 5 min, 400 V — S3 50 %, 5 min
— S3 50 %, 5 min — S3 20 %, 5 min

8

Accesorios para sistemas de posicionamiento eléctricos

FESTO



KSK

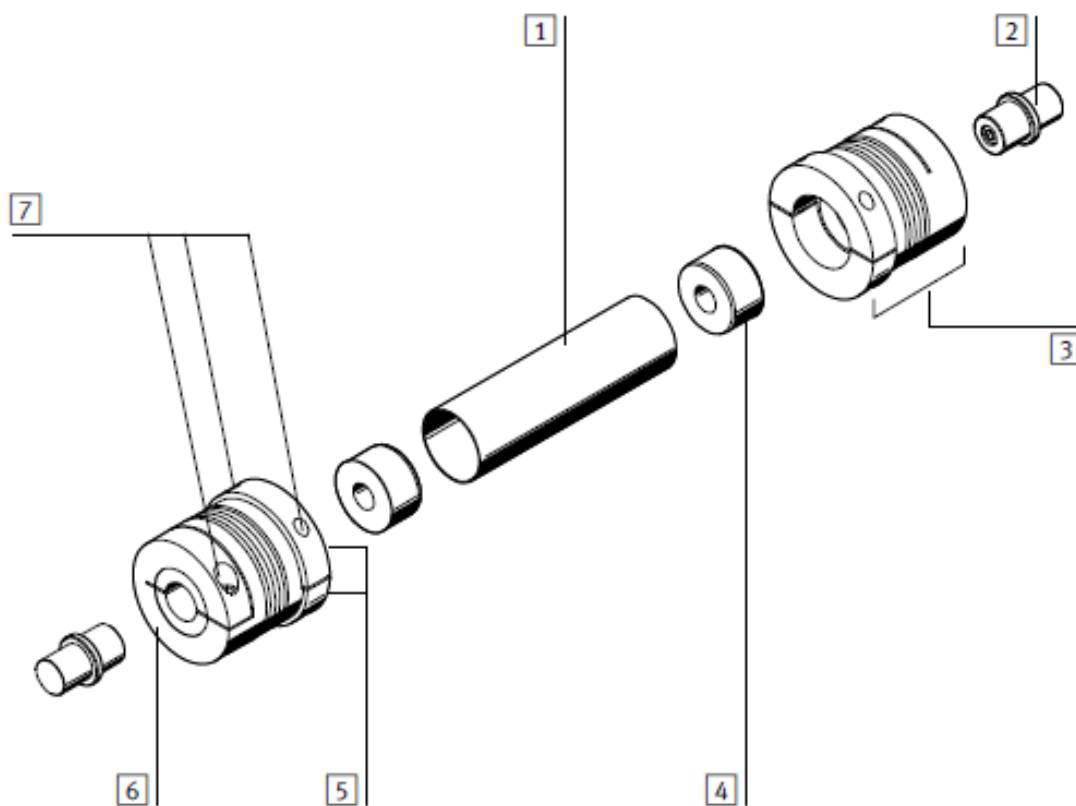
Español – Eje de conexión KSK

Documentación del producto



Toda la información disponible sobre el producto → www.festo.com/pk

1 Elementos de mando y conexiones



- | | | | |
|---|-------------------------|---|------------------------------|
| 1 | Tubo de unión | 5 | Semi-anillos (cubo dividido) |
| 2 | Pivote | 6 | Cubo no dividido |
| 3 | Acoplamiento | 7 | Tornillos de acoplamiento |
| 4 | Tapón (solo en KSK-185) | | |

Fig. 1

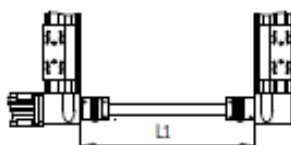
Ejes de conexión KSK

Hoja de datos

FESTO

Ejes de conexión KSK
Para eje accionado por correa dentada BG C-TB-KF

Tamaño
50, 70, 80, 120, 185



Longitud nominal L1 = distancia entre culatas

La masa total se calcula de la siguiente manera:

$$m_{total} = m_0 + m_L \times L1$$

El momento de inercia se calcula de la siguiente manera:

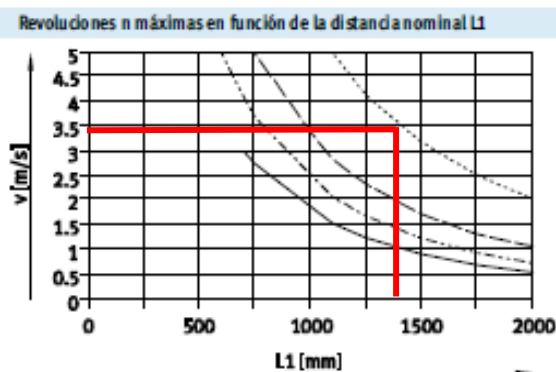
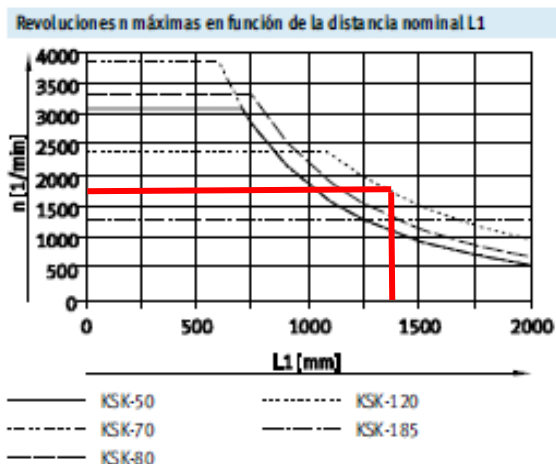
$$J_{total} = J_0 + J_L \times L1$$

Especificaciones técnicas					
Tamaño	50	70	80	120	185
Construcción	Tubo de unión con dos acoplamientos en los extremos; dos pivotes para la adaptación del eje hueco				
Posición de montaje	Horizontal, (vertical sobre demanda)				
Longitud nominal L1 [mm]	200 ... 2000		250 ... 2000		350 ... 2000
Momento de inercia básico J ₀ [kg mm ²] slendo L1 = 0 mm	34	35	159	1390	7261
Momento de inercia adicional J _L [kg mm ² /m] por 1 m de longitud nominal	34	34	80	333	1946
Desvío axial máx. admisible [mm]	±2			±5	
Peso básico m ₀ [kg] slendo L1 = 0 mm	0,28	0,29	0,53	2,28	5,29
Peso adicional m _L [kg/m] por 1 m de longitud nominal	0,32	0,32	0,48	0,8	1,89

Condiciones de funcionamiento y del entorno	
Temperatura ambiente [°C]	-10 ... +60
Clase de resistencia a la corrosión ¹⁾	2
Materiales	
Acoplamiento, Cubos	Aleación maleable de aluminio
Acoplamiento, Fuente	Acero de aleación fina
Tubo de unión, pivote	Acero de aleación fina
Nota sobre el material	Conformidad con RoHS
	Contiene sustancias que afectan el proceso de pintura

1) Clase de resistencia a la corrosión CRC 2 según norma de Festo FN 940 070

Componentes con moderado riesgo de corrosión. Aplicación en interiores en caso de condensación. Piezas exteriores visibles con características esencialmente decorativas en la superficie que están en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales.





01

DATA SHEET

HUMMER X SERIES
PLATINUM PLUS EDITION
ESPECIFICACIONES
GENERALES



HUMMER X1200w

ESPECIFICACIONES

- Certificado 80 PLUS Platinum que garantiza una eficiencia mínima del 92%
- Cables totalmente modulares
- Condensadores electrolíticos japoneses certificados para trabajar a 105°C
- Fuente ATX 12V 2.31 & EPS 12V 2.91/2.92 con PFC activo
- Eco friendly con directivas RoHS y ERP 2013
- Protecciones OVP, SCP, OPP, SIP, UVP
- Cables planos y extra largos
- Ventilador ultra silencioso de 120 mm con control de velocidad
- Único raíl de +12V
- Dimensiones: 187,8 x 145,7 x 86 mm | Peso neto: 3.15 Kg

CONEXIONES



24 pin ATX
Conector
Alimentación
x1 unidad
67 cm



EPS+12V
4+4 pin
x2 unidades
72 cm



S-ATA
x12 unidades
50 cm



PCIe
6+2 pin
x2 unds., 50 cm
x2 unds., 15 cm



Molex
4 pin
x4 unidades
50 cm

VOLTAJES

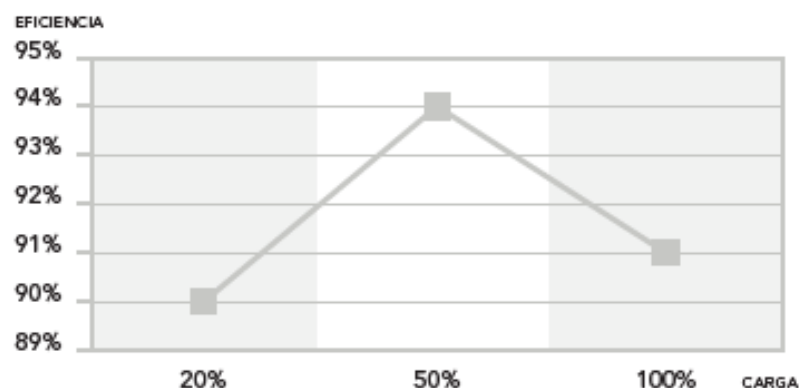
1200W	AC INPUT	100-240 Vac, 63-47 Hz, 15-6A				
	DC OUTPUT	+12V	+3.3V	+5V	-12V	+5VSB
	Max. Output Current	98A	20A	20A	0.3A	3A
	Max. Combined Wattage	1176W	100W	3.6W	15W	
	Maximum Power	1200W				



80 PLUS PLATINUM
CERTIFIED
POWER SUPPLY



EFICIENCIA 230V

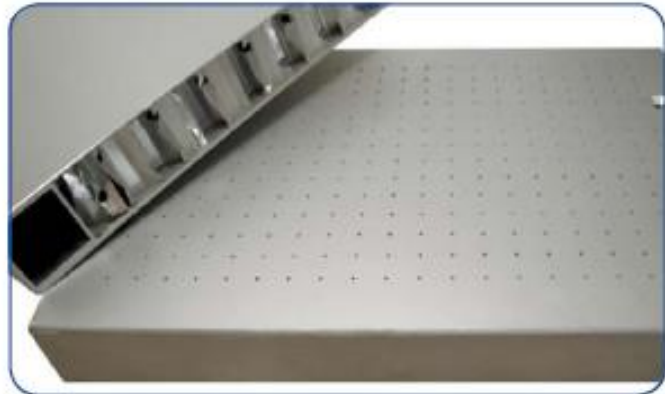




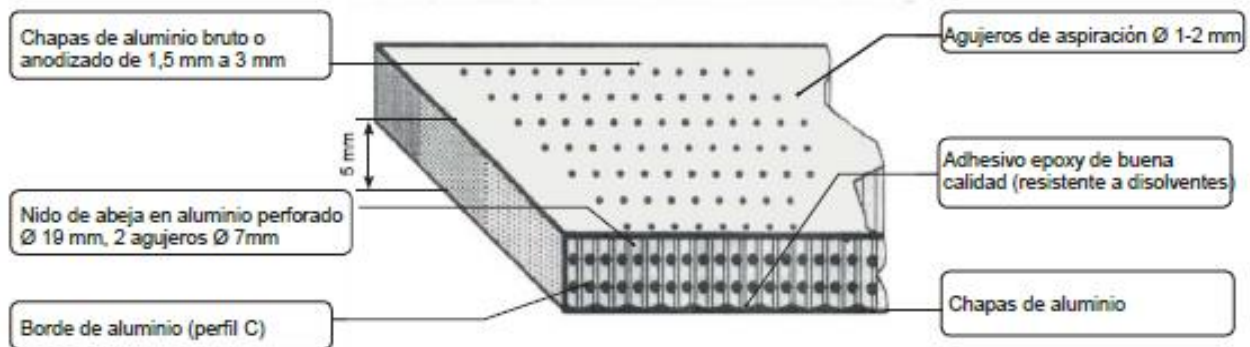
CEL Components S.r.l.
Via Ca' dell'Orbo Sud 4 - 40055 Castenaso (Bologna) Italy
Tel. +39 051 782505 Fax +39 051 782477
www.cel.eu info@cel.eu
P.IVA 04102600378 CCIAA BO 0339628
NIDO DE ABEJA DE ALUMINIO Y TERMOPLÁSTICOS, LAMINADOS, PANELES SANDWICH



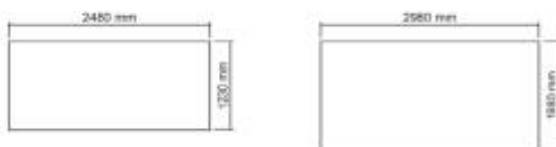
- Mesas de Vacío
- Núcleo en nido de abeja de aluminio
- Alta Planitud
- Ligereza
- Resistente a los disolventes de limpieza
- Superficie y perfil de aluminio • Otras medidas a petición



Composición del panel sandwich (composición especial a petición)



Medida estandar (sin juntas) (medida especiales a petición), max 2,5 x 7,5 mm



N.B.: los datos presentes corresponden al mejor conocimiento de la empresa CEL S.r.l., tienen que informar a los clientes sobre los productos y sobre sus aplicaciones. Entónces no garantizan determinadas propiedades de los productos o la idoneidad de estos para una aplicación concreta. Salvo modificación. La empresa CEL S.r.l. asegura una impecable calidad de sus productos en el marco de las condiciones de venta.

Mesas de Vacío
Fecha de revisión: 11/12/2017

CAS CAS-S



CAS: Ventiladores centrífugos de alta presión y simple aspiración con envolvente y turbina en chapa de acero
CAS-S: Ventiladores centrífugos de alta presión y simple aspiración con envolvente y turbina en chapa de acero, equipado con atenuador acústico



Ventilador:

- Envolvente en chapa de acero
- Turbina con álabes hacia atrás, en chapa de acero galvanizado, excepto modelos 242-248-254-260-640-645-650 en turbina en fundición de aluminio
- CAS-S: Atenuador acústico de perfil hexagonal incorporado en la boca de aspiración del ventilador. Su diseño permite ajustar el caudal de aire en la entrada del ventilador

Motor:

- Motores eficiencia IE-2, excepto potencias inferiores a 0,75 kw monofásico y 2 velocidades
- Motores clase F, con rodamientos a bolas, protección IP55
- Trifásicos 230/400V-50Hz (hasta 5,5CV) y 400/690V-50Hz (potencias superiores a 5,5CV)
- Temperatura máxima del aire a transportar: -20°C + 120°C

Acabado:

- Anticorrosivo en resina de poliéster, polimerizada a 190°C, previo desengrase alcalino y pretratamiento libre de fosfatos

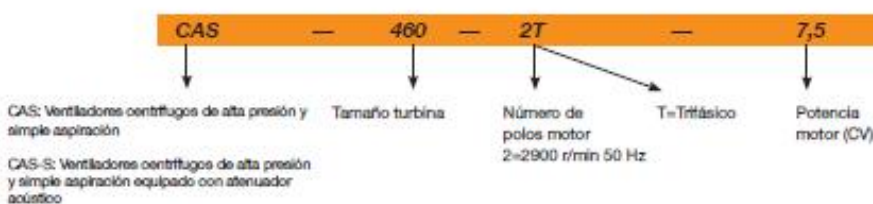
Bajo demanda:

- Bobinados especiales para diferentes tensiones
- Ventilador preparado para transportar aire hasta 250°C
- Ventilador en acero inoxidable
- Certificación ATEX Categoría 2



Bancada soporte motor de alta robustez

Código de pedido



Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel presión sonora dB(A)		Peso aprox. (Kg)	
		230V	400V	690V			CAS	CAS-S	CAS	CAS-S
CAS-242-2T-0,33	2710	1,29	0,75		0,25	450	73	67	30,0	33,0
CAS-242-2T-0,5	2710	1,92	1,11		0,37	650	73	67	31,0	34,0
CAS-248-2T-0,75	2760	2,57	1,49		0,55	420	74	68	43,5	46,5
CAS-248-2T-1	2770	2,78	1,60		0,75	500	75	69	45,0	48,0
CAS-248-2T-1,5	2960	4,20	2,40		1,10	900	76	70	46,5	49,5
CAS-254-2T-1,5	2960	4,20	2,40		1,10	600	76	70	56,5	59,5
CAS-254-2T-2	2770	5,44	3,13		1,50	800	78	72	61,5	64,5
CAS-254-2T-3	2885	7,77	4,47		2,20	1300	80	73	63,0	66,0
CAS-260-2T-2	2770	5,44	3,13		1,50	500	77	71	75,0	80,0
CAS-260-2T-3	2885	7,77	4,47		2,20	600	79	72	78,0	83,0
CAS-463-2T-5,5	2870	13,60	7,82		4,00	1150	82	75	88,5	93,5
CAS-463-2T-7,5	2880		10,50	6,09	5,50	2000	83	76	95,5	100,5
CAS-467-2T-7,5	2880		10,50	6,09	5,50	1550	84	77	117,5	122,5
CAS-467-2T-10	2870		14,50	8,41	7,50	2600	85	78	122,5	127,5
CAS-571-2T-10	2870		14,50	8,41	7,50	2000	86	78	144,0	149,0
CAS-571-2T-15	2940		20,30	11,70	11,00	3450	87	79	175,0	180,0
CAS-640-2T-2	2770	5,44	3,13		1,50	2600	77	71	51,5	56,5

SODECA

171

CAS CAS-S



CAS CAS-S



Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel presión sonora dB(A)		Peso aprox. (Kg)	
		230V	400V	690V			CAS	CAS-S	CAS	CAS-S
CAS-645-2T-3	2885	7,77	4,47		2,20	2000	76	70	62,5	70,5
CAS-645-2T-4	2900	10,18	5,88		3,00	3000	81	74	66,5	77,5
CAS-650-2T-5,5	2870	13,60	7,82		4,00	3500	81	74	86,0	97,0
CAS-650-2T-7,5	2880		10,50	6,09	5,50	4750	83	76	96,0	104,0
CAS-852-2T-7,5	2880		10,50	6,09	5,50	3500	81	74	96,0	104,0
CAS-852-2T-10	2870		14,50	8,41	7,50	5500	85	78	101,0	109,0
CAS-856-2T-15	2940		20,30	11,70	11,00	7500	85	78	157,5	167,5
CAS-863-2T-15	2940		20,30	11,70	11,00	4000	84	77	168,0	178,0
CAS-863-2T-20	2935		27,40	15,90	15,00	7000	86	78	179,0	189,0
CAS-971-2T-25	2930		32,40	18,70	18,50	5800	87	79	299,0	309,0
CAS-971-2T-30	2935		38,00	22,00	22,00	8100	88	80	324,0	334,0
CAS-971-2T-40	2940		50,00	29,00	30,00	12000	89	81	380,0	390,0
CAS-1250-2T-15/A	2940		20,30	11,70	11,00	12000	84	77	220,0	230,0
CAS-1456-2T-25/A	2930		32,40	18,70	18,50	18000	87	79	286,0	296,0
CAS-1663-2T-50/A	2940		64,00	37,00	37,00	25000	92	84	425,0	438,0
CAS-1671-2T-60/A	2940		76,00	44,00	45,00	27000	93	85	575,0	590,0
CAS-2071-2T-100/A	2970		123,00	71,00	75,00	33600	96	86	750,0	770,0
CAS-2080-2T-125/A	2970		151,00	87,00	90,00	42600	96	87	820,0	840,0
CAS-790-2T-20	2935		27,40	15,90	15,00	2100	88	80	245,0	250,0
CAS-980-2T-30	2935		38,00	22,00	22,00	4800	87	79	340,0	355,0
CAS-990-2T-50	2940		64,00	37,00	37,00	6000	90	82	485,0	500,0
CAS-1080-2T-40	2940		50,00	29,00	30,00	5400	88	80	420,0	435,0
CAS-1090-2T-60	2940		76,00	44,00	45,00	6000	91	83	530,0	545,0



