

MEMORIA DE COMPROMISOS Y RESULTADOS

Actuaciones Avaladas para la Mejora Docente / Mejora Docente Consolidada

2023/2024

Identificación del proyecto	
Código	sol-202300257078-tra
Título	TECNOLOGÍAS DIGITALES DE FABRICACIÓN PARA LA NÁUTICA DEPORTIVA Y RECREATIVA
Responsable	DANIEL MORENO NIETO

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Copie en las dos primeras filas de cada tabla el título del objetivo y la descripción que incluyó en el apartado 2 de dicha solicitud e incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	<i>Explorar tecnologías de fabricación digital</i>
Actividades previstas:	<i>Aprendizaje y documentación de las tecnologías en general así como de las disponibles en particular</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Trabajo realizado , ampliado incluso a la definición de equipos que serian necesarios en un taller de reparaciones para piezas de nautica deportiva y recreativa, Todo esta documentado en la memoria adjunta.</i>

Objetivo nº 2	<i>Identificación de piezas a reparar o productos a diseñar</i>
Actividades previstas:	<i>Se propondrá un estudio metodológico para la identificación de las piezas deterioradas o de rotura frecuente para su tratamiento. Se identificará también mediante estudio de mercado o embarcaciones disponibles la viabilidad de una propuesta de diseño novedoso.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Actividades realizadas y recogidas en la memoria adjunta. Este trabajo se ha realizado en el club náutico deportivo El Cano.</i>

Objetivo nº 3	<i>Aplicación de las tecnologías digitales disponibles</i>
---------------	--

Actividades previstas:	<p><i>Las piezas seleccionadas para reparación o rediseño se someterán al siguiente proceso:</i></p> <p><i>Ingeniería inversa o escaneado 3D</i></p> <p><i>Dibujo asistido por ordenador para la reconstrucción o rediseño</i></p> <p><i>Fabricación por tecnologías de impresión 3D</i></p> <p><i>Evaluación de resultados, tiempos y costes.</i></p>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p><i>Todas las actividades se han realizado y quedan reflejadas en la memoria adjunta.</i></p>

Objetivo nº 4	Documentación
Actividades previstas:	<i>Se elaborará un informe y presentación de los resultados obtenidos.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Objetivo cumplido, véase memoria adjunta.</i>

2. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo¹.

Descripción de las medidas comprometidas
Se realizará una charla divulgativa a profesores investigadores y alumnos interesados
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
Se ha realizado una comunicación interna entre compañeros del grupo de investigación INNANOMAT, así como profesores que trabajan en el área de impresión 3D para exponer los resultados obtenidos. Se ha elaborado una memoria para su difusión en los canales de interés por parte de los dos profesores involucrados en este proyecto.

¹ Si en la solicitud no indicó ningún compromiso de difusión resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación

TECNOLOGÍAS DIGITALES DE FABRICACIÓN PARA LA NÁUTICA DEPORTIVA Y RECREATIVA

Objetivos

El desarrollo y evolución de las tecnologías de fabricación están transformando la forma de materialización de nuevos productos. Por ello, se plantea el uso de estas en un sector de alto interés para la provincia de Cádiz, siendo este, la náutica deportiva y recreativa que tiene lugar en el Club náutico el Cano donde participa la Universidad de Cádiz.

Se propone para ello, un estudio de las diferentes tecnologías aditivas en el mercado, para tras un escaneado 3D de las piezas más propensas a roturas y una reconstrucción posterior en el software, ser fabricadas a partir de la impresión 3D. Posteriormente, se evaluarán los resultados, tiempos y costes del proceso y piezas.

Además, se diseña un espacio destinado al Club náutico el Cano que cuente con las tecnologías necesarias para poder reparar y reconstruir piezas haciendo uso de la fabricación aditiva.

*Toda la información relativa a las tecnologías ha sido obtenida de sus correspondientes páginas oficiales.

Objetivos	1
Estudio 1. Tecnologías de fabricación aditiva FDM.	3
Bambu Lab.....	3
CREALITY.....	4
UltiMaker S Series.....	7
FLSUN.....	9
PRUSA Research.....	10
Markforged.....	12
Estudio 2. Tecnologías de fabricación aditiva con resina (SLA, DLP, LCD Y MSLA).	13
Formlabs.....	13
ANYCUBIC.....	14
Phrozen.....	14
Creality.....	15
Estudio 3. Escáneres 3D	22
Shining 3D.....	22
Artec 3D	26
REVOPOINT.....	26
3DMAKERPRO.....	27
Creality.....	28
Recopilación de piezas de embarcaciones del Club Náutico El Cano	32
Taller de reparaciones	41
Proceso para la reproducción y fabricación de las piezas.	45
Desarrollo de casos prácticos	47
Caso práctico 1. Cornamusa.....	47
Caso práctico 2.....	50
Conclusiones	50
Lista de piezas escaneadas	51

Estudio I. Tecnologías de fabricación aditiva FDM.

Para obtener unos resultados de calidad en las piezas fabricadas, se muestra a continuación, un estudio de mercado de las impresoras que emplean fabricación aditiva por FDM actuales. En cada una de ellas aparecerán unas características diferenciadoras y la lista de especificaciones técnicas.

Al finalizar este apartado se muestra una tabla a modo de resumen que las clasifica en función de su tamaño y donde se muestran las características más relevantes, además, de datos de interés como su precio o materiales soportados.

Bambu Lab

Impresora 3D Bambu Lab A1



Esta impresora FDM se encuentra en tres variantes, la A1 combo, la A1 y la A1 mini. Se diferencian en la posibilidad de impresión multicolor encontrándose solamente en la versión combinada y la mini, además de en su tamaño ya que la mini cuenta con un volumen de impresión inferior a las otras dos, siendo este de 180 x 180 x 180 mm

Sus principales ventajas son: la calibración automática, el control y compensación del flujo y caudal de impresión, cancelación activa del ruido del motor y la facilidad de cambio de boquilla en tan solo un clic.