Erp. Características del punto de máxima eficiencia (BEP)

Modelo	MC	EC	VSD	SR	ηe[%]	N	(kW)	(m³/h)	(mmH₂O)	(RPM)	Categoría de medición		Categoría de eficiencia		ηe[%]	N	(kW)	(m³/h)	(mmH₂O)	(RPM)		
											S	T	S	T								
CAS-242-2T-0,33	A	S	NO	1,02	45,9%	60,6	0,397	329	203,07	2701												
CAS-242-2T-0,5	A	S	NO	1,02	46,9%	60,6	0,491	405	208,83	2756												
CAS-248-2T-0,75	A	S	NO	1,03	49,2%	60,7	0,762	420	340,18	2755												
CAS-248-2T-1	A	S	NO	1,03	49,8%	60,8	0,909	500	332,69	2782												
CAS-248-2T-1,5	A	S	NO	1,03	50,2%	60,8	0,984	552	328,65	2900												
CAS-254-2T-1,5	A	S	NO	1,05	52,0%	60,9	1,415	600	449,70	2857												
CAS-254-2T-2	A	S	NO	1,05	52,4%	60,9	1,554	661	452,38	2807												
CAS-254-2T-3	A	S	NO	1,05	52,7%	60,9	1,651	697	458,47	2928												
CAS-260-2T-3	A	S	NO	1,05	54,1%	61,0	2,217	840	524,01	2903												
CAS-463-2T-5,5	B	T	NO	1,07	58,6%	63,0	3,886	1150	727,30	2891												
CAS-463-2T-7,5	A	S	NO	1,07	59,8%	60,9	4,123	1264	668,42	2922												
CAS-467-2T-7,5	B	T	NO	1,08	60,5%	63,0	5,745	1550	822,66	2891												
CAS-467-2T-10	B	T	NO	1,08	65,3%	67,6	6,031	1754	829,51	2908												
CAS-571-2T-10	B	T	NO	1,09	65,3%	67,6	6,108	1528	958,25	2907												
CAS-571-2T-15	B	T	NO	1,09	66,6%	67,6	7,984	2170	890,33	2961												
CAS-640-2T-2	A	S	NO	1,02	56,0%	64,1	1,687	1778	194,98	2790												
CAS-645-2T-3	A	S	NO	1,03	57,9%	64,2	2,523	1912	280,40	2889												
CAS-645-2T-4	A	S	NO	1,03	58,2%	64,2	2,693	1930	298,19	2924												
CAS-650-2T-5,5	A	S	NO	1,04	61,7%	68,6	4,295	2671	382,02	2880												
CAS-650-2T-7,5	A	S	NO	1,04	61,2%	64,4	5,048	2858	396,90	2904												
CAS-852-2T-7,5	A	S	NO	1,05	68,5%	70,6	6,327	3385	470,23	2880												
CAS-852-2T-10	B	T	NO	1,05	73,1%	74,7	7,059	3744	505,55	2892												
CAS-856-2T-15	A	S	NO	1,05	63,7%	64,5	8,389	3851	509,05	2959												
CAS-863-2T-15	A	S	NO	1,06	64,4%	64,3	10,994	3998	649,61	2946												
CAS-863-2T-20	B	T	NO	1,06	67,8%	67,5	13,550	5097	661,14	2947												
CAS-971-2T-25	B	T	NO	1,08	68,2%	67,5	19,807	5800	854,90	2932												
CAS-971-2T-30	B	T	NO	1,08	69,8%	69,0	23,300	7478	798,43	2937												
CAS-971-2T-40	B	T	NO	1,08	68,6%	67,6	28,291	9171	776,93	2947												
CAS-1250-2T-15/A	B	T	NO	1,03	67,5%	67,5	11,082	9279	296,04	2946												
CAS-1456-2T-25/A	A	S	NO	1,04	65,6%	65,1	16,580	9659	412,97	2943												

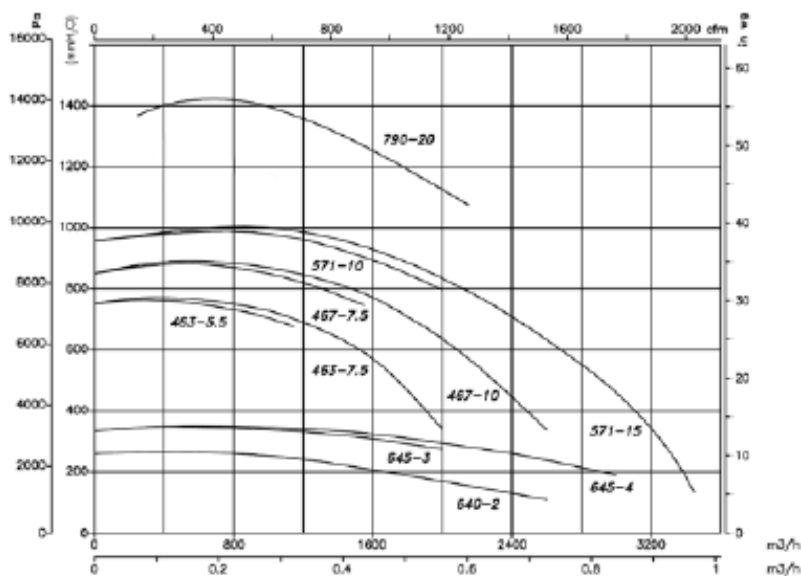
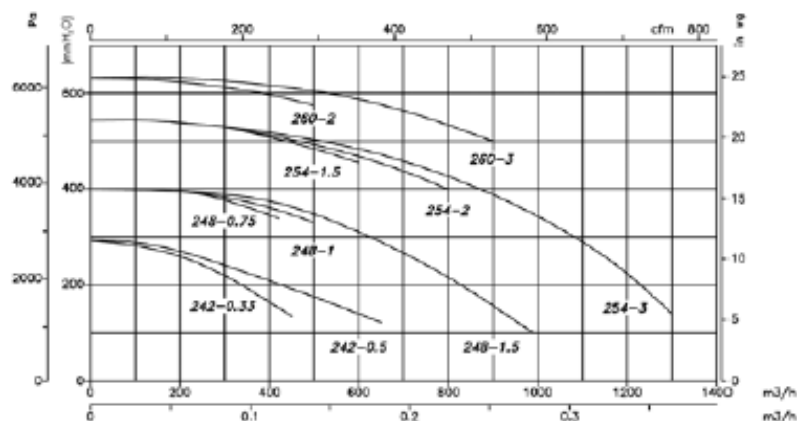
CAS CAS-S



Curvas Características

Q= Caudal en m³/h, m³/s y cfm

Pe= Presión estática en mm.c.a., Pa e inwg



176

SODECA



“L” Style Compact Vacuum Filters

CSL Series 3/8” - 4”

Benefits

- Large dirt holding capacity and easy field cleaning, especially when mounted horizontally or inverted
- Low pressure design

Features

- Seamless drawn housings
- O-ring seal
- Corrosive resistant black powder coat carbon steel
- Stainless steel torsion clips for durability

Technical Specifications

- Vacuum Rating: medium vacuum service*
- Temp (continuous): min -26°C (-15°F) max 104°C (220°F)
- Filter change out differential: 37-50 mbar over initial ΔP
- Polyester: 99%+ removal efficiency standard to 5 micron
- Paper: 99%+ removal efficiency standard to 2 micron

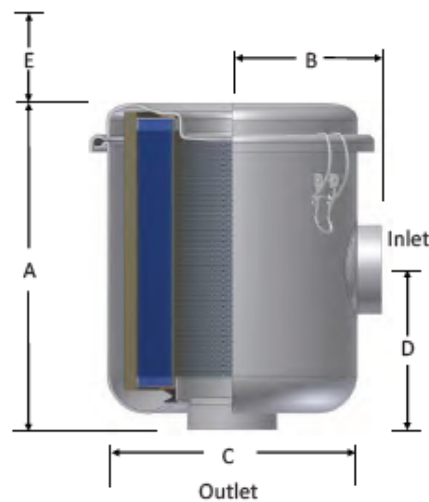
Options



- Vacuum gauge
- Higher holding capacity configurations available (select models)
- Material/Finishes: stainless steel, epoxy coating
- Support brackets
- Alternative top-to-canister fastening system for low pressure or pulsating systems
- Stainless steel (select models)



CSL Series 3/8" - 4"



Inlet/Outlet Size	Type	Assembly m ³ /hr Rating	Assembly Part Number		Dimensions - mm				Suggested Service Ht. E	Approx. Weight (kg)	Replacement Element Part No.		Element m ³ /hr Rating
			Polyester	Paper	A	B	C	D			Polyester	Paper	
3/8"	BSPP	31	CSL-825-039HCB	CSL-824-039HCB	85	54	95	46	76	0.40	825	824	43
1/2"	BSPP	31	CSL-825-051HCB	CSL-824-051HCB	89	57	95	49	76	0.40	825	824	43
1/2"	BSPP	34	CSL-843-051HCB	CSL-842-051HCB	103	76	146	64	83	1.4	843	842	94
3/4"	BSPP	41	CSL-825-076HCB	CSL-824-076HCB	89	58	95	50	76	0.40	825	824	43
3/4"	BSPP	43	CSL-843-076HCB	CSL-842-076HCB	103	76	146	64	83	1.4	843	842	94
1"	BSPP	60	CSL-843-101HCB	CSL-842-101HCB	111	83	146	67	83	1.4	843	842	94
1"	BSPP	68	CSL-849-101HCB	CSL-848-101HCB	170	105	187	114	133	2.3	849	848	196
1 1/4"	BSPP	94	CSL-843-126HCB	CSL-842-126HCB	111	83	146	67	83	1.4	843	842	94
1 1/4"	BSPP	102	CSL-849-126HCB	CSL-848-126HCB	170	105	187	114	133	2.3	849	848	196
1 1/2"	BSPP	136	CSL-849-151HCB	CSL-848-151HCB	171	105	187	114	133	2.3	849	848	196
2"	BSPP	298	CSL-851-201HCB	CSL-850-201HCB	260	114	222	127	235	6.8	851	850	493
2 1/2"	BSPP	357	CSL-851-251HCB	CSL-850-251HCB	271	130	222	140	235	6.8	851	850	493
3"	BSPP	510	CSL-239-301HCB	CSL-238-301HCB	362	184	337	182	279	15	239	238	969
3"	NPT	510	CSL-2541-301B	CSL-2540-301B	391	216	337	216	305	14	2541	2540	1360
4"	NPT	880	CSL-2541-401B	CSL-2540-401B	416	242	337	241	305	15	2541	2540	1360

TUBO HELICOIDAL CIRCULAR Y ACCESORIOS



- Construcción chapa galvanizada
- Suministro en tramos de 3 metros.

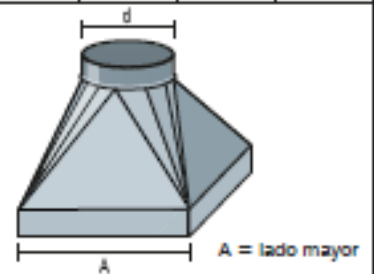
DIMENSIONES (en mm Ø)	ESPESOR TUBO (en mm)												
		TUBO		MANGUITO MACHO /MACHO		MANGUITO ACCESORIO		MANGUITO CON BRIDA		TAPAS PARA TUBO		TAPAS ACCESORIOS	
		Código	€	Código	€	Código	€	Código	€	Código	€	Código	€
100	0,50	CA01 002	5,60/m	CA01 071	2,74	CA01 701	2,74	CA01 202	9,33	CA01 302	7,63	CA01 721	7,63
125	0,50	CA01 003	6,89/m	CA01 072	2,74	CA01 702	2,73	CA01 203	9,59	CA01 303	8,00	CA01 722	7,93
150	0,50	CA01 004	8,32/m	CA01 073	3,01	CA01 703	3,06	CA01 204	9,72	CA01 304	8,22	CA01 723	8,19
175	0,50	CA01 005	9,49/m	CA01 074	3,58	CA01 704	3,58	CA01 205	12,72	CA01 305	9,23	CA01 724	9,22
200	0,50	CA01 006	11,08/m	CA01 075	3,76	CA01 705	3,75	CA01 206	9,93	CA01 306	9,22	CA01 725	9,34
250	0,50	CA01 008	14,20/m	CA01 077	4,60	CA01 707	4,59	CA01 208	12,31	CA01 308	10,90	CA01 727	11,00
300	0,60	CA01 010	19,88/m	CA01 079	5,56	CA01 709	5,56	CA01 210	15,67	CA01 310	14,37	CA01 729	14,27
355	0,70	CA01 020	27,78/m	CA01 080	6,48	CA01 710	6,86	CA01 211	17,40	CA01 311	14,64	CA01 730	14,59
400	0,70	CA01 021	31,76/m	CA01 081	7,62	CA01 711	8,02	CA01 212	18,84	CA01 312	17,15	CA01 731	17,18
450	0,70	CA01 022	35,40/m	CA01 082	10,14	CA01 712	10,10	CA01 213	22,16	CA01 313	20,16	CA01 732	20,31
500	0,70	CA01 023	39,22/m	CA01 083	10,34	CA01 713	9,54	CA01 214	24,72	CA01 314	25,01	CA01 733	32,43
560	0,70	CA01 024	43,51/m	CA01 084	13,78	CA01 714	10,35	CA01 215	28,76	CA01 315	28,78	CA01 734	28,78
600	0,70	CA01 025	49,93/m	CA01 085	18,58	CA01 715	16,32	CA01 216	33,53	CA01 316	32,54	CA01 735	32,54
630	0,70	CA01 026	53,77/m	CA01 086	16,56	CA01 716	16,77	CA01 217	41,10	CA01 317	35,43	CA01 736	36,69
710	0,70	CA01 027	62,17/m	CA01 087	26,31	CA01 717	28,08	CA01 218	43,09	CA01 318	47,98	CA01 737	47,98
750	1,00	CA01 044	85,97/m	CA01 088	17,83	CA01 718	16,75	CA01 219	45,92	CA01 319	52,30	CA01 738	52,30
800	1,00	CA01 045	102,99/m	CA01 089	23,32	CA01 719	17,87	CA01 220	48,92	CA01 320	73,43	CA01 739	57,57
900	1,00	CA01 047	104,09/m	CA01 091	21,25	CA01 720	21,25	CA01 222	73,94	CA01 322	67,73	consultar	63,09
1.000	1,00	CA01 049	115,54/m	CA01 093	37,60	consultar	23,14	CA01 224	82,40	CA01 324	92,75	consultar	86,39
1.120	1,00	CA01 050	124,01/m	CA01 094	32,16	consultar	32,16	CA01 225	90,31	CA01 325	109,50	consultar	101,99
1.200	1,00	CA01 061	174,90/m	CA01 095	35,18	consultar	32,79	CA01 226	99,33	CA01 326	127,38	consultar	118,64
1.250	1,00	CA01 062	182,53/m	CA01 096	36,87	consultar	34,34	CA01 227	103,66	CA01 327	136,22	consultar	126,88

E

TOLVAS CONCÉNTRICAS

- Paso de rectangular a circular.

d \ A	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	710	800	900
100	69,69												
125	69,69												
150	69,69	69,69											
200	69,69	69,69	69,69										
250	69,69	69,69	69,69	69,69									
300	74,40	74,40	74,40	74,40	77,95								
355	83,08	83,08	83,08	83,08	83,08	85,54							
400	101,83	101,83	101,83	101,83	101,83	101,83	106,98						
450	111,88	111,88	111,88	111,88	111,88	111,88	118,61	127,30					
500	134,21	134,21	134,21	134,21	134,21	134,21	134,21	134,44	137,11				
580	139,29	139,29	139,29	139,29	139,29	139,29	139,29	139,29	139,51	142,28			
800	184,08	184,08	184,08	184,08	184,08	184,08	184,08	184,08	184,08	184,08	184,08		
830	214,68	214,68	214,68	214,68	214,68	214,68	214,68	214,68	214,68	214,68	214,68		
710	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	
750		254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	
800		254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53	254,53
900			321,99	321,99	321,99	321,99	321,99	321,99	321,99	321,99	321,99	321,99	321,99
1.000				352,59	352,59	352,59	352,59	352,59	352,59	352,59	352,59	352,59	352,59



Nota: No se realizan medidas intermedias.

Reducciones excéntricas: aumentar el 25%.

Soportes Antivibratorios Caucho-Metal

PIES NIVELADORES POLIAMIDA FIJOS



Bases de poliamida reforzada con fibra de vidrio.

Espigas en inoxidable o acero.

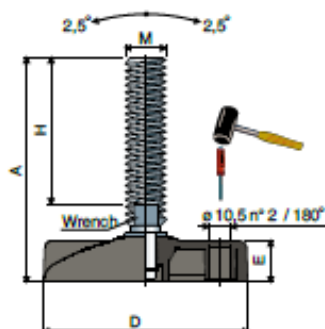
Espigas fijas.

Bases inoxidable y espigas inoxidable.

Soportes Antivibratorios Caucho-Metal

PIES NIVELADORES POLIAMIDA FIJOS

PLANOS



DIMENSIONES

Tipo	A (mm)	D (mm)	E (mm)	H (mm)	M	Peso (kg)	Carga máx (kg)	Código
ACERO	159	102	20	119	M16x119	0,255	3300	159504
	156	124	24	107	M20x100	0,378	4500	159505
ACERO INOX.	159	102	20	119	M16x119	0,255	3300	159514
	156	124	24	107	M20x100	0,378	4500	159515

07

zipper | e-chains® | Series 07 | Product Range | Standard




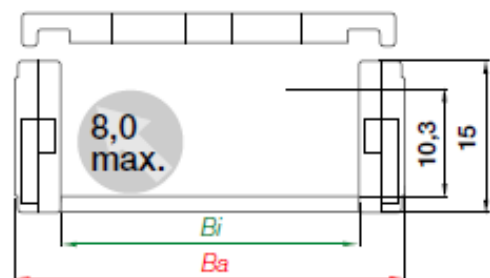
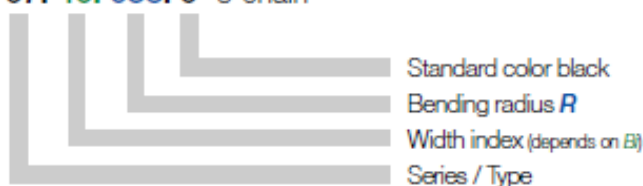
e-chain® | Series 07 | zip-open along outer radius


e-chain® zip-open along outer radius	B_i [mm]	B_a [mm]	R Bending radii [mm]	Weight [kg/m]
07. 06 .R.0	06	12,5	018 028 038 048*	~0,13
07. 10 .R.0	10	16,5	018 028 038 048*	~0,14
07. 16 .R.0	16	22,5	018 028 038 048*	~0,16
07. 20 .R.0	20	27	018 028 038 048*	~0,17
07. 30 .R.0	30	37	018 028 038 048*	~0,20
07. 40 .R.0	40	47	018 028 038 048*	~0,23
07. 50 .R.0	50	57	018 028 038 048*	~0,26
07. 64 .R.0	64	71	018 028 038 048	~0,30

*Radius 048 only for Series 07.64 - more widths upon request! Delivery time approx. 6-8 weeks after order.