Especificaciones técnicas:

- Volumen de impresión: 256 x 256 x 256 mm
- Hot End metálico
- Temperatura máxima de la boquilla: 300°C
- Diámetro de la boquilla: 0.4 mm (Incluida), 0.2 mm, 0.6 mm, 0.8 mm
- Placa de impresión: Placa de PEI texturizada de bambulab (incluida), Placa de alta temperatura de bambulab (PEI suave), Placa de enfriamiento de bambulab
- Temperatura máxima de la cama: 100°C
- Velocidad máxima del cabezal: 500 mm/s
- Aceleración máxima del cabezal: 10m/s²
- Filamentos soportados PLA, PETG, TPU, PVA, ABS, ASA, PC, PA, PET, Polímero reforzado con fibra de carbono/vidrio (no recomendado)
- Otros: Cámara de vigilancia con timelapse, sensor de agotamiento del filamento, odometría de filamentos, recuperación de pérdidas de potencia, sensor de enredo del filamento.
- Varios modelos:
 - o A1: 385 x 410 x 430 mm, peso 8.3 kg
 - o A1 Combo: Se diferencia con la A1 en que incluye un soporte para varios carretes de filamento.
- Precio:
 - o A1: 429,00 € (en descuento a 339,00 €)
 - o A1 Combo: 599,00 € (en descuento a 499,00 €)

Impresora 3D Bambu Lab X1 - Carbon Combo



Este modelo se encuentra disponible en dos versiones, X1 Carbon y X1 Carbon Combo, donde la principal diferencia es la posibilidad de combinar materiales y colores en las piezas.

Entre las principales ventajas se encuentra la aceleración del cabezal siendo de 20 mm/s² impresión nivelación automática de la cama, compensación de vibración y extrusión garantizando mayor suavidad y calidad en los acabados, IA Integrada para la inspección de la primera capa o fallos "espagueti".

Especificaciones técnicas:

- Volumen de impresión: 256 × 256 × 256 mm
- Boquilla de Acero templado de 4 mm incluido
- Temperatura máxima de la boquilla: 300 °C
- Diámetro del filamento 1.75 mm
- Filamento compatible PLA, PETG, TPU, ABS, ASA, PVA, PET Ideal para PA, PC, filamento reforzado con fibra de carbono/vidrio
- Superficie de placa de construcción Placa de PEI texturizada de Bambu o Placa fría de Bambu (Preinstalado, aleatorio, Ambos compatibles con Micro Lidar)
- Temperatura máxima de la placa de construcción 110 °C
- Velocidad máxima del cabezal de impresión: 500 mm/s
- Aceleración máxima del cabezal: 20 m/s²
- Peso neto 14.13 kg
- Requisitos eléctricos: 100-240 VCA, 50/60 horas, 1000 W a 220 V, 350 W a 110 V
- Precio:
 - o X1 Carbon Combo 1.629,00 € (actualmente a 1.349,00 €)
 - o X1 Carbon 1.349,00 € (actualmente a 1.099,00 €)

CREALITY

Creality K1



Esta impresora FDM cuenta con la principal ventaja en la velocidad de impresión alcanzando hasta los 600 mm/s con una aceleración de 20m/s²

Cuenta con un sistema de auto nivelación de la cama y de refrigeración por aire doble evitando el trefilado y la deformación.

Especificaciones técnicas:

- Volumen de impresión 220 x 220 x 250 mm

- Velocidad de impresión: 600 mm/s
- Aceleración: 20000 mm/s²
- Precisión de impresión: 100±0,1 mm
- Altura de capa: 0,1-0,35 mm
- Diámetro del filamento: 1,75 mm
- Diámetro de la boquilla: 0,4 mm (compatible con 0,6/0,8 mm)
- Temperatura de la boquilla: 300 °C
- Temperatura de la cama: 100°C
- Placa de impresión flexible
- Nivelación automática
- Extrusora: Extrusora de accionamiento directo de doble engranaje
- Filamentos compatibles: ABS, PLA, PETG, PET, TPU, PA, ABS, ASA, PC, PLA-CF, PA-CF, PET-CF
- Tensión nominal: 100-120 V~, 200-240 V~, 50/60 Hz
- Potencia nominal: 350W
- Peso: 12,5 kg
- Otros: Pantalla táctil a color de 4,3", cámara IA (opcional), recuperación de pérdida de energía, sensor de agotamiento del filamento, equipo de iluminación, modo de sueño.
- Precio 539 € (actualmente a 429 €).

Creality K1 Max



Este modelo de Creality es idéntico al modelo K1, diferenciándose únicamente en:

- Volumen de impresión: 300 x 300 x 300 mm
- Peso: 18 kg
- Boquilla: acero reforzado.
- Potencia nominal: 1000 W
- Precio: 969,00 € (actualmente a 779,00 €).

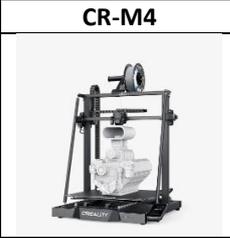
Creality K1C



Esta se diferencia principalmente con la K1 en que tiene integrada una cámara IA, además de contar con un extrusor totalmente metálico el cual r de la K1C está mejorado con un muelle de refuerzo y un émbolo de bola. Este refuerzo da lugar a un mayor agarre del filamento.

Su precio actual es de 399,00 € (sin descuento 499,00 €).

Serie CR

CR-M4	CR-30	CR-10 SE	CR-10 Smart Pro	CR-6 MAX
				
Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión
450x450x470mm	200 x 170 x ∞ mm	220x220x265 mm	300x300x400 mm	400x400x400 mm
Velocidad de impresión	Velocidad de impresión	Velocidad de impresión	Velocidad de impresión	Velocidad de impresión
≤120mm/s	≤100mm/s	≤600mm/s	≤100mm/s	≤100mm/s
Precisión de impresión	Precisión de impresión	Precisión de impresión	Precisión de impresión	Precisión de impresión
100±0.1mm	100±0.1mm	100±0.1mm	100±0.1mm	100±0.1mm
Altura de capa	Altura de capa	Altura de capa	Altura de capa	Altura de capa
0.05-0.35mm	0.1-0.4mm	0,1-0,35 mm	0.1-0.4mm	-
Diámetro del filamento	Diámetro del filamento	Diámetro del filamento	Diámetro del filamento	Diámetro del filamento
1.75 mm	1.75 mm	1.75 mm	1.75 mm	1.75 mm
Diámetro de la boquilla	Diámetro de la boquilla	Diámetro de la boquilla	Diámetro de la boquilla	Diámetro de la boquilla
0.4 mm (compatible con 0.6/0.8 mm)	0.4 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.4 mm
Temperatura de la boquilla	Temperatura de la boquilla	Temperatura de la boquilla	Temperatura de la boquilla	Temperatura de la boquilla
≤300°C	≤240°C	≤300°C	≤300°C	≤260°C
Temperatura de la cama	Temperatura de la cama	Temperatura de la cama	Temperatura de la cama	Temperatura de la cama
≤100°C	≤100°C	≤100°C	≤100°C	≤90°C
Materiales	Materiales	Materiales	Materiales	Materiales
PLA, PA (nylon), ABS resistente al calor, PLA de madera, PLA-CF, TPU flexible y PETG.	PLA/TPU/PETG	PLA,PETG,PET,TPU, PLA WOOD,ABS, ASA, PA,PLA-CF	PLA/TPU/PETG/ABS / Madera	PLA, PETG, ABS, TPU, ASA,...
Nivelación	Nivelación	Nivelación	Nivelación	Nivelación
Automática	Automática	Automática	nivelación dual	Automática
f	Potencia nominal	Potencia nominal	Potencia nominal	Potencia nominal
800W	350W	350W	350W	500W
Tensión nominal	Tensión nominal	Tensión nominal	Tensión nominal	Tensión nominal
100-240V~, 50/60Hz	AC 100-120V/200-240V, DC 24V	100-120V/200-240V, 50/60Hz	AC 100-240V, DC 24 V	AC: 110 V / 240 V (50-60 Hz) CC: 24V
Otros	Otros	Otros	Otros	Otros
-	Sensor de filamento	-	Cámara AI	Sensor filamento
Precio	Precio	Precio	Precio	Precio
1359,00 € (actualmente a 879,00 €)	949,00 € (actualmente a 799,00 €)	499,00 € (actualmente a 309,00 €)	849,00 € (actualmente a 459,00 €)	869,00 € (actualmente a 449,00 €)

UltiMaker S Series

Esta serie de impresoras FDM formada por la S7 Pro Bundle, la S7, la S5, la S3 y la permiten imprimir con hasta 280 materiales (en función del modelo) con filamentos de 2,85 mm de diámetro. Cuenta además con actualizaciones constantes y el uso de herramientas de software empresariales gratuitas.

A continuación, se detalla al completo las características del modelo S7 y S7 Pro Bundle. El resto de modelos y sus característica y especificaciones de esta serie se detallan en una tabla comparativa.

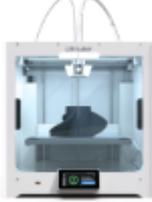
UltiMaker S7 y S7 Pro Bundle



Está formada por una placa de construcción flexible revestida de PEI, air Manager Integrado, sondeo inductivo más preciso e impresión de hasta 280 materiales diferentes. Cuenta con una capacidad para 6 carretes (S7 Pro Bundle) que se mantienen por debajo del 25% de humedad. Además, tiene una cámara de construcción cerrada que aumenta la calidad del aire ya que cuenta con un air manager que reduce el 95 % de partículas.

Especificaciones técnicas:

- Volumen de impresión: 330 x 240 x 300 mm
- Diámetro de filamento compatible: 2.85 mm
- Peso: 29.1 kg
- Potencia máxima de salida: 500 W
- Resolución de capa: 0.25 mm boquilla: 150 - 60 micrones 0.4 mm boquilla: 200 - 20 micrones 0.6 mm boquilla: 300 - 20 micrones 0.8 mm boquilla: 600 - 20 micrones
- Resolución XYZ: 6.9, 6.9, 2.5 micrones
- Tipo de alimentador: Alimentador de doble engranaje, reforzado para materiales compuestos.
- Diámetros de boquilla: 0.25 mm, 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm
- Temperatura de la boquilla: 180 - 280 °C en < 2 minutos
- Placa de construcción de acero flexible recubierta de PEI
- Temperatura ambiente de funcionamiento 15 - 32 °C
- Integración de complementos SolidWorks, Siemens NX, Autodesk Inventor.
- Otros: Pantalla táctil a color de 4.7 pulgadas, cabezal de impresión de doble extrusión con un sistema de elevación automática de boquillas, núcleos de impresión intercambiables y detección de inundaciones, filtro EPA reemplazable, nivelación activa avanzada con sensores inductivos.
- Tipos de archivos compatibles UltiMaker Cura: formatos STL, OBJ, X3D, 3MF, BMP, GIF, JPG, PNG. Formatos imprimibles: G, GCODE, GCODE.gz, UFP.
- Precio:
 - o S7 Pro Bundle 9.999,00 € sin IVA
 - o S7 7.499,00 € SIN IVA

UltiMaker S3	UltiMaker S5	UltiMaker S7 Pro Bundle	UltiMaker S7	UltiMaker 2+ Connect
				
Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión
230 x 190 x 200 mm	330 x 240 x 300 mm	330 x 240 x 300 mm	330 x 240 x 300 mm	223 x 220 x 205 mm
Temperatura cama	Temperatura cama	Temperatura cama	Temperatura cama	Temperatura cama
≤140 °C	20 - 110 °C	20 - 110 °C	20 - 110 °C	20 - 110 °C
Temperatura boquilla	Temperatura boquilla	Temperatura boquilla	Temperatura boquilla	Temperatura boquilla
180 - 280 °C	180 - 260 °C	180 - 280 °C	180 - 280 °C	
Diámetro filamento	Diámetro filamento	Diámetro filamento	Diámetro filamento	Diámetro filamento
2,85 mm	2,85 mm	2,85 mm	2,85 mm	2,85 mm
Velocidad de impresión	Velocidad de impresión	Velocidad de impresión	Velocidad de impresión	Velocidad de impresión
< 24 mm³/s	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
Cámara de construcción	Cámara de construcción	Cámara de construcción	Cámara de construcción	Cámara de construcción
Partly enclosed Calentada de forma pasiva	Partly enclosed Calentada de forma pasiva	Fully enclosed Calentada de forma pasiva	Fully enclosed Calentada de forma pasiva	Calentada de forma pasiva
Placa de construcción	Placa de construcción	Placa de construcción	Placa de construcción	Placa de construcción
Vidrio	Vidrio	Acero flexible	Acero flexible	Vidrio
Extrusión	Extrusión	Extrusión	Extrusión	Extrusión
Extrusión dual Bowden	Extrusión dual Bowden	Extrusión dual Bowden	Extrusión dual Bowden	Extrusión simple
Print cores y boquillas	Print cores y boquillas			
Print cores intercambiables Compuesto y metal opcional	Boquillas intercambiables			
Materiales compatibles	Materiales compatibles	Materiales compatibles	Materiales compatibles	Materiales compatibles
190+	280+	280+	280+	20+
Soporte de carrete	Soporte de carrete	Soporte de carrete	Soporte de carrete	Soporte de carrete