Supplement Part No. with required radius (R) Example: 07.40.038.0

 **Order key**
07.40.038.0 e-chain®



 07.40.038.0 = e-chain® zip-open along outer radius, B_i 40 mm inner width, R 038 mm radius, color black
More order examples and configuration options ► page 4.18

 Part No. of e-chain® links as single parts ► page 4.7

 Standard e-chains® available from stock. Delivery in 24h or today!*
*Delivery time means time until shipping of goods

Dino-Lite
Digital Microscope
The Industry Standard

potente
portátil
versátil



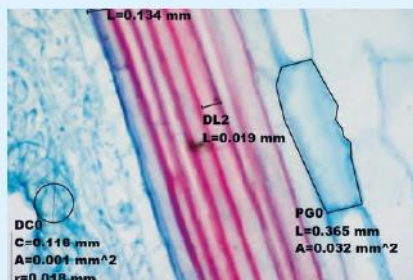
producto destacado Más información en www.dino-lite.eu/am4515t8

AM4515T8 – edge

Sensor Edge - AMR - Aumento De Hasta 900x

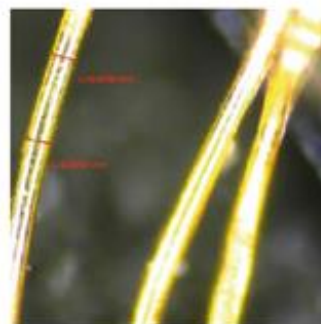
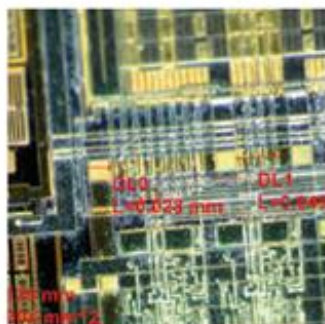
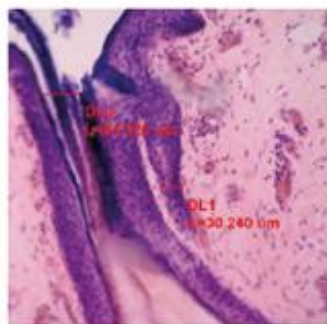
Gracias a un aumento de hasta 900x y una óptica de alta resolución, este modelo Dino-Lite de gran aumento muestra detalles tan pequeños como 1,5 micrómetro (μm). También cuenta con una mayor distancia de trabajo con grandes aumentos, haciendo que ver y mover objetos muy pequeños bajo del microscopio sea mucho más fácil. Estas características exclusivas convierten al AM4515T8 de Dino-Lite en una magnífica herramienta de inspección para la investigación biomédica y científica, el análisis de materiales, la inspección electrónica o cualquier aplicación similar que requiera un gran aumento, versatilidad y movilidad.

El modelo AM4515T8 de Dino-Lite viene equipado con el software DinoCapture 2.0 fácil de usar. Para este modelo incluye funciones como lectura automática de aumentos (AMR, por sus siglas en inglés), calibración, medición, captura y anotación de imágenes y grabación en vídeo. Aunque el modelo AM4515T8 se puede utilizar de forma portátil, se recomienda un soporte de alta precisión. El RK-10A de Dino-Lite es, por ejemplo, un complemento magnífico. Se trata de un soporte de alta gama, robusto y estable, fabricado con acero inoxidable resistente y aluminio ligero, y ofrece un ajuste de enfoque fino muy preciso.



-  usb 2.0
-  adjustable ~700-900x
-  magnification lock
-  8 white leds switchable
-  measurement functionality
-  automatic magnification reading AMR
-  1,3 megapixels 1280 x 1024
-  exchangeable caps

Dino-Lite gran aumento



- 2** 2-year European warranty
- SDK** Free SDK available for integration projects
- Wireless streaming in combination with WF-10 unit
- Regulatory approval: CE, FCC, ROHS
- Included software: DinoCapture 2. (Windows), DinoXcope (Mac OS)

MODELO	RESOLUCIÓN	AUMENTO	CONECTIVIDAD	LARGA DISTAN- CIA DE TRABAJO	MECÓNICA Y CALIBRACIÓN	NÚMERO DE LEDS	CAPSULAS INTERCAM- BIABLES	POLARIZADOR	CARGA METÁLICA	ESD SEGURO	GENERACIÓN	CARACTERÍSTI- CAS ADICIONALES
GRAN AUMENTO												
AM4113ZT4	1,3 Megapíxeles	400 - 470x	USB 2.0	-	✓	8	-	✓	-	-	-	-
AM4013MZT4	1,3 Megapíxeles	400 - 470x	USB 2.0	-	✓	8	-	✓	✓	✓	-	-
AM7013MZT4	5 Megapíxeles	400 - 470x	USB 2.0	-	✓	8	-	✓	✓	✓	-	-
AM4113T5	1,3 Megapíxeles	500x	USB 2.0	-	✓	8	-	-	-	-	-	-
AM4013MT5	1,3 Megapíxeles	500x	USB 2.0	-	✓	8	-	-	✓	✓	-	-
AM4515ZT4	1,3 Megapíxeles	400 - 470x	USB 2.0	-	✓	8	✓	✓	-	-	Edge	AMR
AM4515T5	1,3 Megapíxeles	500 - 550x	USB 2.0	-	✓	8	✓	-	-	-	Edge	AMR
AM4515T8	1,3 Megapíxeles	700 - 900x	USB 2.0	-	✓	8	✓	-	-	-	Edge	AMR
AM7515MT4A	5 Megapíxeles	415 - 470x	USB 2.0	-	✓	9	✓	-	✓	✓	Edge	AMR/FLC/Coaxial
AM7515MT8A	5 Megapíxeles	700 - 900x	USB 2.0	-	✓	9	✓	-	✓	✓	Edge	AMR/FLC/Coaxial

Dino-Lite accesorios - soporte profesional

Más información en: www.dino-lite.eu/professionalstands

RK-10A

De Alta Gama - 15 CM, con rotación de 360 Grados

Un soporte de alta gama, robusto y estable. RK-10A de Dino-Lite es un soporte de alta gama, robusto y estable que se puede utilizar con todos los modelos profesionales de Dino-Lite. Fabricado en resistente acero inoxidable y aluminio ligero, ofrece un ajuste de enfoque fino y muy preciso, así como una función de desenganche rápido.

El botón de desenganche rápido permite un movimiento vertical rápido y práctico y el botón de ajuste de enfoque fino es especialmente útil en grandes aumentos. Este modelo incluye también una parada de seguridad ajustable para evitar que el microscopio toque la muestra. El brazo horizontal ajustable tiene un alcance de 15 cm, con rotación de 360 grados y el brazo adicional (incluido) aumenta su alcance efectivo para observar objetos más grandes. Gracias a estas características, RK-10A es el accesorio ideal para una orientación y posición precisas y para una productividad y facilidad de uso máximas en una amplia gama de entornos, incluidos el industrial, científico y de laboratorio.



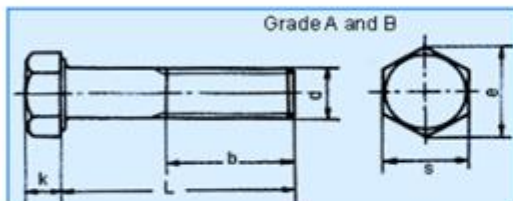
RK-10A

es un soporte de alta gama, robusto y estable que se puede utilizar con todos los modelos profesionales de Dino-Lite. Fabricado en resistente acero inoxidable y aluminio ligero, ofrece un ajuste de enfoque fino y muy preciso, así como una función de desenganche rápido.



PERNO HEXAGONAL MEDIA ROSCA

ISO 4014



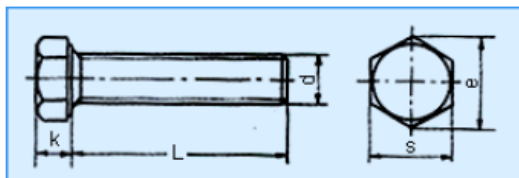
GRADO DE RESISTENCIA
8.8
10.9
12.9

Rosca	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36+
Paso	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3	3.5	4
b	L ≤ 125	16	18	22	26	30	38	46	54	66
	125 < L ≤ 200	-	-	-	-	-	44	52	60	72
	L > 200	-	-	-	-	-	-	73	85	97
k	3.5	4	5.3	6.4	7.5	10	12.5	15	18.7	22.5
e	Grado A	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	26.75	33.53	39.98	-
	Grado B	-	-	-	-	-	26.17	32.95	39.56	50.85
S	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
L	25-50	30-60	35-90	40-100	45-120	55-160	65-200	80-240	90-300	300

mm

TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA

DIN 933



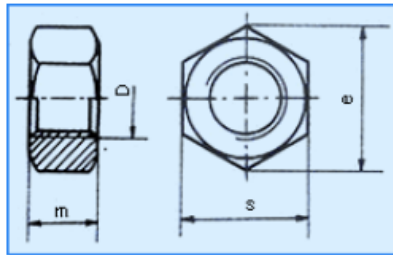
GRADO DE RESISTENCIA
8.8
10.9
12.9

Rosca	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
Paso	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5
k	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7
e	Grado A	7.66	8.79	11.05	14.38	18.9	21.1	24.49	26.75	30.14	33.53	35.72	35.98	45.2
	Grado B	-	8.63	10.89	14.2	18.72	20.88	23.91	26.17	29.56	32.95	35.03	39.55	45.2
S	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46
L	8-40	8-40	8-50	12-60	16-60	20-80	25-80	30-100	30-100	40-100	50-100	50-100	60-100	70-100

mm

TUERCAS HEXAGONALES

DIN 555

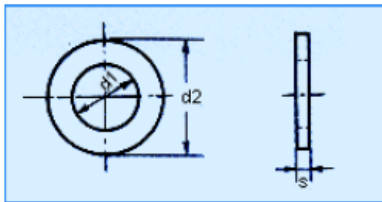


Rosca	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
Paso	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
m	4	5	6.5	8	10	13	16	19	24	29	34	38	45
e	8.63	10.89	14.2	18.72	20.88	26.17	32.95	39.55	50.85	60.79	71.3	82.6	93.56
s	8	10	13	17	19	24	30	36	46	55	65	75	85

mm

ARANDELAS (GRADO A)

DIN 125



	1.7	1.8	2.2	2.5	2.7	2.8	3.2	3.7	4.3	5.3	6.4
d1	1.7	1.8	2.2	2.5	2.7	2.8	3.2	3.7	4.3	5.3	6.4
d2	4	4.5	5	6	6	7	7	8	9	10	12
s	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1	1.6
d1	7.4	8.4	10.5	13	15	17	19	21	23	23	
d2	14	16	20	24	28	30	34	37	39	39	
s	1.6	1.6	2	2.5	2.5	3	3	3	3	3	

mm

Tubos estructurales

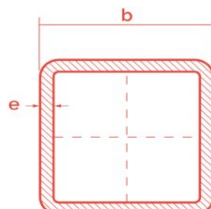
Inicio / Productos / Hierro y acero / Tubos / Tubos estructurales

Productos

Hierro y acero

- Largos
- Planos
- Tubos
 - Tubos estructurales
 - Tubos de precisión
 - Tubos de conducción
- Aceros especiales

- Redondo
- Cuadrado**
- Rectangular



Calidades S-235, S-275 y S-355; en grados JR, Jo y J2.

Norma EN-10219.

Fabricación en acabado negro y longitud estándar de 6 y 12 metros.

Corten según norma EN-10305 en calidad S-355 J2W desde 40x40 mm hasta 100x100 mm.

Base (mm) b x b	Peso en kg/m: espesores (e) en mm												
	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	12	16	
16 x 16	0,68	0,89											
18 x 18	0,76	0,99											
20 x 20	0,87	1,13											
22 x 22	0,98	1,28	1,57										
25 x 25	1,09	1,43	1,76										
28 x 28	1,24	1,63	2,00										
30 x 30	1,35	1,78	2,19	2,36									
35 x 35	1,57	2,07	2,56	2,83									
40 x 40	1,79	2,37	2,93	3,30	4,20	4,99							
45 x 45	2,05	2,71	3,36	3,77	4,83								
50 x 50	2,28	3,01	3,73	4,25	5,45	6,56	7,56						
55 x 55	2,52	3,25	4,07	4,66									
60 x 60	2,76	3,65	4,53	5,19	6,71	8,13	9,45						
70 x 70		4,29	5,33	6,13	7,97	9,70	11,30						
80 x 80		4,83	6,01	7,07	9,22	11,30	13,20	16,40					
90 x 90			6,81	8,01	10,50	12,80	15,10	18,90					
100 x 100		7,55	8,96	11,70	14,40	17,00		21,40	25,60				
110 x 110				9,90	13,00								
120 x 120			9,22	10,80	14,20	17,50	20,70	26,40	31,80				
140 x 140				12,70	16,80	20,70	24,50	31,40	38,10				
150 x 150				13,70	18,00	22,30	26,40	33,90	41,30	47,10			
160 x 160					19,30	23,30	28,30	36,50	44,40	50,90			
180 x 180					21,80	27,00	32,10	41,50	50,70	58,50			
200 x 200					24,30	30,10	35,80	46,50	57,00	66,00			
220 x 220						33,20	39,60	51,50	63,20	73,50			
250 x 250						38,00	45,20	59,10	72,70	84,80	109,00		
300 x 300						45,80	54,70	71,60	88,40	104,00	134,00		
350 x 350							64,10	84,20	104,00	123,00	159,00		
400 x 400								96,70	120,00	141,00	184,00		

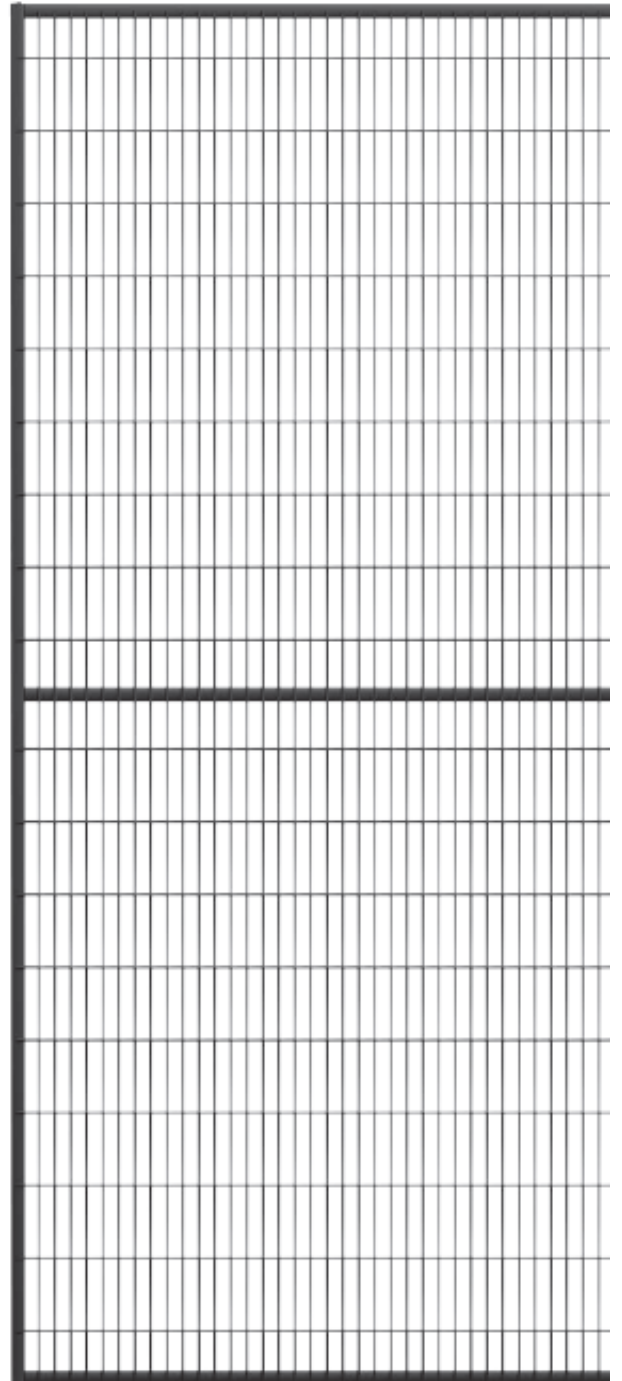
aqdGuard >>>

Vallado de Seguridad Industrial

Catálogo General
Sistema modular

aqd Industrial Product
Safety Standards

EN ISO 14120 - ISO 14122-3 - EN ISO 12100
EN ISO 13857 - EN 349 - ISO 13854 - EN ISO 10218-2
EN ISO 14119 - 2006/42/CE Directiva Máquinas



aqdGuard BASIC

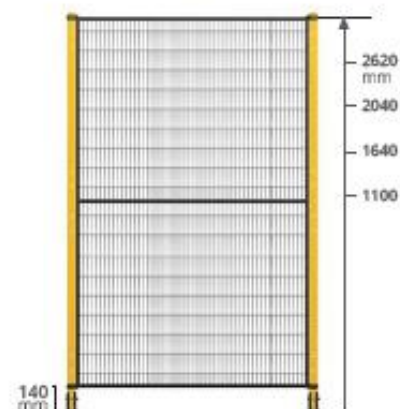
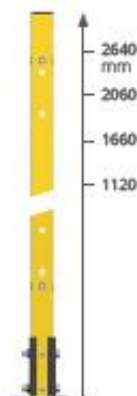
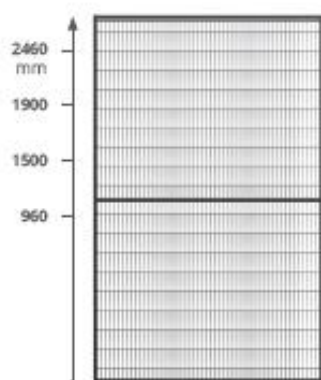
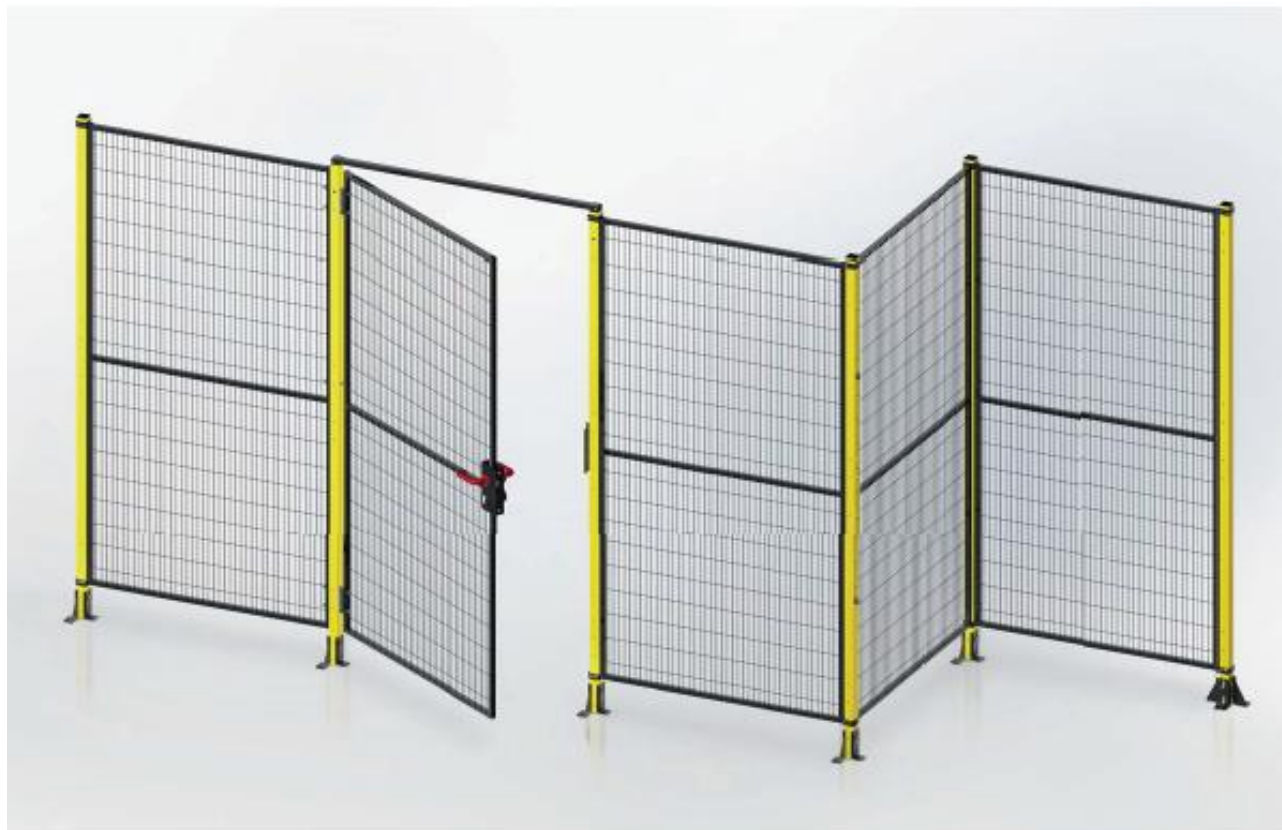
Protección perimetral modular