Habilitado con NFC para 2 carretes	Habilitado con NFC para 2 carretes	NFC, control de humedad para 6 carretes	Habilitado con NFC para 2 carretes	Para 1 carretes
Filtración de aire	Filtración de aire	Filtración de aire	Filtración de aire	Filtración de aire
-	Gestor de aire opcional	Gestor de aire integrado	Gestor de aire integrado	Gestor de aire opcional
Software	Software	Software	Software	Software
UltiMaker Cura y Digital Factory	UltiMaker Cura y Digital Factory	UltiMaker Cura y Digital Factory	UltiMaker Cura y Digital Factory	UltiMaker Cura y Digital Factory
Potencia de salida	Potencia de salida	Potencia de salida	Potencia de salida	Potencia de salida
500 W	500 W	500 W	500 W	221 W
Resolución XYZ	Resolución XYZ	Resolución XYZ	Resolución XYZ	Resolución XYZ
6.9, 6.9, 2.5 micras	6.9, 6.9, 2.5 micras	6.9, 6.9, 2.5 micras	6.9, 6.9, 2.5 micras	12.5, 12.5, 5 micras
Precio	Precio	Precio	Precio	Precio
4.779,5 € Impresion3D.com	6.653,79 € https://es.rs-online.com/	12.098,79 € https://tienda.sicnova3d.com/	9073,79 https://es.farnell.com/	2.722,50 € https://es.farnell.com/

FLSUN

FLSUN Super Race



Esta impresora FDM destaca por contar con una nivelación automática rápida y precisa con un tamaño de impresión 260 x 260 x 330 mm. Se puede poner a funcionar nada más sacarlo de la caja, se configura en 20 minutos.

Su estructura es tipo delta lo que la hace más estable y duradera. Además, cuenta con una pantalla táctil portátil, fácil de mover.

Especificaciones técnicas:

- Temperatura de la boquilla: 260 °C
- Diámetro de la boquilla: 0.4 mm
- Temperatura de la cama: 100 °C
- Diámetro del filamento: 1.75 mm
- Materiales: PLA, ABS, PETG
- Otros: Detección del filamento, autonivelación de la cama.
- Voltaje de entrada: 115-230 V
- Salida de voltaje de 24 V
- Precio 499,00 € (actualmente a 369,00 €).

LSUN S1



Esta impresora FDM destaca por su velocidad máxima de impresión, siendo esta de 1200 mm/s, además de su volumen de impresión el cual es de 320 x 320 x 430 mm

Cuenta con un radar Microtac para controlar la calidad y precisión de la impresión.

Especificaciones técnicas:

- Precisión de impresión: 0.1 mm
- Altura de capa recomendada: 0.1-0.35 mm
- Volumen de construcción: \varnothing 320 x 430 mm
- Velocidad: 1200 mm/s
- Aceleración: 40000 mm/s²
- Peso neto: 41kg
- Boquilla: Acero reforzado
- Extrusora de accionamiento directo de doble engranaje
- Temperatura máxima de la boquilla: 350°C
- Temperatura máxima de la cama: 120°C
- Diámetro de la boquilla: 0.4 mm
- Diámetro del filamento: 1.75 mm
- Motor de circuito cerrado de 36 V.
- Placa de impresión PEI texturizada
- Materiales: PLA, PETG, TPU, ABS, ASA, PVA, PET, PA, PC, carbono, etc.
- Fuente de alimentación : 110-240V, 50/60HZ
- Otros: Monitoreo en tiempo real, fotografía a intervalos, sensores de filamento, detección de obstrucciones de filamentos, compensación de vibraciones, nivelación automática, detección Lidar por IA, detección de primera capa, calibración de precisión, calibración de flujo, funciones de IA, detección de escombros, detección de espagueti, pantalla táctil de integración completa, cámara píxeles 1920 x 1080 píxeles
- Precio: 1.599,00 €

PRUSA Research

Las impresoras Prusa tienen actualizaciones constantes en el firmware, además de un hardware duradero y relevante durante años.

MK4	I3 MK3s	Mini	XL
			

Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión
250 x 210 x 220 mm	250 x 210 x 210 mm	180 x 180 x 180 mm	360 x 360 x 360 mm
Velocidad	Velocidad	Velocidad	Velocidad
200 mm/s	200 mm/s	200 mm/s	200 mm/s
Diámetro del extrusor	Diámetro del extrusor	Diámetro del extrusor	Diámetro del extrusor
0.4 mm	0.4mm por defecto, amplia gama de otros diámetros/boquillas compatibles	0.4mm (por defecto) / otros diámetros de nozzle compatibles	0.4 mm
Temperatura de la boquilla	Temperatura de la boquilla	Temperatura de la boquilla	Temperatura de la boquilla
290°C	290°C	280°C	290°C
Temperatura de la cama	Temperatura de la cama	Temperatura de la cama	Temperatura de la cama
120°C	120°C	100°C	120°C
Altura de capa	Altura de capa	Altura de capa	Altura de capa
0.05-0.30 mm	0.05 - 0.35 mm	0.05 – 0.25 mm	0.05-0.30 mm
Diámetro del filamento	Diámetro del filamento	Diámetro del filamento	Diámetro del filamento
1.75 mm	1.75 mm	1.75 mm	1.75 mm
Materiales	Materiales	Materiales	Materiales
PLA, PETG, ABS, ASA, Flex, HIPS, PA, PVA, PC, PP, CPE, PVB, NGEN, compuestos y más	Amplia gama de termoplásticos, incluyendo PLA, PETG, ASA, ABS, PC (Policarbonato), CPE, PVA/BVOH, PVB, HIPS, PP (Polipropileno), Flex, nGen, Nylon, Carbon filled, Woodfill y otros materiales rellenos.	Cualquier termoplástico excepto los rellenos de Carbono	PLA, PETG, ABS, ASA, Flex, HIPS, PA, PVA, PC, PP, CPE, PVB, NGEN, compuestos y más
Sistema de accionamiento	Sistema de accionamiento	Sistema de accionamiento	Sistema de accionamiento
Sistema de engranajes planetarios Nextruder, relación de reducción de 10:1	Extrusión directa	Sistema Bowden con reducción 3:1	Sistema de engranajes planetarios Nextruder, relación de reducción de 10:1
Cambio rápido de boquilla	Cambio rápido de boquilla	Cambio rápido de boquilla	Cambio rápido de boquilla
Si	No	No	Si
Nivelación de la cama	Nivelación de la cama	Nivelación de la cama	Nivelación de la cama
Automática, Nivelación de la Base mediante Malla (solo en el área de impresión)	Automática, Nivelación de malla para la base	Automática, Nivelación de malla para la base	Automática, Nivelación de la Base mediante Malla (solo en el área de impresión)
Opción de complemento para más carretes	Opción de complemento para más carretes	Opción de complemento para más carretes	Opción de complemento para más carretes
Si, hasta 5 materiales	Desc.	Desc.	Si
Complemento de cerramiento	Complemento de cerramiento	Complemento de cerramiento	Complemento de cerramiento

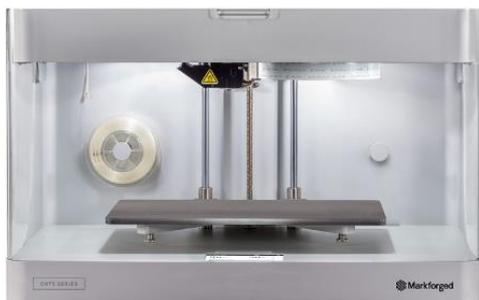
Compatible	Compatible	Compatible	Compatible
Sensor de filamento	Sensor de filamento	Sensor de filamento	Sensor de filamento
Si	Si	Opcional	Sí, sensor de filamento lateral y sensor de filamento del cabezal
Precio	Precio	Precio	Precio
889,00 €	719,00 €	459,00 €	2.099,00€ (semi montada)

Markforged

Esta marca de impresoras cuenta con 3 gamas distintas para ofrecer distintos resultados. La primera hace referencia a impresoras destinadas a la extrusión del metal donde se encuentra el Sistema Metal X y PX100. La segunda destinada al sector industrial: FX10, FX20, X7, X7 Field Edition y X3. Por último, la tercera hace referencia a impresora de escritorio, donde se encuentran: la Mark Two, Onyx Pro y Onyx One.

A continuación, se detallan cada una de las impresoras de escritorio:

Mark Two



Esta impresora FFF es capaz de imprimir piezas reforzadas con fibra continua de carbono alternando el material en las capas, como se observa en la imagen inferior.



Especificaciones técnicas:

- Volumen de construcción: 320 x 132 x 154 mm
- Peso: 16 kg
- Tamaño de la máquina 584 x 330 x 355 mm
- Extrusor de segunda generación, detección de falta de plástico.
- Alimentación 100-240 V CA, 150 W (pico 2 A)
- Módulo de RF Banda de frecuencias 2,4 GHz, estándar WiFi 802.11 b/g/n
- Materiales Plásticos disponibles Onyx, Nylon White, Precise PLA, Smooth TPU 95^a
- Fibras disponibles fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra de aramida (Kevlar[®]), fibra de vidrio HSHT
- Altura de capa 0.1 mm predeterminada, 0.25 mm máxima
- Relleno de celdas cerradas: varias geometrías disponibles
- Software incluido Eiger Cloud (más opciones disponibles a un coste adicional)
- Seguridad Autenticación de dos factores, acceso del administrador de la organización, inicio de sesión único.
- Precio aproximado: 19.347,9 € en Sicnova 3D

Onyx Pro (2ª generación)

Esta impresora FFF imprime piezas en 3D reforzadas con fibra continua de vidrio, siendo esta la única disponible. Tiene un precio aproximado de 10.877,9 € en Sicnova 3D

Onyx One (2ª generación)

A diferencia de las otras impresoras de esta marca, esta es la única que no dispone de fibras de refuerzo y el único plástico disponible es el Onyx.

Estudio 2. Tecnologías de fabricación aditiva con resina (SLA, DLP, LCD Y MSLA).

A continuación, se detallan algunas impresoras que emplean la resina en el proceso de fabricación aditiva. Es importante tener en cuenta que, en el caso de adquirir este tipo de tecnologías, se requerirán de algunos complementos auxiliares como alcohol isopropílico, disoluciones específicas para resina, máquina de lavado, máquina de curado, ...

Formlabs

Form 4



La tecnología que se emplea en esta impresora es la estereolitografía enmascarada (MSLA). Se emplea en el prototipado, producción y en patrones para moldeo y fundición. La marca la destaca por la velocidad ya que asegura que la mayoría de impresiones duran menos de dos horas. En el 99,7% de las superficies imprime con una tolerancia de 0.1 mm

Su precio ronda 5262,29 €, los complementos auxiliares se venden por separado.

- Volumen de impresión: 200 x 125 x 210 mm
- Peso de la impresora: 18,3 kg
- Requisitos de alimentación: 100–240 VAC; 4,8 A; 50/60 Hz; 480 W
- Altura de capa: 0.025-0.3 mm
- Temperatura del material: 25- 45 °C
- Fuente de luz: Unidad de retroiluminación: 60 leds de longitud de onda uniforme, un conjunto de lentes planoconvexas y refrigeración de aire integrada 405 nm de longitud de onda óptica 16 mW/cm² de potencia óptica aplicados al plano de curado. Tamaño de píxeles de 0.05 mm
- Velocidad máxima de impresión: 100 mm/hora
- Velocidad de impresión típica: Media: 40 mm/hora para todos los materiales. Intervalo: 15-100 mm/hora, en función del material.
- Tolerancias dimensionales típicas: Detalles de 1-30 mm: ±0,15 % (límite inferior: ±0,02 mm) Detalles de 31-80 mm: ±0,2 % (límite inferior: ±0,06 mm) Detalles de 81-150 mm: ±0,3 % (límite inferior: ±0,15 mm)

- Materiales: 23 materiales de la marca
- Cuenta con una cámara integrada
-

ANYCUBIC

Photon Mono M7 Pro



Esta impresora SLA destaca por su rapidez de impresión ya que para resinas estándar cuenta con una velocidad de 130mm/h a 0.1mm de altura de capa y para resinas de alta velocidad alcanza los 170mm/h, con una altura de capa de 0.1mm

Tiene un precio 549,00 €

- Volumen de impresión: 223 x 126 x 230 mm
- Peso: 12,8 kg
- Admite prácticamente todos los materiales del mercado
- Fuente de luz COB con reflectores frontales.
- Durante el movimiento circular la resina necesita

aproximadamente 20 minutos para calentarse de 5 a 25 °C.