POSTE
mm
40

MARCO
mm
20



El sistema BASIC de protección y prevención de accidentes consiste en postes de 40 x 40 mm y paneles con marco de 20 x 20 mm. Es el método más utilizado para los resguardos de máquinas e instalaciones.



Paneles

Marco: 20 x 20 mm
Rejilla: 22 x 100 x 3 mm
Alturas: 960, 1500, 1900, 2460 (1500 + 960) mm
Anchuras: 200, 300, 700, 800, 1000, 1200, 1500 mm

Postes

Sección: 40 x 40 mm
Base: montada con 3 o 4 puntos de anclaje o en opción soldada
Alturas: 1120, 1660, 2060, 2640 mm

Altura de la protección: 1100 – 2620 mm

Pintura:
Polvo Epoxy-polyester (solo para uso interno)

Colores:



MANDO Y SEÑALIZACIÓN

Serie 22



PS22

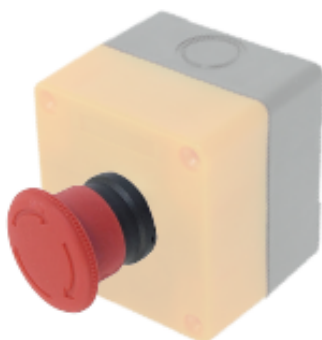
Pulsador tipo "seta" (tras cuadro) Ø22,5 mm
 Posibilidad de contacto NC (normalmente cerrado) o NA (normalmente abierto)
 Especialmente indicado para paros de emergencia / puestas en marcha.

CÓDIGO	TIPO CONTACTO
FCPS22C	NC
FCPS22A	NA

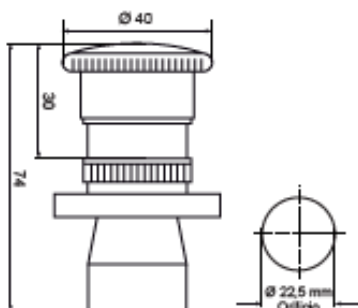
IS22E

Interruptor con enclavamiento tipo "seta" (tras cuadro) Ø22,5 mm
 Posibilidad de contacto NC (normalmente cerrado) o NA (normalmente abierto)
 Especialmente indicado para paros de emergencia / puestas en marcha.

CÓDIGO	TIPO CONTACTO
FCIS22EC	NC
FCIS22EA	NA



CAJA OPCIONAL



Datos comunes

Dimensiones:	(Diámetro x Profundidad): 40 mm x 74 mm
Construcción:	ABS negro/rojo
Montaje:	Centrado para abertura de 22,5 mm
Terminal:	Regleta de conexión
Sección cable:	1,5 mm ²
Tensión máxima permitida:	600V
Consumo máximo permitido:	10A



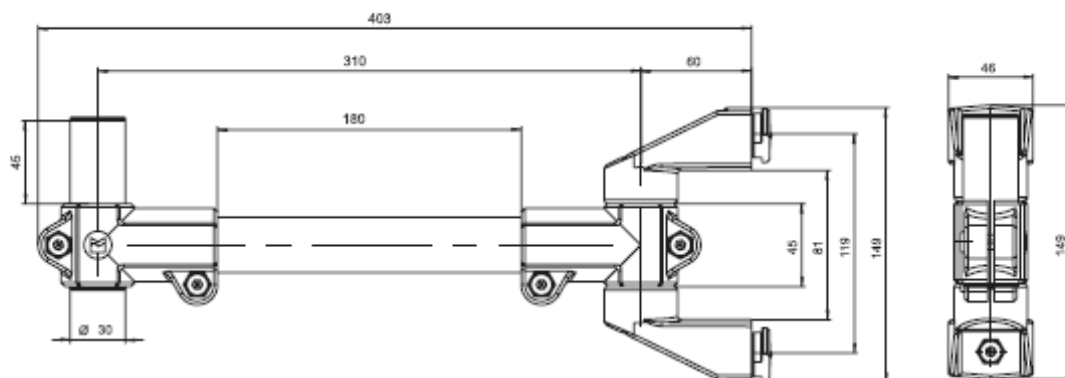
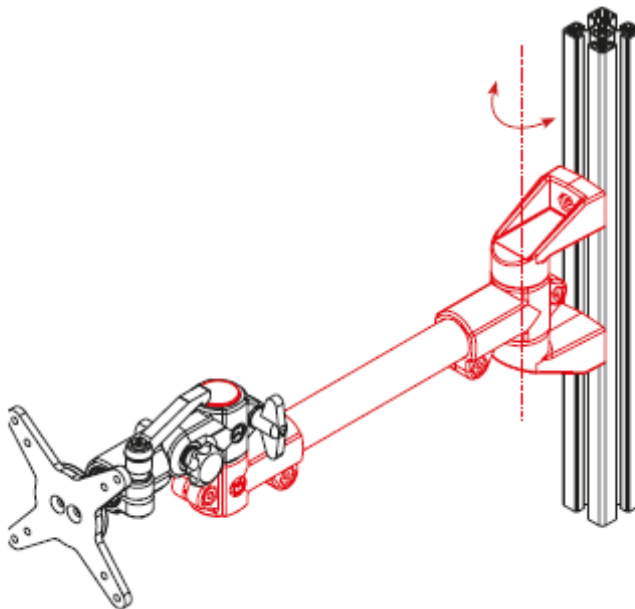
Soporte para monitor

Acoplamiento del monitor mediante soporte VESA o soporte universal



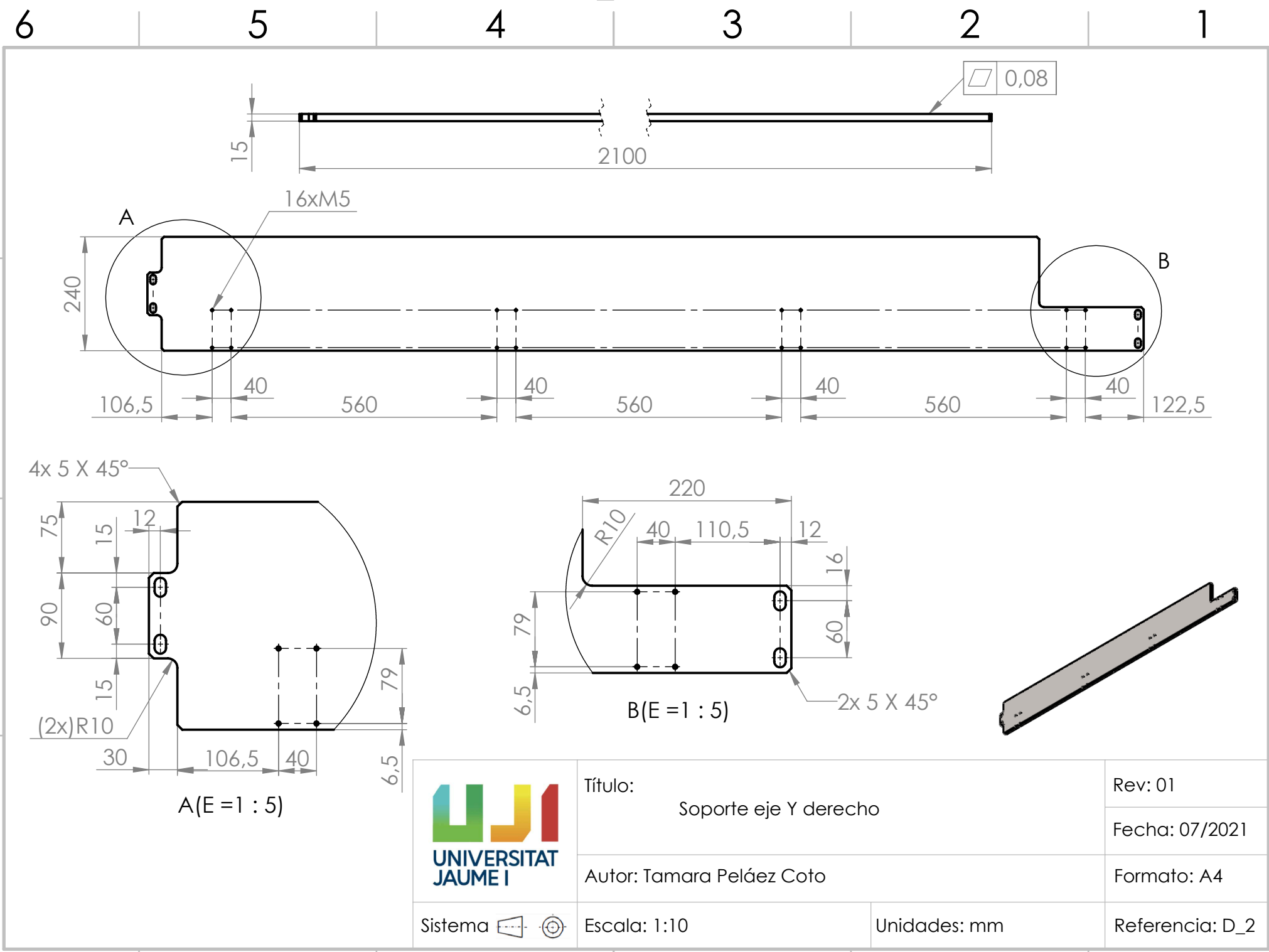
Brazo de soporte sencillo

El suministro: incluye el material de fijación.



Código	Peso	máx. carga
193000018C66	610 g	10 kg

3. PLANOS



Título: Soporte eje Y derecho

Autor: Tamara Peláez Coto

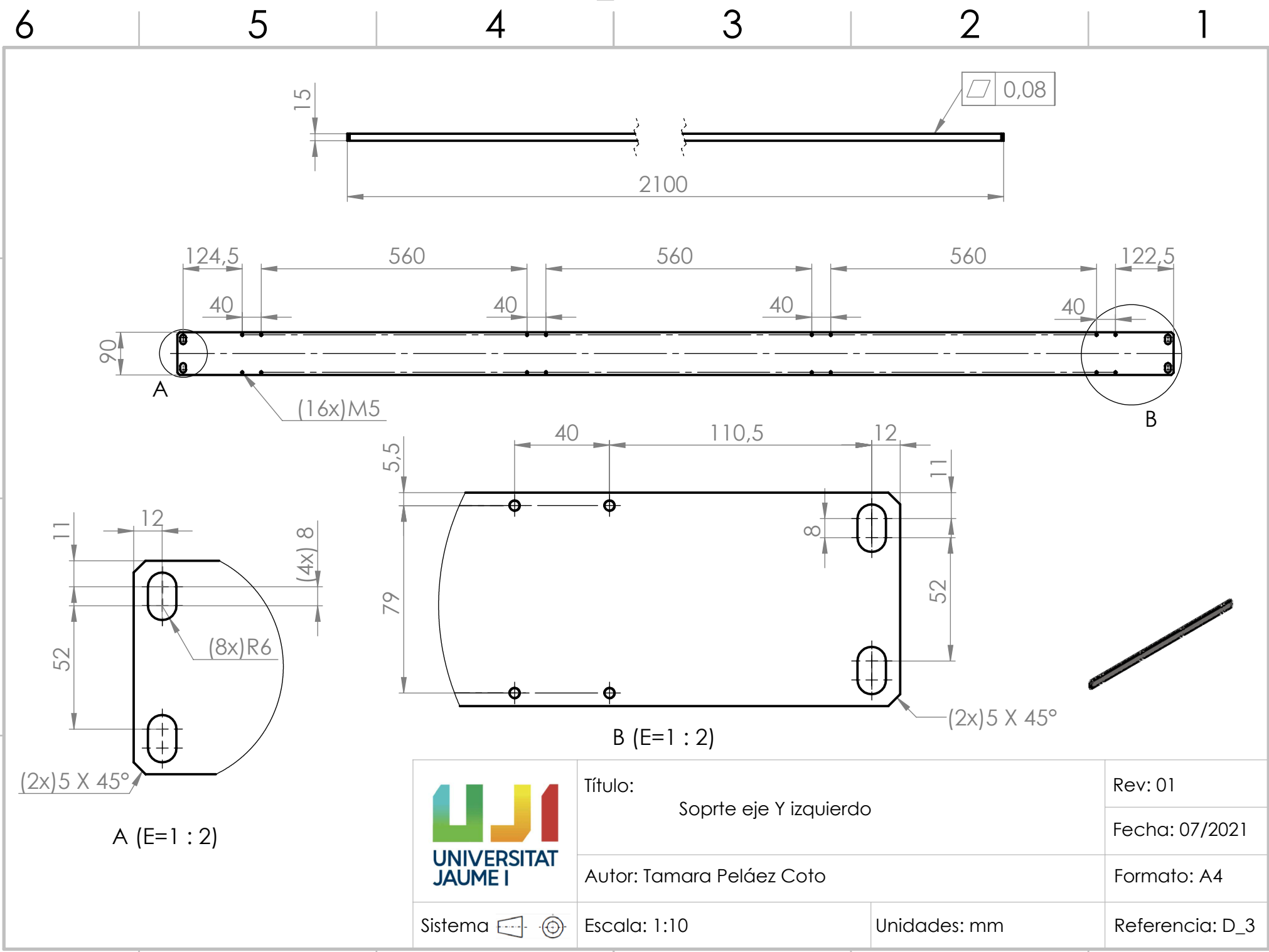
Rev: 01
Fecha: 07/2021



Sistema

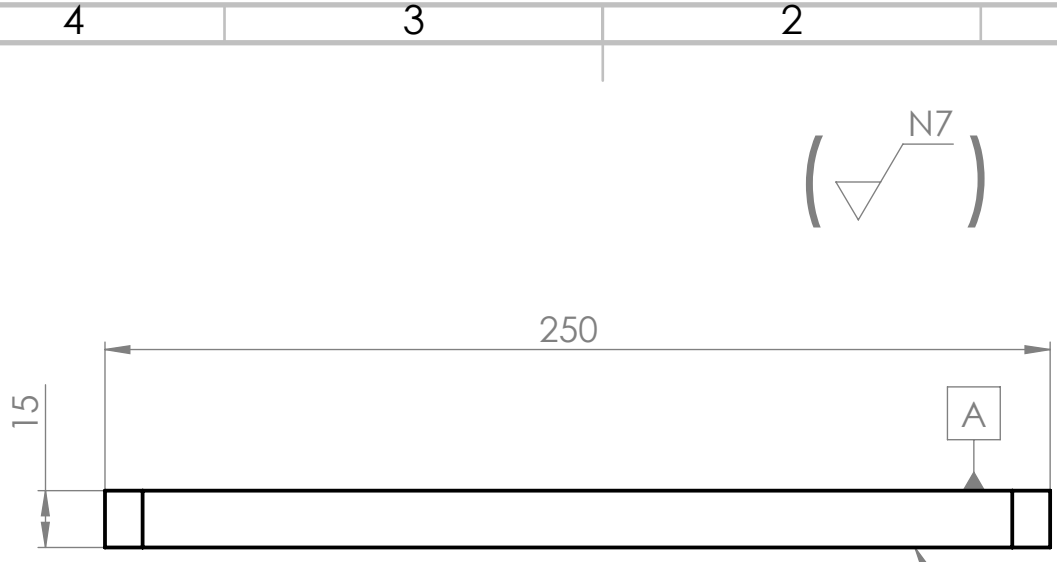
Escala: 1:10

Unidades: mm

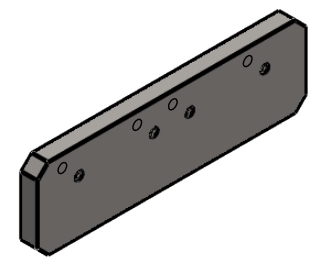
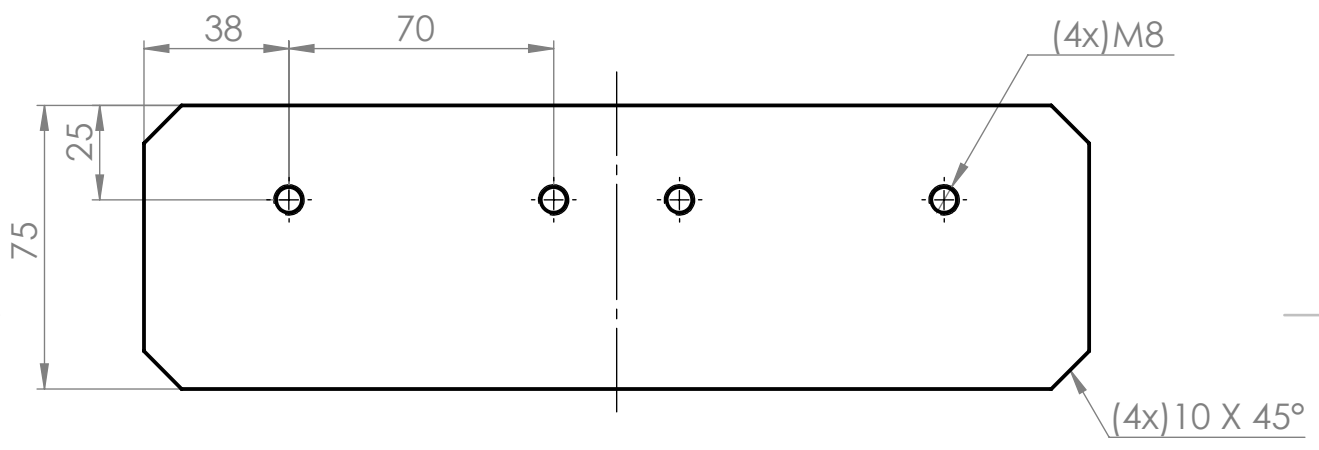
Referencia: D_2