- Detección de errores de impresión
- Detección de residuos y niveles de resina
- Nivelación automática

Phrozen

Sonic Mega 8K S

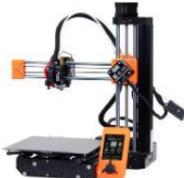
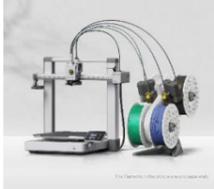
Esta impresora LCD destaca por el volumen de impresión el cual es de 330 x 185 x 300 mm Además, ofrece una resolución de 43 µm Tiene un precio aproximado de 1600 €

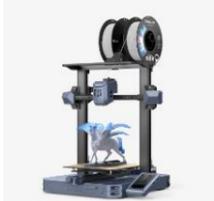


- Fuente de Luz: Matriz ParaLED 405nm 2.0
- Película de Liberación: Película ACF
- Resolución XY: 43 µm
- Grosor de Capa: 0.01-0.30 mm
- Velocidad Media de Impresión: 400 capas/hora
- Requerimiento de Energía: AC100-240V; 50-60Hz
- Potencia del Sistema: Máx. 240 W
- Tamaño de la Impresora: 47.2 x 38 x 56.6 cm
- Volumen de Impresión: 33 x 18.5 x 30 cm
- Peso de la Impresora: 26 kg

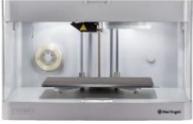
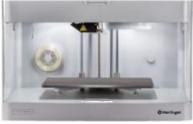
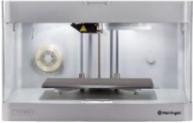
Creality

HALOT-MAGE S 14K	HALOT-MAGE PRO	Halot Play
		
Tecnología	Tecnología	Tecnología
LCD MSLA	MSLA	LCD
Volumen de impresión	Volumen de impresión	Volumen de impresión
223*126*230mm (6462cm ³)	228x128x230mm (6712cm ³)	192*120*200 mm
Dimensiones del producto	Dimensiones del producto	Dimensiones del producto
333x270x608mm	333x270x608mm	325*297*563mm
Peso del producto	Peso del producto	Peso del producto
13.13kg	13.3kg	9,75 kg
Velocidad de impresión	Velocidad de impresión	Velocidad de impresión
≤150mm/h	≤170mm/h	≤60 mm/h
Altura de capa	Altura de capa	Altura de capa
0.05-0.2mm	0.05-0.15mm	0,01-0,2 mm
Sistema de fuente de luz	Sistema de fuente de luz	Sistema de fuente de luz
Fuente de luz integral LCD de tercera generación. Uniformidad de la luz >90%	Fuente de luz integral 3.0 Uniformidad de la luz >90%	Fuente de luz integral Uniformidad de la luz >70%
Purificación de aire	Purificación de aire	Purificación de aire
Si	Si	NO
Otros	Otros	Otros
Bomba de resina inteligente Tapa abatible Placa de construcción de liberación rápida Software de corte de desarrollo propio, HALOT BOX	Bomba de resina inteligente Software de corte de desarrollo propio, HALOT BOX	Software de corte de desarrollo propio, HALOT BOX
Potencia requerida	Potencia requerida	Potencia requerida
100W	150 W	100W
Precio	Precio	Precio
499,00 €	519,00 € (actualmente a 403,00 €)	289,00 € (actualmente a 247,00 €)

	Modelo	Imagen	Volumen de impresión	Temperatura cama	Temperatura boquilla	Diámetro del filamento	Velocidad máxima de impresión	Diámetro boquilla	Tolerancia	Materiales	Características diferenciadoras	Precio
Pequeña	Creality CR-30		200*170*∞mm	≤100°C	≤240°C	1,75 mm	≤100mm/s	0.4 mm	±0.1mm	PLA/TPU/PETG	Nivelación automática Sensor de filamento	949,00 € Actual descuento: 799,00 € Página oficial
	Ultimaker S3		230 x 190 x 200 mm	≤140 °C	180 - 280 °C	2,85 mm	< 24 mm³/s	0,25 mm 0,4 mm 0,6 mm 0,8 mm	0.25 mm: 0,15-0,06 mm 0.4 mm: 0,2-0,02 mm 0.6 mm: 0,3-0,02 mm 0.8 mm: 0,6-0,02 mm	+190 materiales compatibles	Partly enclosed Calentada de forma pasiva Doble extrusión (2 carretes)	4779,5 € Impresion3D.com
	UltiMaker 2+ Connect		223 x 220 x 205 mm	20 - 110 °C	180 - 260 °C	2,85 mm	Desc.	0,25 mm 0,4 mm 0,6 mm 0,8 mm	0.25 mm: 0,15-0,06 mm 0.4 mm: 0,2-0,02 mm 0.6 mm: 0,3-0,02 mm 0.8 mm: 0,6-0,02 mm	+280 materiales compatibles	Partly enclosed Calentada de forma pasiva Doble extrusión (2 carretes) Gestor de aire opcional	6.653,79 € https://es.rs-online.com/
	Prusa Mini		180 x 180 x 180 mm	100°C	280°C	1,75 mm	200 mm/s	0.4mm (por defecto) / otros diámetros	Desc.	Cualquier termoplástico excepto los rellenos de Carbono	Nivelación automática de la cama Compatible con complemento de cierre Sensor de filamento opcional	459,00 € montada Página oficial
Mediana	Bambu Lab AI		256*256*256 mm	100°C	300°C	1,75 mm	500 mm/s	0.4 mm (Incluida), 0.2 mm, 0.6 mm, 0.8 mm	Desc.	PLA, PETG, TPU, PVA, ABS, ASA, PC, PA, PET, Polímero reforzado con fibra de carbono/vidrio No recomendado	Es compatible con el complemento de más carretes Sensor agotamiento de filamento Cámara de vigilancia Sensor de enredo de filamento Calibración automática	429,00 € Actualmente a 339,00 € Página oficial