	Título:	Soprote eje Y izquierdo	Rev: 01
	Autor:	Tamara Peláez Coto	Fecha: 07/2021
Sistema 	Escala: 1:10	Unidades: mm	Referencia: D_3



Surface texture symbol: $\sqrt{\text{0,1 A}}$



Título: Pletina unión 2
 Autor: Tamara Peláez Coto

Rev: 01
 Fecha: 07/2021
 Formato: A4

Sistema

Escala: 1:2 Unidades: mm Referencia: D_4

4 3 2 1

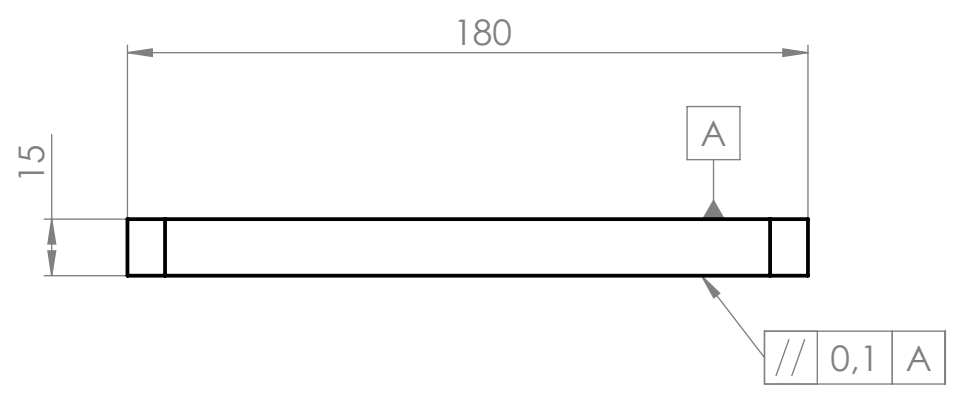
F

F



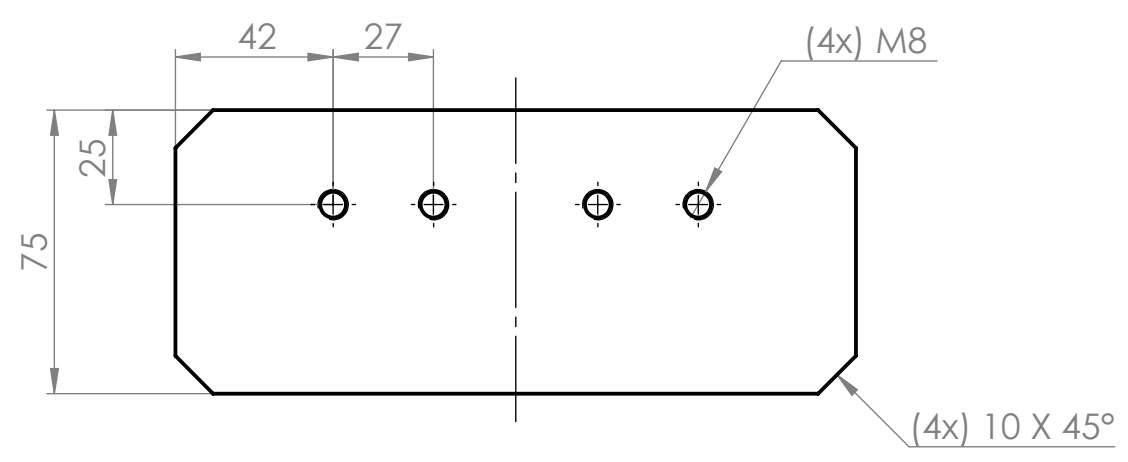
E

E



D

D

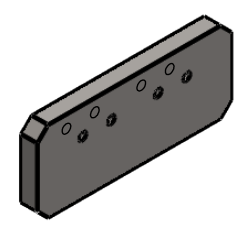


C

C

B

B



A

A



Título:
Pletina unión 1

Autor: Tamara Peláez Coto

Rev: 01

Fecha: 07/2021

Formato: A4

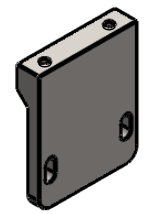
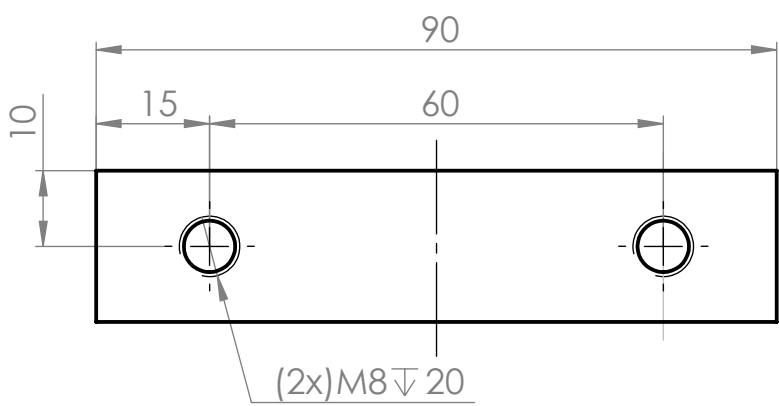
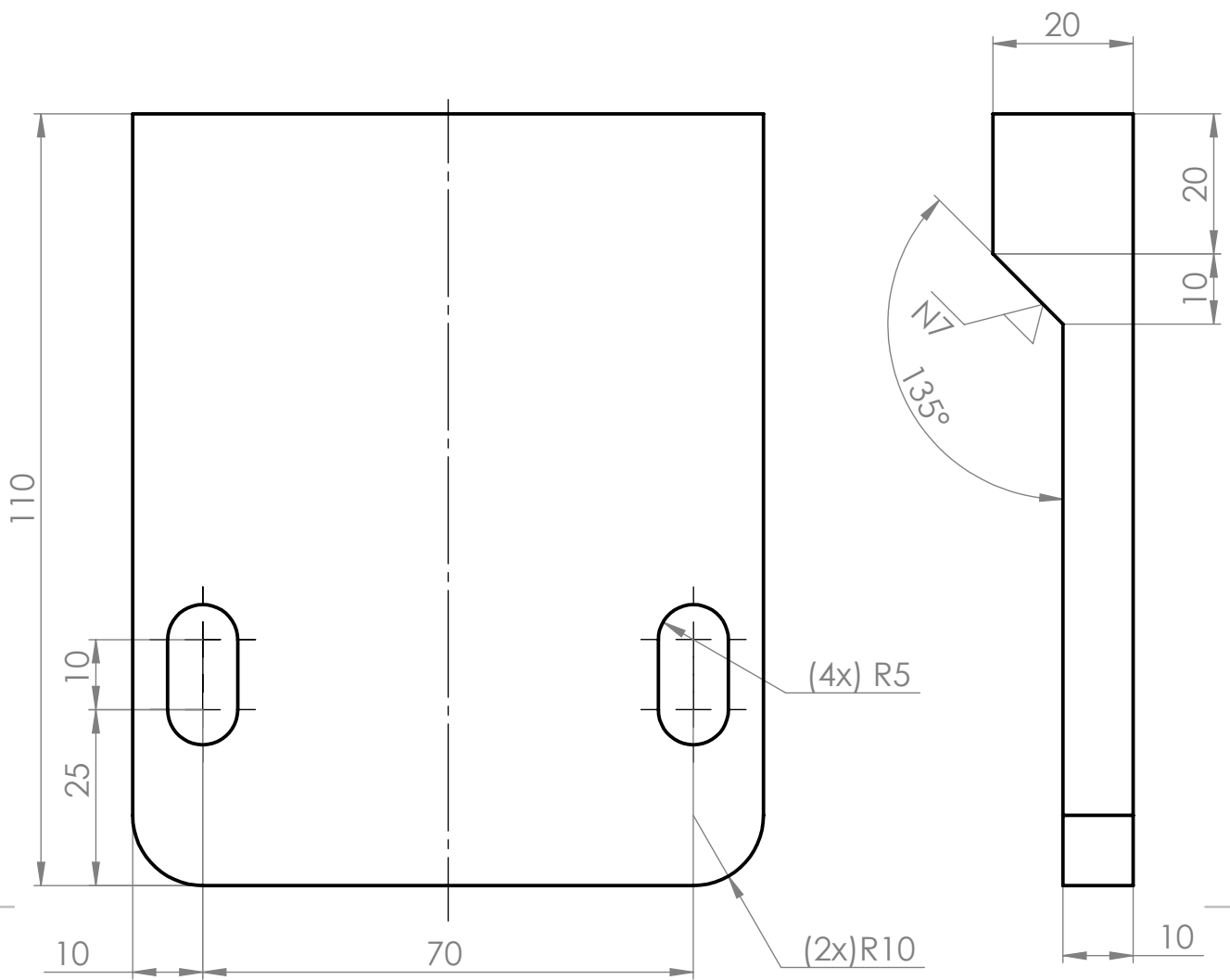


Escala: 1:2

Unidades: mm

Referencia: D_5

4 3 2 1



Título:
Acople bastidor

Autor: Tamara Peláez Coto

Rev: 01

Fecha: 07/2021

Formato: A4

Referencia: D_6

Sistema

Escala: 1:1

Unidades: mm

A

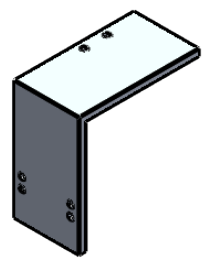
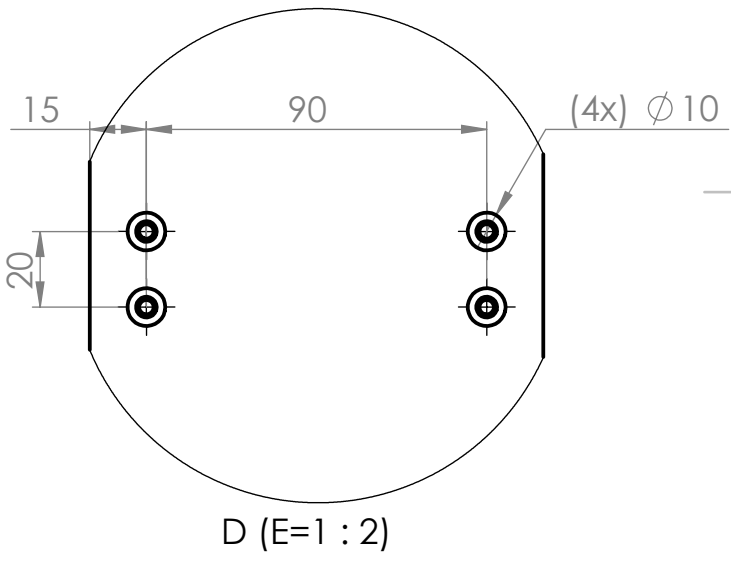
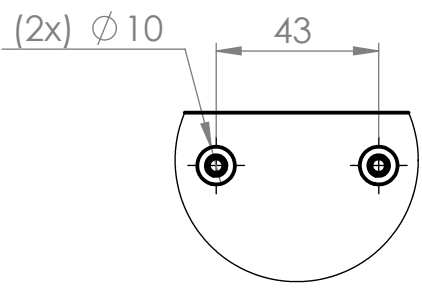
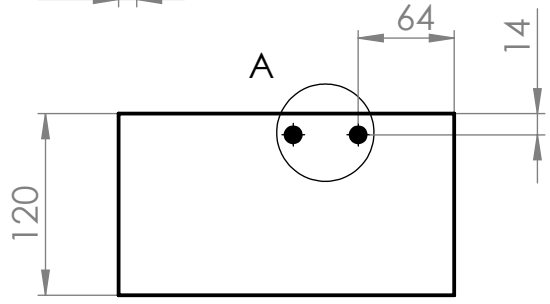
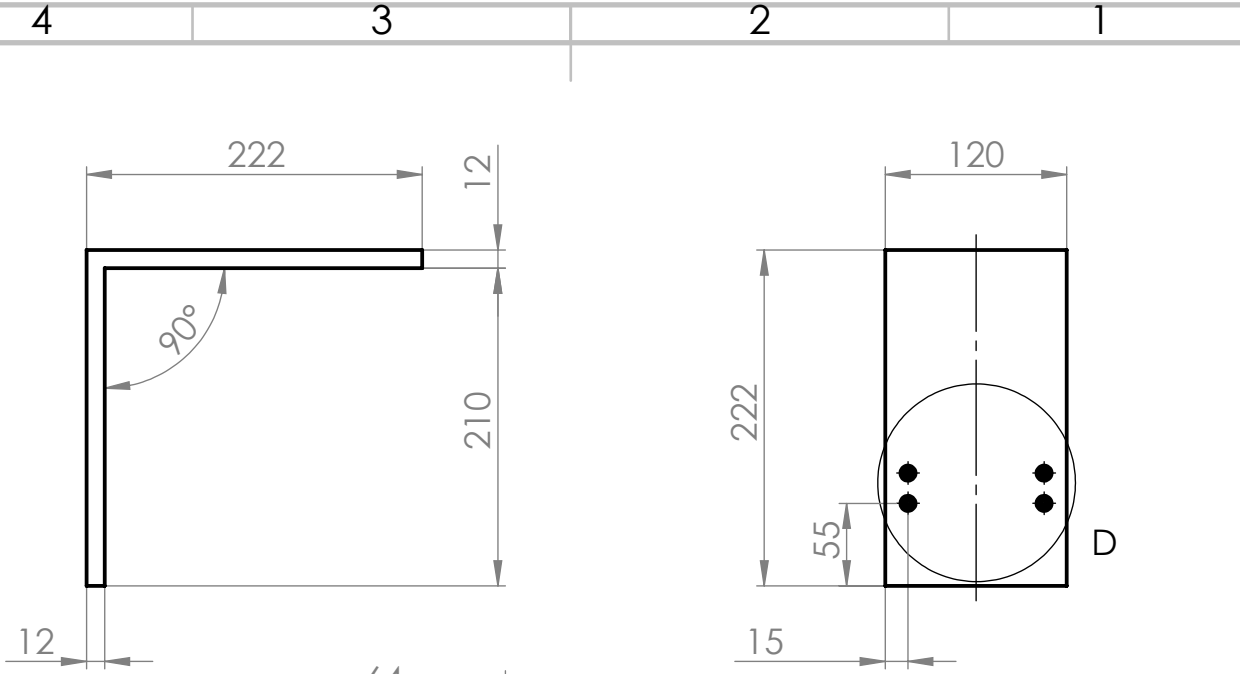
A

4

3

2

1



Título:
Soporte eje Z

Autor: Tamara Peláez Coto

Rev: 01

Fecha: 07/2021

Formato: A4

Referencia: D_7

Sistema

Escala: 1:5

Unidades: mm

A

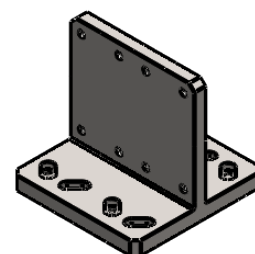
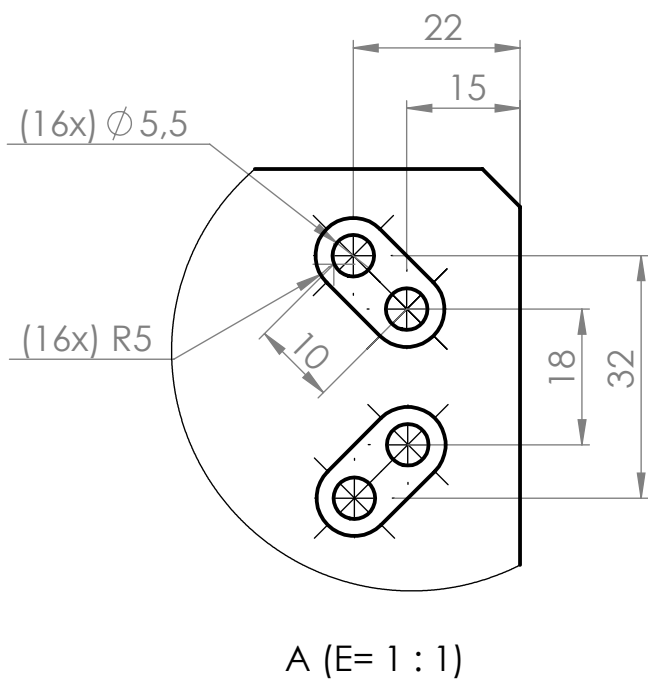
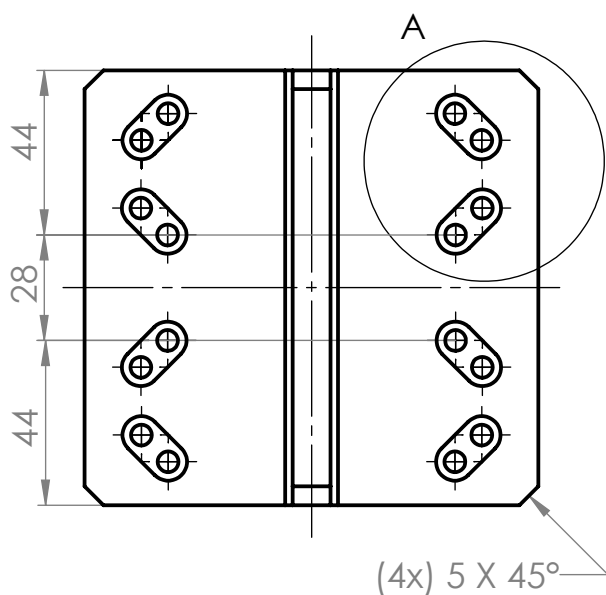
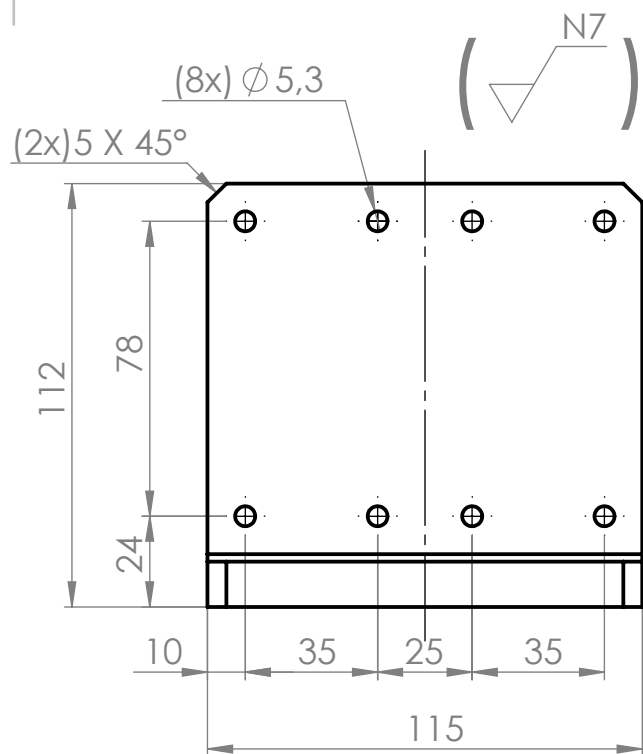
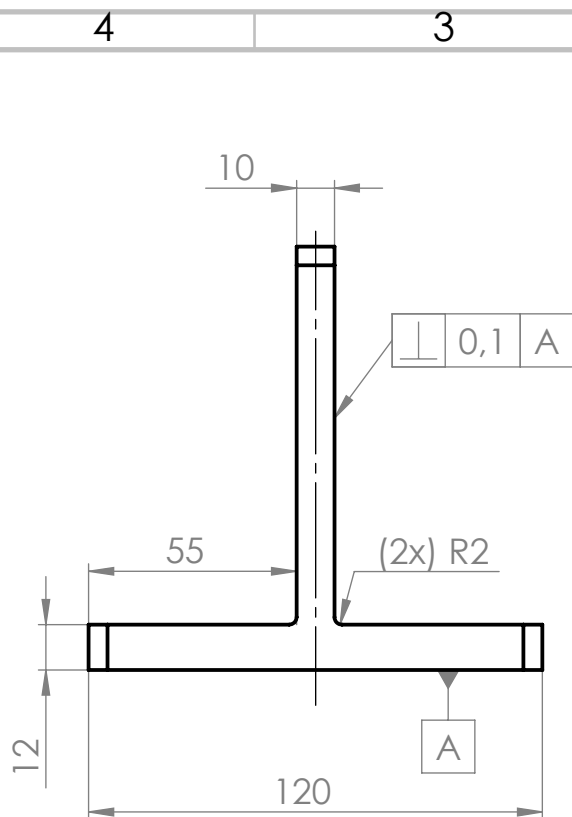
A