	Bambu Lab X1		256*256*256 mm	≤100°C	300 °C	1,75 mm	500 mm/s	0,4 mm	Desc.	PLA, PETG, TPU, ABS, ASA, PVA, PET Ideal para PA, PC, filamento reforzado con fibra de carbono/vidrio	Es compatible con el complemento de más carretes nivelación automática de la cama compensación de vibración y extrusión IA Integrada para la inspección de la primera capa o fallos “espagueti”	X1 Carbon Combo 1.629,00 € Actualmente a: a 1.349,00 € X1 Carbon 1.349,00 € Actualmente a 1.099,00 €
	Creality K1		220*220*250 mm	≤100°C	≤300 °C	1,75 mm	600 mm/s	0,4 mm (compatible con 0,6/0,8 mm)	±0,1 mm	ABS, PLA, PETG, PET, TPU, PA, ABS, ASA, PC, PLA-CF, PA-CF, PET-CF	Equipo de iluminación Modo sueño Sensor de agotamiento de filamento Cámara IA (opcional) Nivelación automática sistema de refrigeración por aire doble	539,00 € Actualmente a 429,00 € Página oficial
	Creality K1 Max		300*300*300 mm	≤100°C	≤300 °C	1,75 mm	600 mm/s	0,4 mm (compatible con 0,6/0,8 mm)	±0,1 mm	ABS, PLA, PETG, PET, TPU, PA, ABS, ASA, PC, PLA-CF, PA-CF, PET-CF	Equipo de iluminación Modo sueño Sensor de agotamiento de filamento Cámara IA (opcional) Nivelación automática sistema de refrigeración por aire doble	969,00 EUR Actualmente a 779,00 € Página oficial
	Creality K1C		220*220*250 mm	≤100°C	≤300 °C	1,75 mm	600 mm/s	0,4 mm (compatible con 0,6/0,8 mm)	±0,1 mm	ABS, PLA, PETG, PET, TPU, PA, ABS, ASA, PC, PLA-CF, PA-CF, PET-CF	Equipo de iluminación Modo sueño Sensor de agotamiento de filamento Cámara IA Nivelación automática sistema de refrigeración por aire doble	599,00 € Actualmente a 499,00 € Página oficial
	Creality CR-10 SE		220*220*265 mm	≤100°C	≤300°C	1,75 mm	≤600mm/s	0.4 mm	±0.1mm	PLA,PETG,PET,TPU,PLA WOOD,ABS, ASA, PA,PLA-CF	Nivelación automática	499,00 € Actualmente a 309,00 € Página oficial

	UltiMaker S7		330 x 240 x 300	20 - 110 °C	180 - 280 °C	2,85 mm	Desc.	0.25 mm, 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm	0.25 mm: 0,15-0,06 mm 0.4 mm: 0,2-0,02 mm 0.6 mm: 0,3-0,02 mm 0.8 mm: 0,6-0,02 mm	+280 materiales compatibles	Cabezal de impresión de doble extrusión con un sistema de elevación automática de boquillas, núcleos de impresión intercambiables y detección de inundaciones Filtro EPA reemplazable Cámara de construcción cerrada	9.073,79 € https://es.farnell.com/
	UltiMaker S5		330 x 240 x 300 mm	20 - 110 °C	180 - 280 °C	2.85 mm	Desc.	0.25 mm, 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm	0.25 mm: 0,15-0,06 mm 0.4 mm: 0,2-0,02 mm 0.6 mm: 0,3-0,02 mm 0.8 mm: 0,6-0,02 mm	+280 materiales compatibles	Doble extrusión Cámara de construcción parcialmente cerrada	6.653,79 € https://es.rs-online.com/
	FLSUN Super Race		260*260*330 mm	≤100°C	≤260°C	1.75 mm	Desc.	0,4 mm	Desc.	PLA, ABS, PETG	Estructura tipo delta Cama autonivelable	499,00 € Actualmente a 369,00 € Página oficial
	Prusa MK4		250 x 210 x 220 mm	≤120°C	≤290°C	1,75 mm	200 mm/s	0.4mm	Desc.	PLA, PETG, ABS, ASA, Flex, HIPS, PA, PVA, PC, PP, CPE, PVB, NGEN, compuestos y más	Nivelación automática de la cama Cambio rápido de boquilla Compatible con complemento de cierre de la cámara de construcción Sensor de filamento Opción de complemento para más carretes	889,00 € Página oficial

	Prusa i3 MK3s		250 x 210 x 210 mm	≤120°C	≤290°C	1,75 mm	200 mm/s	0.4mm Compatible con más diámetros		Amplia gama de termoplásticos, incluyendo PLA, PETG, ASA, ABS, PC (Policarbonato), CPE, PVA/BVOH, PVB, HIPS, PP (Polipropileno), Flex, nGen, Nylon, Carbon filled, Woodfill y otros materiales rellenos.	Nivelación automática de la cama Compatible con complemento de cierre de la cámara de construcción Sensor de filamento	719,00 € Página oficial
	Markforged Mark Two		320 x 132 x 154	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Onyx, Nylon White, Precise PLA, Smooth TPU 95 ^a , Fibras disponibles fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra de aramida (Kevlar®), fibra de vidrio HSHT	imprimir piezas reforzadas con fibra continua de carbono alternando el material en las capas	19.347,9 € Sicnova 3D
	Markforged Onyx Pro		320 x 132 x 154	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.		Refuerza piezas con fibra continua de vidrio	10. 877,9 € Sicnova 3D
	Markforged Onyx One		320 x 132 x 154	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Onyx.	Refuerzo con fibras continuas en las piezas	Desc.
Grande	Creality CR-M4		450*450*470mm	≤100°C	≤300°C	1,75 mm	≤120mm/s	0.4 mm (compatible con 0.6/0.8 mm)	±0.1mm	PLA, PA (nailon), ABS resistente al calor, PLA de madera, PLA-CF, TPU flexible y PETG.	Auto nivelación de la cama	1.359,00 € Actualmente a 879,00 € Página oficial
	Creality CR-10 Smart Pro		300 x 300 x 400 mm	≤100°C	≤300°C	1,75 mm	≤100mm/s	0.4 mm	±0.1mm	PLA/TPU/PETG/ABS/ Madera	Auto nivelación de la cama Cámara AI	849,00 € Actualmente a 459,00 € Página oficial
	Creality CR-6 MAX		400x400x400 mm	≤90°C	≤260°C	1,75 mm	≤100mm/s	0.4 mm	±0.1mm	PLA, PETG, ABS, TPU, ASA,...	Auto nivelación de la cama Sensor de filamento	869,00 € Actualmente a 449,00 € Página oficial

	FLSUN S1		320*320* 430 mm	120°C	350°C	1,75 mm	1200 mm/s	0,4 mm	Desc.	PLA, PETG, TPU, ABS, ASA, PVA, PET, PA, PC, carbono, etc.	Impresión cerrada Monitoreo en tiempo real, fotografía a intervalos, sensores de filamento, detección de obstrucciones de filamentos, compensación de vibraciones, nivelación automática, detección Lidar por IA, detección de primera capa, calibración de precisión, calibración de flujo, funciones de IA, detección de escombros, detección de espagueti	1.599,99 € Página oficial
	Prusa XL		360x360x 360 mm	120°C	290°C	1,75 mm	200 mm/s	0,4 mm	Desc.	PLA, PETG, ABS, ASA, Flex, HIPS, PA, PVA, PC, PP, CPE, PVB, NGEN, compuestos y más	Autonivelación de la cama Compatible con complemento de cirre Compatible con el complemento de más carretes Sensor de filamento lateral y en el cabezal	2.099,00 € (semi montada) Página oficial

	Modelo	Imagen	Volumen de impresión	Tecnología	Velocidad de impresión	Altura de capa	Características de la luz	Otros	Precio
	Formlabs Form 4		200*125*210 mm	MSLA	100 mm/hora	0,025-0,3 mm	Unidad de retroiluminación: 60 leds de longitud de onda uniforme	23 materiales de la propia marca Cámara integrada	5.262,29 € Página oficial
	ANYCUBIC ANYCUBIC Photon Mono M7 Pro		223*126*230 mm	SLA	Resinas estándar: 130 mm/h Resinas de alta velocidad: 170 mm/h	0,1 mm	Fuente de luz COB con reflectores frontales.	Nivelación automática, detección de residuos y de errores de impresión	549,00 € Página oficial
	Phrozen Sonic Mega 8K SSonic Mega 8K S		330*185*300 mm	LCD	400 capas/hora	0.01-0.30 mm	Fuente de Luz: Matriz ParaLED 405nm 2.0	Tapa elevable Colgador de goteo integrado	1.600 € Página oficial
	Creality HALOT- MAGE S 14K		223*126*230mm	LCD/MSLA	≤150mm/h	0.05-0.2mm	Uniformidad de la luz>90%	Bomba de resina inteligente Tapa abatible Placa de construcción de liberación rápida Software de corte de desarrollo propio, HALOT BOX	499,00 €
	Creality HALOT- MAGE PRO		228x128x230mm	MSLA	≤170mm/h	0.05-015 mm	Uniformidad de la luz >90%	Bomba de resina inteligente Software de corte de desarrollo propio, HALOT BOX	519,00 € Actualmente a 403,00 € Página oficial
	Creality Halot Play		192*120*200 mm	LCD	≤60 mm/h	0.01-0.2mm	Uniformidad de la luz >70%	Software de corte de desarrollo propio, HALOT BOX	289,00 € Actualmente a 247,00 € Página oficial

Estudio 3. Escáneres 3D

Un escáner 3D captura la geometría de un objeto e incluso su color para después poder obtener el objeto 3D de este y así poderlo manipular de forma virtual. En función de cómo obtengan esta geometría se clasifican en escáneres por contacto o sin contacto. Dentro de este último grupo se encuentran los de láser, luz blanca y tiempo de vuelo o pulso láser.

Shining 3D

EINSTAR



Este escáner de mano es uno de los más económicos del mercado ofreciendo así una relación calidad/precio distinguible.

Cuenta con una velocidad de escaneo de 14 FPS con alineación automática. Al aire libre escanea de forma estable ya que cuenta con tres proyectores VCSEL infrarrojos, dos cámaras de profundidad y una cámara RGB. No proyecta luz durante el escaneo y cuenta con “modo pelo” para mejores resultados en humano.

Einstar necesita de un ordenador equipado con una tarjeta gráfica NVIDIA. Tiene un precio de 999,00 € en SICNOVA.

Modo de escaneo	Escaneo de luz estructurada
Distancia del punto	0.1 - 3mm
Fuente de luz	Luz estructurada infrarroja VCSEL
Distancia de trabajo	Distancia de trabajo efectiva: 160 mm-1400 mm; Distancia de trabajo óptima: 400 mm
Profundidad de campo	160-1400 mm
Campo de visión máximo	434 x 379 mm (bajo la distancia de trabajo óptima)
Velocidad de escaneo	980.000 puntos/s, hasta 14 FPS
Modos de alineación	Alineación de características, alineación híbrida, alineación de texturas, marcadores globales
Seguridad	Seguro para los ojos
Escaneo de textura	Sí
Escaneo al aire libre	Sí
Interfaz	USB2.0 o superior
Formatos de salida	OBJ; STL; CAPA; P3; 3MF
Tamaño del escáner	220mm x 46mm x 55mm
Tamaño del estuche de transporte	245mm x 245mm x 90mm
Peso corporal del escáner	500g
Rango de temperatura de funcionamiento	0-40°C

EinScan Pro HD

Es un escáner de mano de alta definición y capaz de procesar hasta 3 millones de puntos y menos de 0,5 s por cada cuadro en el modo de escaneo fijo. Aporta hasta 0,04 mm de precisión para el modo fijo y hasta 0,045 mm + 0,3 mm/m en modo manual.



Puede escanear elementos oscuros y metálicos. La fuente de luz es tipo estructurada. El tamaño del paquete es de 37 X 36,5 X 13,5 cm y cuenta con un peso de 1,13 kg

Tiene un precio de 8.710,79 € en SICNOVA

Modo de escaneo	Escaneo HD portátil	Escaneo rápido portátil	Escaneo fijo con plataforma giratoria	Modo de escaneo
Precisión de escaneo	hasta 0,045 mm	hasta 0,1mm	0,04 mm (precisión de un solo disparo)	0,04 mm (precisión de un solo disparo)
Precisión volumétrica*	0,3 mm/m (Alineación de marcadores)	0,3 mm/m (Alineación de marcadores)	/	/
Velocidad de escaneo	10 fotogramas/s; 3.000.000 puntos/s	30 fotogramas/s; 1.500.000 puntos/s	Escaneo único <0,5 s	Escaneo único <0,5 s
Distancia del punto	0,2mm-3mm	0,25mm-3mm	0,24 mm	0,24 mm
Rango de escaneo único	209 x 160 mm – 310 x 240 mm			
Profundidad de campo	±100 mm			
Distancia de trabajo