4

3

2

1



Título:
Soporte precisión eje Y

Autor: Tamara Peláez Coto

Rev: 01

Fecha: 07/2021

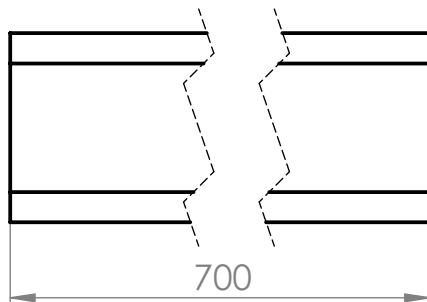
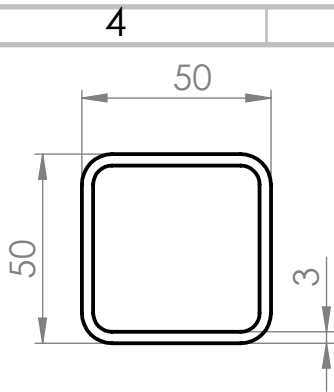
Formato: A4

Sistema

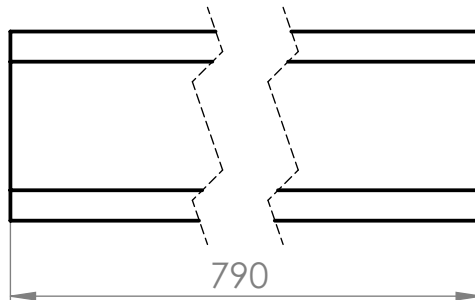
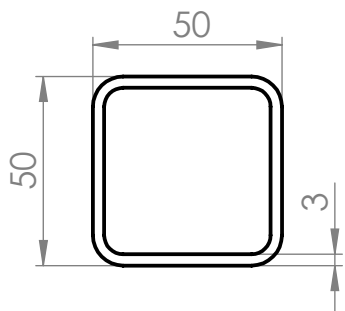
Escala: 1:2

Unidades: mm

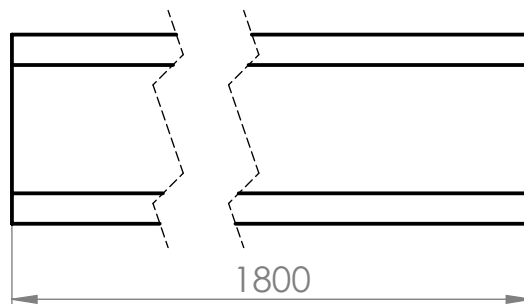
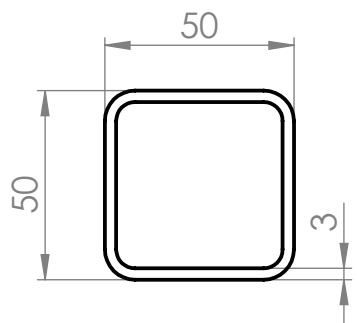
Referencia: D_8



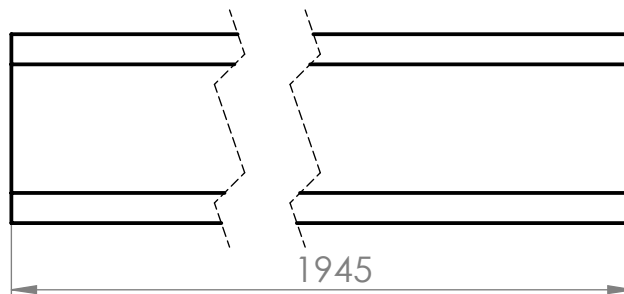
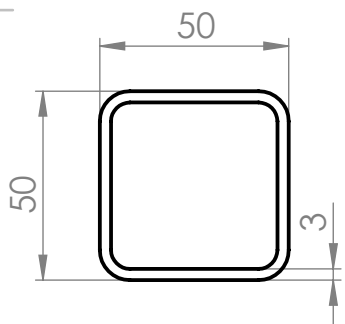
(1)



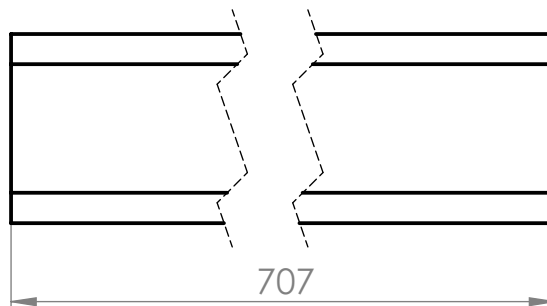
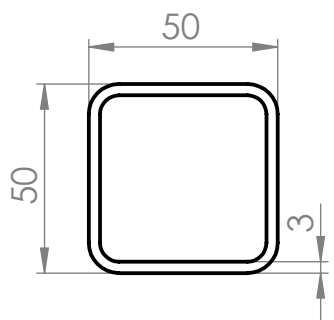
(2)



(3)



(4)



(5)



Título:
Perfiles bastidor

Rev: 01

Fecha: 07/2021

Autor: Tamara Peláez Coto

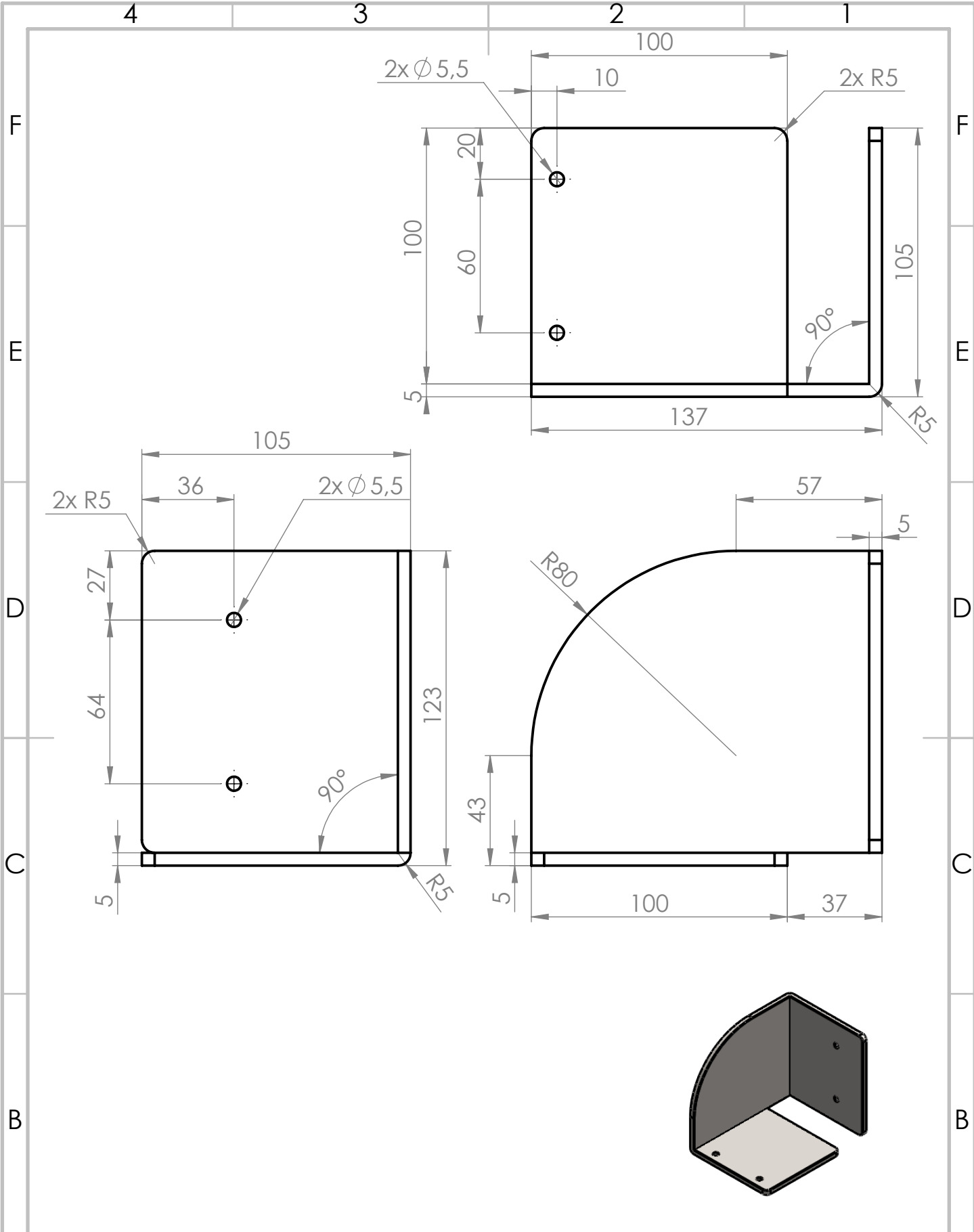
Formato: A4



Escala: 1:2

Unidades: mm

Referencia: D_9



Título: Soporte guía porta cables

Autor: Tamara Peláez Coto

Rev: 01

Fecha: 07/2021

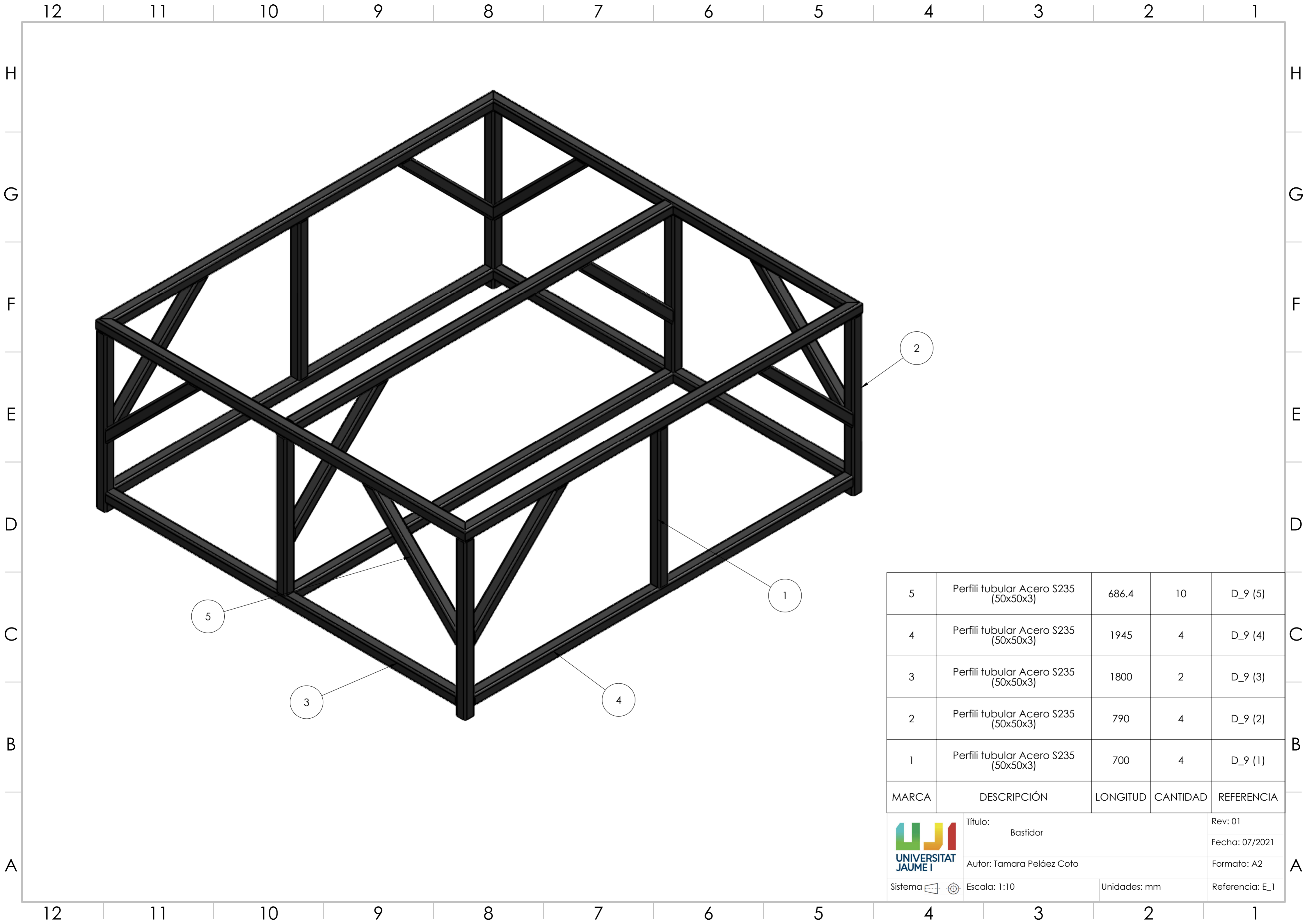
Formato: A4




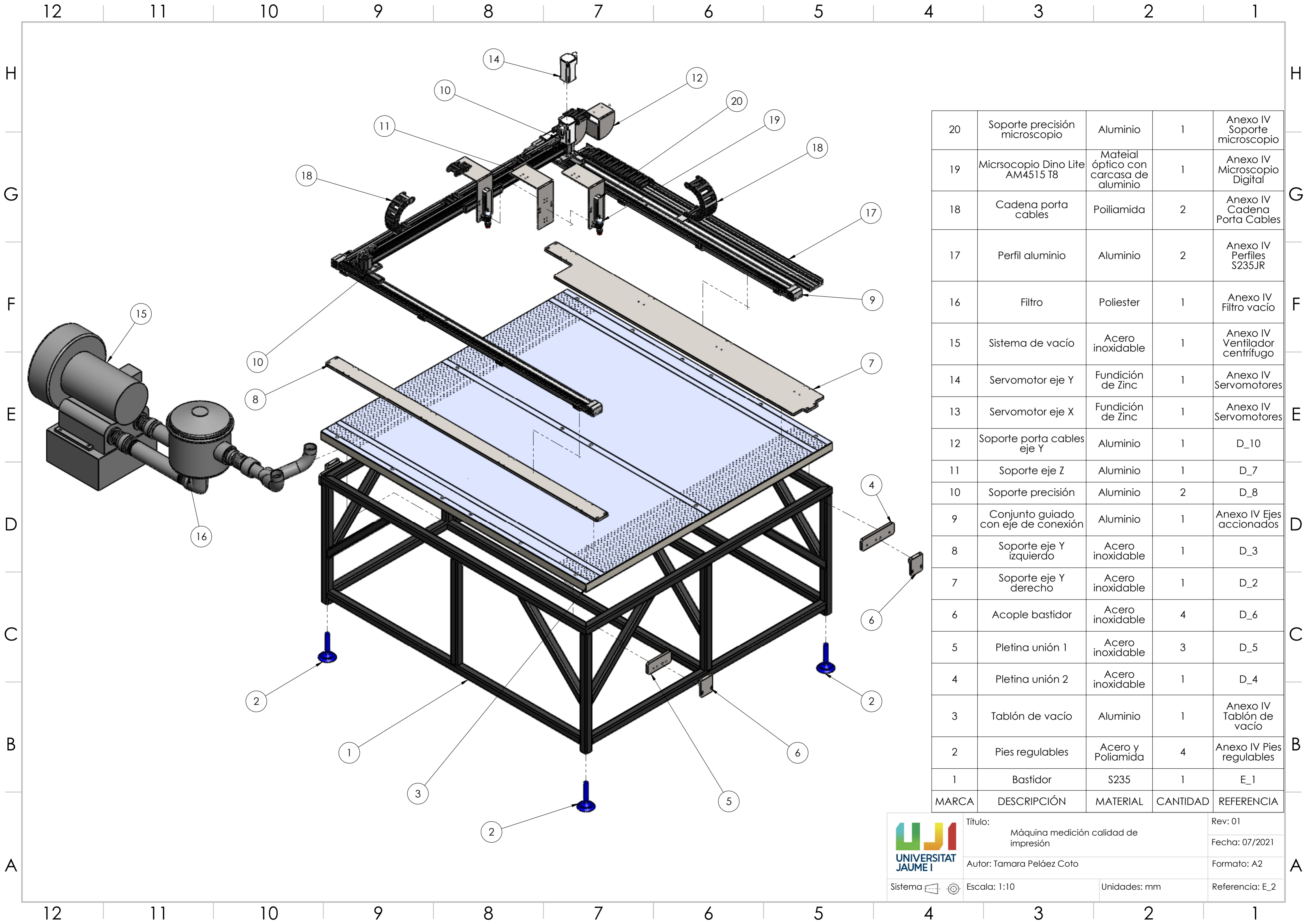
Escala: 1:2

Unidades: mm

Referencia: D_10



5	Perfil tubular Acero S235 (50x50x3)	686.4	10	D_9 (5)
4	Perfil tubular Acero S235 (50x50x3)	1945	4	D_9 (4)
3	Perfil tubular Acero S235 (50x50x3)	1800	2	D_9 (3)
2	Perfil tubular Acero S235 (50x50x3)	790	4	D_9 (2)
1	Perfil tubular Acero S235 (50x50x3)	700	4	D_9 (1)
MARCA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANTIDAD	REFERENCIA
	Título: Bastidor			Rev: 01
	Autor: Tamara Peláez Coto			Fecha: 07/2021
Escala: 1:10		Unidades: mm		Formato: A2
				Referencia: E_1

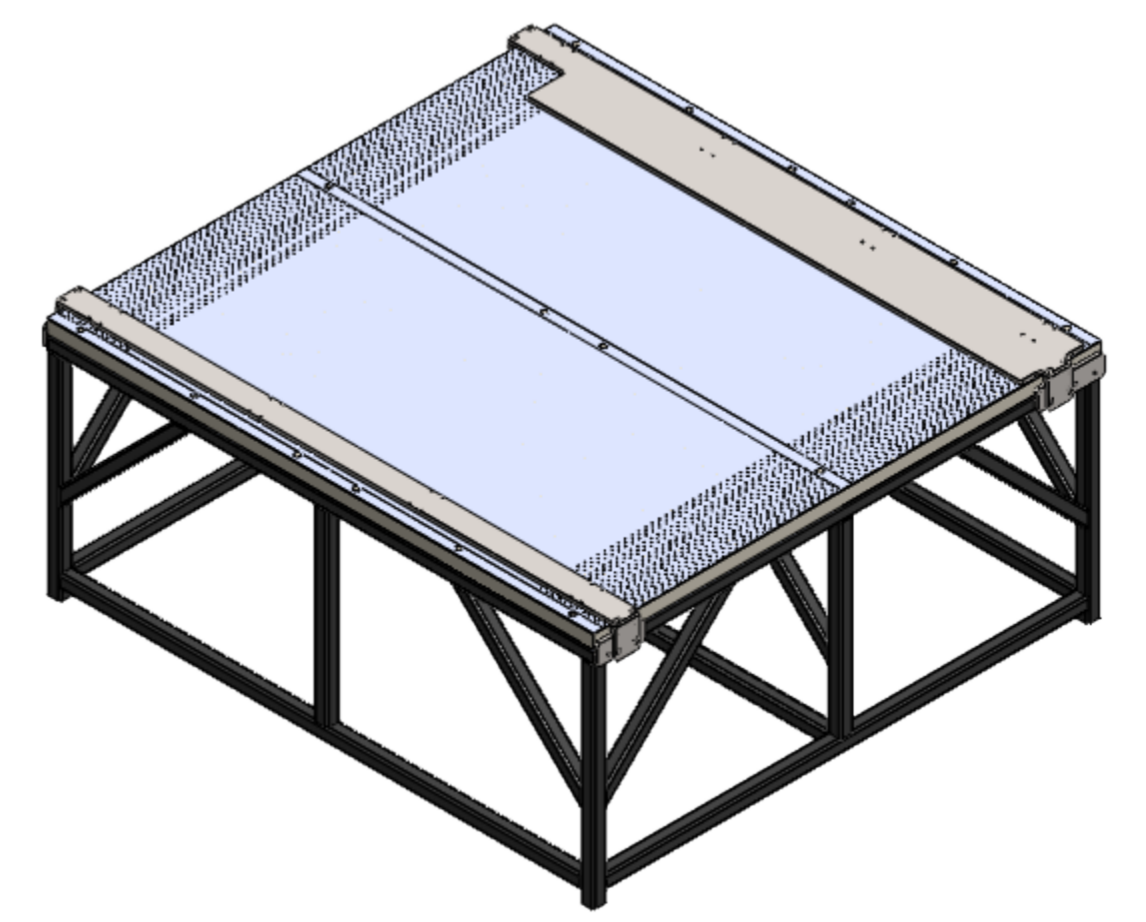
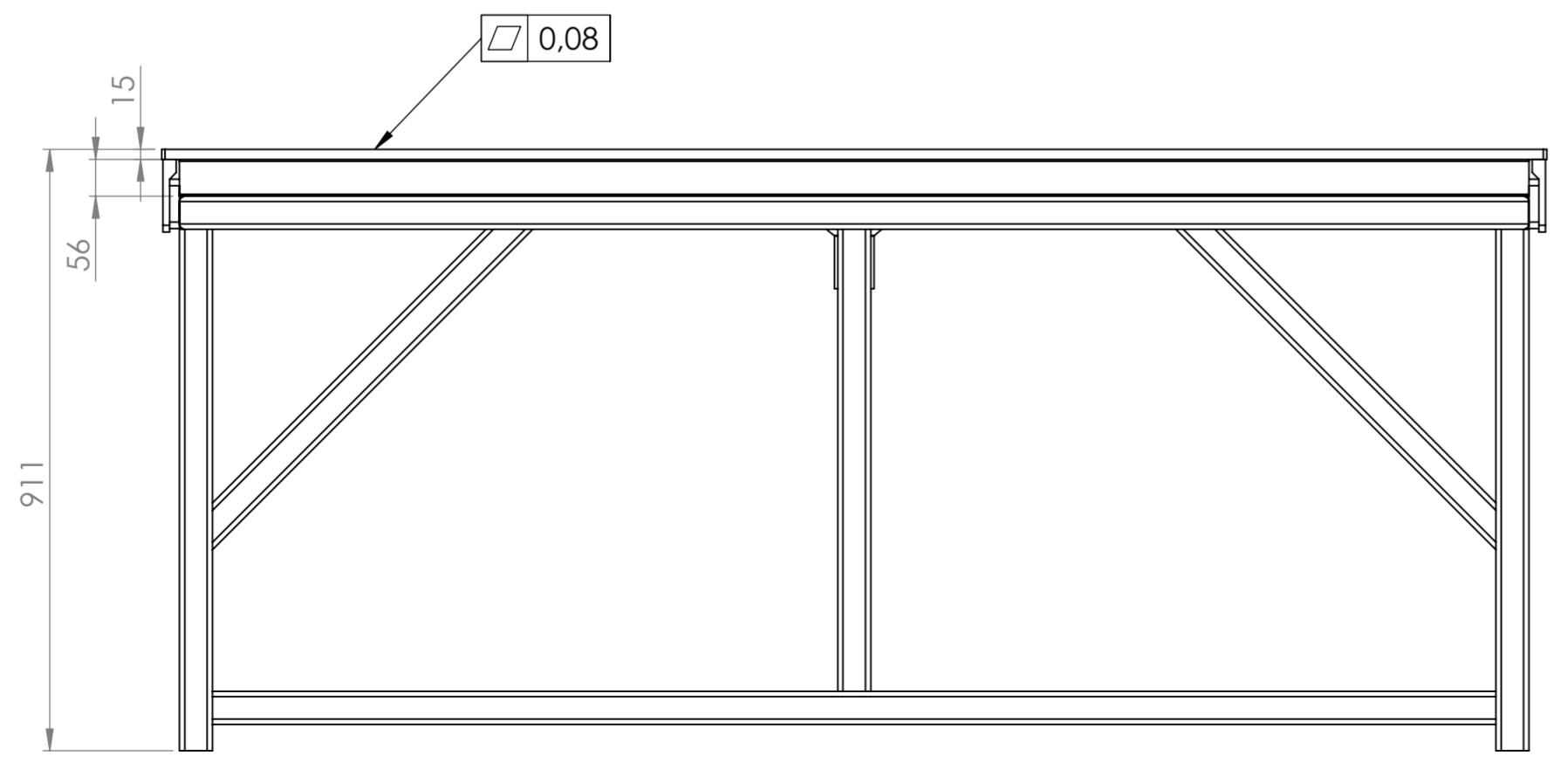
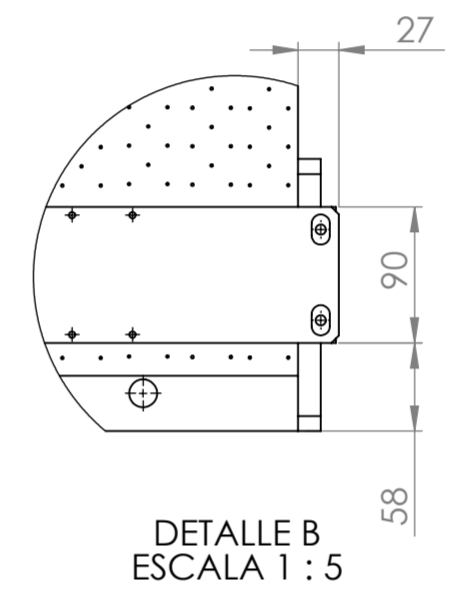
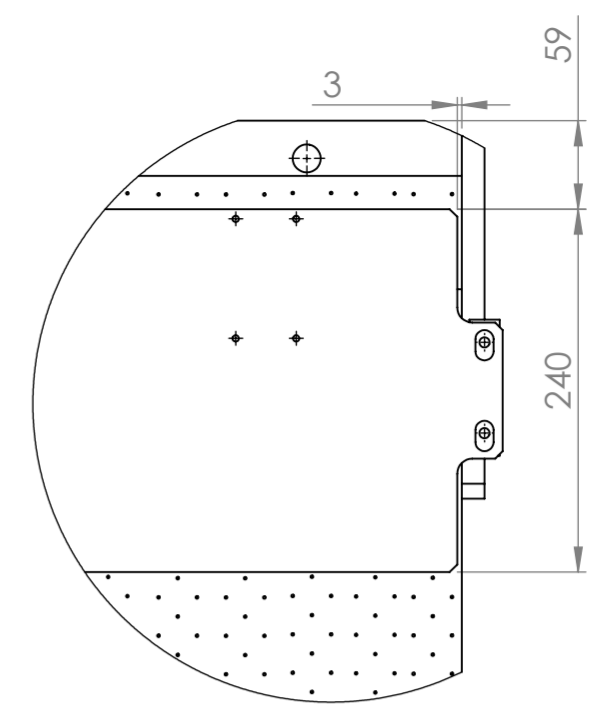
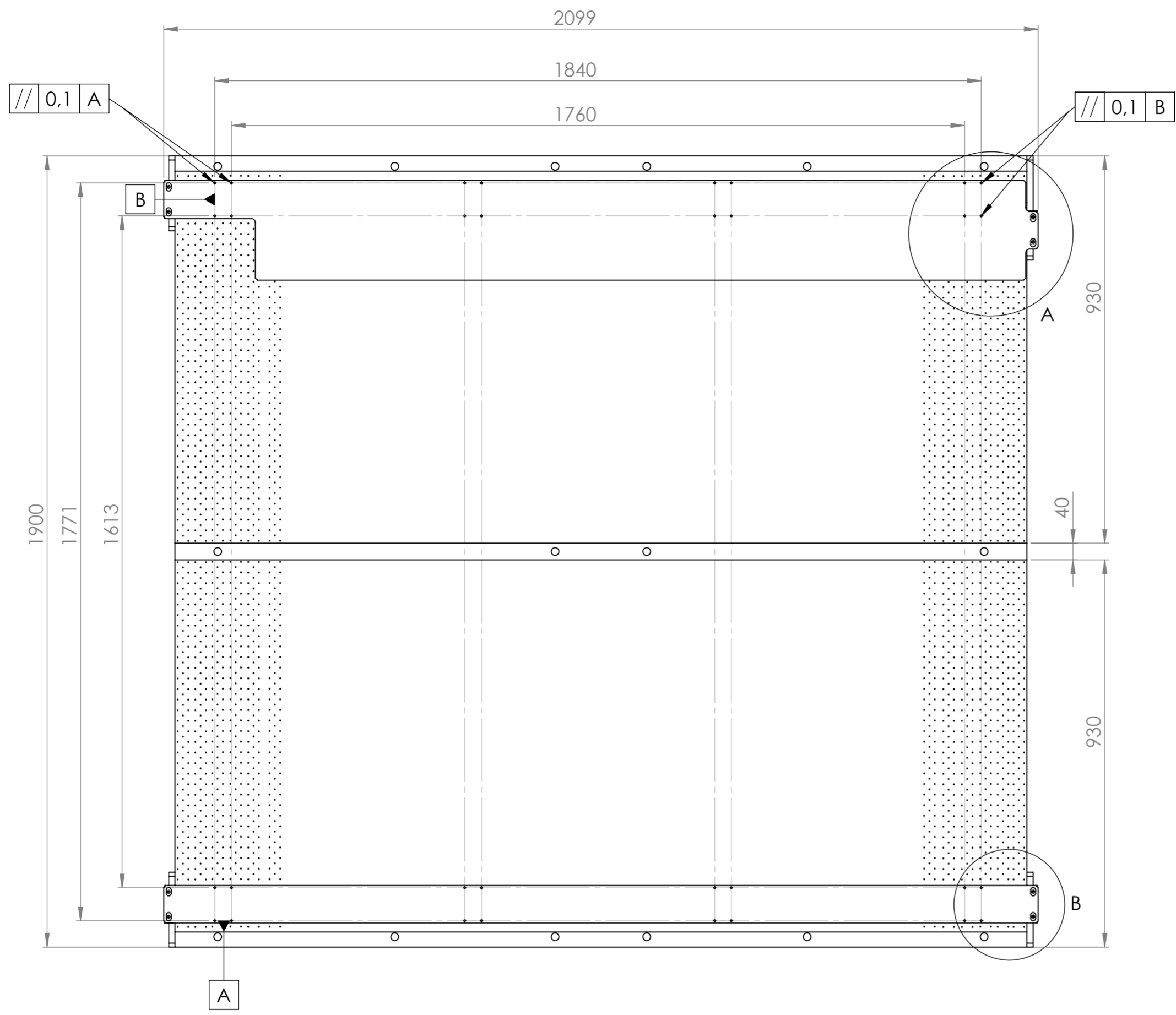



20	Soporte precisión microscopio	Aluminio	1	Anexo IV Soporte microscopio
19	Microscopio Dino Lite AM4515 T8	Mateial óptico con carcasa de aluminio	1	Anexo IV Microscopio Digital
18	Cadena porta cables	Poliamida	2	Anexo IV Cadena Porta Cables
17	Perfil aluminio	Aluminio	2	Anexo IV Perfiles S235JR
16	Filtro	Poliester	1	Anexo IV Filtro vacío
15	Sistema de vacío	Acero inoxidable	1	Anexo IV Ventilador centrífugo
14	Servomotor eje Y	Fundición de Zinc	1	Anexo IV Servomotores
13	Servomotor eje X	Fundición de Zinc	1	Anexo IV Servomotores
12	Soporte porta cables eje Y	Aluminio	1	D_10
11	Soporte eje Z	Aluminio	1	D_7
10	Soporte precisión	Aluminio	2	D_8
9	Conjunto guiado con eje de conexión	Aluminio	1	Anexo IV Ejes accionados
8	Soporte eje Y izquierdo	Acero inoxidable	1	D_3
7	Soporte eje Y derecho	Acero inoxidable	1	D_2
6	Acople bastidor	Acero inoxidable	4	D_6
5	Pletina unión 1	Acero inoxidable	3	D_5
4	Pletina unión 2	Acero inoxidable	1	D_4
3	Tablón de vacío	Aluminio	1	Anexo IV Tablón de vacío
2	Pies regulables	Acero y Poliamida	4	Anexo IV Pies regulables
1	Bastidor	S235	1	E_1
MARCA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA



Título: Máquina medición calidad de impresión
 Autor: Tamara Peláez Coto
 Escala: 1:10
 Unidades: mm

Rev: 01
 Fecha: 07/2021
 Formato: A2
 Referencia: E_2



	Título:	Máquina medición calidad de impresión	Rev: 01
	Autor:	Tamara Peláez Coto	Fecha: 07/2021
	Escala:	1:10	Formato: A2
	Unidades:	mm	Referencia: E_3

4. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

4.1	Objeto	102
4.2	Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del proyecto	102
4.3	Condiciones generales.....	104
4.4	Condiciones técnicas	106

4.1 Objeto

El objeto del pliego de condiciones consiste en especificar las condiciones técnicas y de ejecución del presente proyecto y establecer las condiciones generales que han de implantarse en la ejecución del presente proyecto.

Su pretensión es servir de complemento para las personas que deban instalar la maquinaria y asegurar así una correcta puesta en marcha y funcionamiento.

4.2 Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos del proyecto

A continuación, se enumeran los elementos que forman la máquina para la medición de la calidad de la impresión realizada por impresoras de gran formato y las normas a las que hace referencia cada elemento.

Componente	Norma
Eje accionado eje X	UNE-EN ISO 10819:2014. Vibraciones mecánicas y choques. Vibraciones transmitidas a la mano. Medición y evaluación de la transmisibilidad de la vibración
Eje accionado eje Y	UNE-EN ISO 10819:2014. Vibraciones mecánicas y choques. Vibraciones transmitidas a la mano. Medición y evaluación de la transmisibilidad de la vibración
Servomotor eje X	UNE-EN 61800-5-2:2017 (Ratificada) Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 5-2: Requisitos de seguridad. Funcional (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en junio de 2017.)
Servomotor eje Y	UNE-EN 61800-5-2:2017 (Ratificada) Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 5-2: Requisitos de seguridad. Funcional (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en junio de 2017.)
Eje de conexión	UNE 18018:1952 Árboles para transmisiones
Fuente de alimentación	UNE-EN 61558-1:2007 Seguridad de los transformadores de potencia, fuentes de alimentación, bobinas de inductancia y productos análogos. Parte 1: Requisitos generales y ensayos. (IEC 61558-1:2005).
Tablón de vacío	ISO 27893:2011 Vacuum technology -- Vacuum gauges -- Evaluation of the uncertainties of results of calibrations by direct comparison with a reference gauge

Soplante de aire	UNE-EN ISO 4414:2011 Transmisiones neumáticas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes. (ISO 4414:2010).
Soporte anti vibración	UNE-EN 1032:2004+A1:2009 Vibraciones mecánicas. Ensayos de maquinaria móvil a fin de determinar el valor de emisión de las vibraciones
Filtro	UNE-EN ISO 16890-1:2017 Filtros de aire utilizados en ventilación general. Parte 1: Especificaciones técnicas, requisitos y clasificación según eficiencia basado en la materia particulada (PM). (ISO 16890-1:2016)
Conductos	ISO/TC 112 Tecnología del vacío
Colector	ISO/TC 112 Tecnología del vacío
Pies regulables	RoHS Directiva 2011/65/UE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
Guía porta cables	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Cadena para cables	UNE-ISO 6722-1:2013 (Versión corregida en fecha 2015-09-23) Cables monoconductores de 60 V y 600 V. Parte 1: Dimensiones, métodos de ensayo y requisitos para cables con conductor de cobre.
Microscopio	Directiva de Dispositivos Médicos 93/42/CEE, modificada por la 2007/47/CE.
Soporte microscopio	Directiva de Dispositivos Médicos 93/42/CEE, modificada por la 2007/47/CE.
Perno M8x90	UNE 17703:2004 Rosca métrica ISO para usos generales. Selección de diámetros y pasos para tornillería
Tornillo M8x40	UNE 17703:2004 Rosca métrica ISO para usos generales. Selección de diámetros y pasos para tornillería
Tuerca M8	UNE 17703:2004 Rosca métrica ISO para usos generales. Selección de diámetros y pasos para tornillería
Arandela ϕ 8,4 mm	UNE 17703:2004 Rosca métrica ISO para usos generales. Selección de diámetros y pasos para tornillería
Bastidor	UNE-EN ISO 5817:2014 Soldeo. Uniones soldadas por fusión en acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2014)
Soporte guiado Y derecho	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Soporte guiado Y izquierdo	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales

Pletina unión	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Acople tablón vacío	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Soporte eje z	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Soporte ejes accionados	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Soporte guía porta cables	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Cierre perimetral	UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012 Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales
Pulsador de emergencia	UNE-EN 54-1:2011. 13.320 / Sistemas de detección y de alerta
Soporte pantalla	UNE-EN ISO 9241-129:2011. Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 129: Directrices sobre la individualización de software

Tabla 5 Normativa que regula los componentes del proyecto

4.3 Condiciones generales

4.3.1 Normativa aplicable

- Ley 31/1995 – Prevención de Riesgos Laborales
- RD 1215/1997 – Equipos de trabajo. Disposiciones mínimas de seguridad y salud
- RD 39/1997 de 17 de Enero, desarrollado por la Orden de 27 de Junio que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- RD 1644/2008 – Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
- RD 773/1997, de 30 de mayo: Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- RD 1435/1992 – Máquinas, componentes de seguridad. Marcado “CE”

4.3.2 Garantías

Del Código Civil Libro IV título IV capítulo IV: Obligaciones del vendedor, se aplica en materia de garantías lo establecido por los siguientes artículos:

2º Del saneamiento por los defectos o gravámenes ocultos de la cosa vendida

- Artículo 1484

El vendedor estará obligado al saneamiento por los defectos ocultos que tuviere la cosa vendida, si la hacen impropia para el uso a que se la destina, o si disminuyen de tal modo este uso que, de haberlos conocido el comprador, no la habría adquirido o habría dado menos precio por ella; pero no será responsable de los defectos manifiestos o que estuvieren 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 al comprador del saneamiento por los vicios o defectos ocultos de la cosa vendida, aunque los ignorase. Esta disposición no regirá cuando se haya estipulado lo contrario, y el vendedor ignorara los vicios o defectos ocultos de lo vendido.

- Artículo 1486

En los casos de los dos artículos anteriores, el comprador podrá optar entre desistir del contrato, abonándosele los gastos que pagó, o rebajar una cantidad proporcional del precio, a juicio de peritos. Si el vendedor conocía los vicios o defectos ocultos de la cosa vendida y no los manifestó al comprador, tendrá esta la misma opción y además se le indemnizará de los daños y perjuicios, si optare por la rescisión

- Artículo 1487

Si la cosa vendida se perdiere por efecto de los vicios ocultos, conociéndolos el vendedor, sufrirá esta la pérdida, y deberá restituir el precio y abonar los gastos del contrato, con los daños y perjuicios. Si no los conocía, debe sólo restituir el precio y abonar los gastos del contrato que hubiese pagado el comprador.

- Artículo 1488

Si la cosa vendida tenía algún vicio oculto al tiempo de la venta, y se pierde después por caso fortuito o por culpa del comprador, podrá este reclamar del vendedor el precio que pagó, con la rebaja del valor que la cosa tenía al tiempo de perderse. Si el vendedor obró de mala fe, deberá abonar al comprador los daños e intereses.

4.3.3 Funcionamiento

Para el correcto funcionamiento de la máquina se debe asegurar tenga unas determinadas condiciones de trabajo.

- La temperatura de trabajo de la línea a la que se incorpora esta máquina es de entre 18 y 30 °C, por tanto, no debe superar este rango para evitar posibles fallos de funcionamiento.
- Las condiciones de humedad no deben superar el 60 % ya que esto podría afectar en la calidad de la imagen.
- Debe mantenerse una zona de trabajo limpia ya que debido al material con el que se trabaja hay mucho polvo e impurezas en el ambiente.
- Las conexiones eléctricas las debe realizar personal cualificado y comprobar la persona que esté al cargo.
- Todos sus componentes deben transportarse embalados y numerados en cuanto a número de caja corresponde.
- El operario que manipule la máquina debe haber recibido una formación sobre su uso y trabajar con los correspondientes equipos de protección que sean pertinentes.
- La máquina debe ubicarse en una superficie lo más plana posible sin irregularidades visibles.

4.4 Condiciones técnicas

4.4.1 Ejecución y montaje

El transporte de la máquina se debe realizar mediante una carretilla elevadora y debe colocarse en una zona segura para su desembalaje. Una vez desembalado se posiciona el bastidor en la zona de trabajo escogida y se abren las cajas numeradas con todos los componentes.

Cuando el bastidor esté posicionado, deben instalarse los pies niveladores y colocar un nivel sobre el bastidor para mantenerlo lo más plano posible. Después, con la ayuda de 3 o 4 personas se coloca el panel de vacío encima de este y se vuelve a nivelar para cerciorar su planitud. Una vez nivelado, se suelda el panel de forma perimetral.

Posteriormente se atornillan al bastidor las pletinas de sujeción para la fijación de los soportes y se instalan las tolvas de aspiración a este.

Cuando este montaje esté realizado, se colocan las placas de soporte del sistema de guiado sobre el tablón perforado y se ajustan con los tornillos calibrados que hay mecanizados para su sujeción. En este paso es muy importante asegurar que las placas permanecen totalmente paralelas. (Ver plano E_3)

Una vez sujetas dichas placas, se colocan los ejes accionados en el eje X y se van fijando a las placas de sujeción. Entre ellos se coloca el eje de conexión para permitir el giro solidario de ambos. Después, se coloca el eje accionado del eje Y sobre ellos y las guías porta cables.

Cuando están realizados los pasos anteriores, se fija el soporte del eje Z al eje accionado Y. A este soporte del eje Z se le incorpora el microscopio con su acople y se fija a él atornillándose.

Una vez esté todo el sistema de guiado fijado, se instalan en los ejes accionados, sus correspondientes servomotores. Estos se conexionan con la fuente de alimentación para poder poner en funcionamiento la máquina.

Cuando ya están todos los sistemas que componen la máquina instalados, se posiciona correctamente el soplante de vacío y se conecta mediante los conductos a las tolvas del tablón de vacío.

Por último, se instala el vallado perimetral correctamente y se posiciona el soporte de la pantalla dónde también va instalado el pulsador de emergencia.

4.4.2 Mantenimiento

El mantenimiento es uno de los aspectos más importantes para asegurar una vida útil de los elementos que componen lo que se ha diseñado. Deben realizarse periódicamente las siguientes tareas:

- Mantener limpio el lugar de trabajo
- Revisar que el sistema de guiado funciona correctamente y no se observan tirones bruscos
- Revisar y limpiar la lente del microscopio antes de cada análisis
- Comprobar las conexiones eléctricas/electrónicas del sistema

- Revisar que el cableado esté ubicado correctamente dentro de su cadena porta cables
- Limpiar la tablón de vacío con productos no agresivos después de cada trabajo
- Comprobar el estado el filtro
- Chequear las conexiones del soplante por si hubiera fugas
- Revisar la nivelación del tablón de vacío

4.4.3 Seguridad

Debido a que existe la posibilidad de tener un accidente laboral, todas las personas que se encuentren en planta deben ir provistas de los correspondientes equipos de protección individual, siendo la empresa quien provea al trabajador de estos.

En caso de no cumplirse estos requerimientos, se deberá avisar al correspondiente encargado de seguridad que haya en el turno.

Como mínimo el personal debe ir equipado con:

- Botas de seguridad
- Gafas protectoras
- Protectores auditivos

No obstante, es posible que haya alguna zona determinada dónde se necesite algún EPI adicional.

La empresa debe disponer de suficientes equipos de protección contra incendios dispuestos de tal forma que dicta el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

5. ESTADO DE LAS MEDICIONES

En este apartado, se definen y determinan las unidades de cada partida que conforman la totalidad del producto. Se define por tanto la cantidad de material y recursos necesarios para la realización de este proyecto.

COMPONENTES

Concepto	Cantidad	Unidades
Eje accionado eje X	2	Unidad
Eje accionado eje Y	1	Unidad
Mini actuador eje Z	1	Unidad
Servomotor eje X	1	Unidad
Servomotor eje Y	1	Unidad
Eje de conexión	1	Unidad
Fuente de alimentación	1	Unidad
Tablón de vacío	1	Unidad
Centradores	4	Unidad
Soplante de aire	1	Unidad
Soporte antivibración	1	Unidad
Filtro	1	Unidad
Colector	2	Unidad
Pies regulables	4	Unidad
Microscopio	1	Unidad
Soporte microscopio	1	Unidad
Perno M8x90	10	Unidad
Tornillo M8x40	10	Unidad
Tuerca M8	10	Unidad
Arandela ϕ 8,4 mm	20	Unidad
Cadena para cables	3	Metros
Conductos	2	Metros
Guía porta cables	1.256.395,7	Milímetros cúbicos
Bastidor	16.907.169,31	Milímetros cúbicos
Soporte guiado Y derecho	6.984.282,3	Milímetros cúbicos

Soporte guiado Y izquierdo	2.817.029,1	Milímetros cúbicos
Pletina unión	789.283,6	Milímetros cúbicos
Acople tablón vacío	462.454,8	Milímetros cúbicos
Soporte eje z	694.004,1	Milímetros cúbicos
Soporte ejes accionados	536.759,4	Milímetros cúbicos
Soporte guía porta cables	541.327,5	Milímetros cúbicos
Cierre perimetral	13	Metros
Pulsador de emergencia	1	Unidad
Soporte pantalla	1	Unidad

Tabla 6 Resumen componentes del proyecto

TRABAJOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE

Concepto	Cantidad	Unidades
Taller de calderería	1	Unidad

Tabla 7 Resumen de trabajos de fabricación y montaje

TRABAJOS DE INGENIERÍA

Concepto	Cantidad	Unidades
Diseño ingenieril del proyecto	1	Unidad

Tabla 8 Resumen trabajo de ingeniería

SOFTWARE Y LICENCIAS

Concepto	Cantidad	Unidades
SolidWorks	1	Unidad
Photoshop	1	Unidad
Fiery	1	Unidad
Office	1	Unidad

Tabla 9 Resumen de Software y licencias

6. PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

6.1	Costes de materias primas y fabricación.....	114
6.2	Costes de los elementos comerciales	116
6.3	Costes de diseño.....	118
6.4	Costes de software y licencia	118
6.5	Coste de ejecución material	119
6.6	Coste de ejecución por contrata	119
6.7	Coste total	120
6.8	Conclusiones del presupuesto.....	121

6.1 Costes de materias primas y fabricación

Los costes de materias primas y fabricación son los derivados de la compra del material necesario para el proyecto y su posterior acabado, en función de las especificaciones requeridas. Estos procesos sirven para realizar un correcto montaje y aplicación de todos los conjuntos que conforman la máquina diseñada.

Los datos de las cantidades necesarias de materias primas han sido obtenidos del programa de diseño SolidWorks una vez se le ha asignado su correspondiente material.

A continuación, se muestran unas tablas indicativas con sus correspondientes operaciones:

Materias primas

Acero estructural S235JR	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€/Kg)	Coste total (€)
Bastidor	131,87	Kilogramo	1,01	133,19

Acero inoxidable AISI-304	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€/kg)	Coste total (€)
Soporte guiado eje Y derecho	15,85	Kilogramo	3,19	46,26
Soporte guiado eje Y izquierdo	7,61	Kilogramo	3,19	24,27
4 x Pletina unión	2,13	Kilogramo	3,19	6,79
4 x Acople tablón vacío	3,63	Kilogramo	3,19	11,57

Aluminio 1050	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€/kg)	Coste total (€)
2 x Guía porta cables	6,78	Kilogramo	4,40	29,83
Soporte eje Z	1,87	Kilogramo	4,40	8,23
2 x Soporte ejes accionados	1,45	Kilogramo	4,40	6,38
Soporte guía porta cables	0,98	Kilogramo	4,40	4,32

Total materias primas	264,46 €
------------------------------	-----------------

Fabricación

Debido a que la compra y fabricación de los materiales se realiza a través del mismo taller de confianza de la empresa, se oferta la fabricación de las piezas del siguiente modo:

Acero estructural S235JR	Proceso	Tiempo empleado (h)	Precio (€/h)	Coste total (€)
Perfiles 50x50x3	Corte mediante Láser	3	25	75
Perfiles 50x50x3	Soldadura	6	40	240

Acero inoxidable AISI-304	Proceso	Tiempo empleado (h)	Precio (€/h)	Coste total (€)
Soporte guiado eje Y derecho	Mecanizado y taladrado	4	30	120
Soporte guiado eje Y izquierdo	Mecanizado y taladrado	3	30	90
4 x Pletina unión	Mecanizado y taladrado	2	30	60
4 x Acople tablón vacío	Mecanizado y taladrado	2	30	60

Aluminio 1050	Proceso	Tiempo empleado (h)	Precio (€/h)	Coste total (€)
2 x Guía porta cables	Corte mediante láser	1	25	25
Soporte eje Z	Mecanizado y taladrado	1	30	30
2 x Soporte ejes accionados	Mecanizado y taladrado	2	30	60

Total fabricación	760 €
-------------------	-------

Total materias primas y fabricación	1.024,46 €
-------------------------------------	------------

6.2 Costes de los elementos comerciales

Se entiende por elemento comercial, todos los componentes adicionales que se deben añadir a la máquina para que ejecute su función principal. Se solicita presupuesto a los diferentes proveedores de la empresa en función de su rama industrial y se desglosa de la siguiente manera:

Componentes electrónicos

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Servomotor eje X	1	Unidad	647,99	647,99
Servomotor eje Y	1	Unidad	542,99	542,99
Fuente de alimentación	1	Unidad	160,45	160,45
Microscopio	1	Unidad	431,55	431,55

Sistema de guiado

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Eje accionado eje X	2	Unidad	655,21	1310,42
Eje accionado eje Y	1	Unidad	424,97	424,97
Eje de conexión	1	Unidad	170,56	170,56
Cadena para cables	3	Metros	33,89	101,67

Sistema de vacío

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Tablón de vacío	1	Unidad	645	645
Centradores	4	Unidad	14,85	59,4
Soplante de aire	1	Unidad	957,85	957,85
Soporte antivibración	1	Unidad	-	-
Filtro	1	Unidad	501,78	501,78
Colector	2	Unidad	69,99	139,98
Conductos	2	Metros	5,60	11,2

Tornillería

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Perno M8x90	10	Unidad	0,517	5,17
Tornillo M8x40	10	Unidad	0,231	2,31
Tuerca M8	10	Unidad	0,176	1,76
Arandela ϕ 8,4 mm	20	Unidad	0,113	2,26

Sistema de seguridad

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Vallado seguridad	13	Metros	22,31	289,92
Soporte pantalla	1	Unidad	19,95	19,95
Pulsador emergencia	1	Unidad	7,65	7,65

Accesorios

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Soporte microscopio	1	Unidad	8,96	8,96
Pies regulables	4	Unidad	14,54	58,16

Total elementos comerciales	6.528,25 €
-----------------------------	------------

6.3 Costes de diseño

Los costes de diseño hacen referencia al desarrollo del proyecto por completo realizado por el diseñador. Esto incluye evaluación de posibles soluciones, desarrollo de documentación junto con sus correspondientes cálculos y su justificación en detalle de las opciones seleccionadas.

Trabajos de ingeniería

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Diseño ingenieril del proyecto	160	Horas	20	3.200

Total costes de diseño	3.200	96,96 € por máquina
------------------------	-------	---------------------

Debido a que en 5 años se pretende fabricar 33 máquinas, este coste se dividirá en 33 partidas imputables a cada máquina de manera equitativa.

6.4 Costes de software y licencia

En cuanto a los costes de Software y licencias son los imputables al proyecto por la utilización de soportes informáticos y programas para la realización del proyecto.

Software y licencias

Concepto	Cantidad	Unidades	Coste unitario (€/año)	Coste total (€)
SolidWorks Profesional	60	Días	8.250	1.356,16
Fiery	20	Días	-	-
Office 2019 Profesional	60	Días	249,99	41,10

Total Software y licencias	1.606,16 €	48,67 € por máquina
----------------------------	------------	---------------------

Nota: Fiery es un programa de generación y análisis de imágenes propiedad de la empresa. Por tanto, el coste imputable en este proyecto es cero.

Al igual que los costes de diseño, este coste se dividirá en 33 partidas imputables a cada máquina de manera equitativa.

6.5 Coste de ejecución material

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) es el importe del coste de todos los materiales requeridos para un proyecto y el coste de personal necesarios para la ejecución de esta máquina. Se calcula multiplicando la medición por el precio unitario de cada unidad de obra

Presupuesto general	
Costes de materias primas y fabricación	1.024,46 €
Costes de los elementos comerciales	6.528,25 €
Costes de diseño	96,96 €
Coste de Software y licencias	48,67 €

TOTAL PEM	7.698,34 €
-----------	------------

6.6 Coste de ejecución por contrata

El Presupuesto de Contrata (PEC) es el resultado de imputar la parte proporcional de los gastos generales y del beneficio económico que se pretende obtener de la máquina al PEM. Dado que es una máquina cuyo propósito es incorporar en las líneas de producción de los clientes para mejorar su satisfacción con la empresa, se minimiza al 20 % el beneficio que se pretende obtener con ella. Se incluye al presupuesto general, además, unos costes asociados (10 %) derivados de mantenimiento, consumos y posibles reparaciones.

Precio de venta	
Costes de materias primas y fabricación	1.024,46 €
Costes de los elementos comerciales	6.528,25 €
Costes de diseño	96,96 €
Coste de Software y licencias	48,67 €
Costes generales (10 %)	694,04 €
Coste bruto	7.634,48 €
Beneficio empresarial (20%)	1.526,90 €

TOTAL PEC	9.161,38 €
-----------	------------

6.7 Coste total

A continuación, se muestra una tabla resumen que incluye todos los costes que supone llevar a cabo este proyecto, teniendo en cuenta impuestos.

Precio de venta	
Costes de materias primas y fabricación	1.024,46 €
Costes de los elementos comerciales	6.528,25 €
Costes de diseño	96,96 €
Coste de Software y licencias	48,67 €
Costes generales (10 %)	694,04 €
Coste bruto	8.392,3 €
Beneficio empresarial (20%)	1.678,46 €
I.V.A. (21 %)	2.114,84 €
TOTAL PRECIO DE VENTA	12.185,80 €

En resumen, el precio de venta de la máquina para la medición de la calidad de la impresión realizada por impresoras de gran formato será de **doce mil ciento ochenta y cinco con ochenta euros**.

6.8 Conclusiones del presupuesto

Con el diseño y fabricación de esta máquina se permite reducir costes a los clientes debido a que minimiza tiempos de ajustes, consumos de tinta, posibles fallos del operario y el número de impresiones fallidas que se deben desechar.

El coste de esta máquina es aproximadamente un 0,20 % del total de la línea de producción, por lo que supone una inversión mínima e implantarla generaría grandes ventajas.

Por tanto, se concluye que es un proyecto realmente ventajoso para la empresa ya que les permitiría fidelizar a sus clientes dando un servicio de calidad a un coste de fabricación bajo.

Proyecto realizado por: Tamara Peláez Coto

Firma:

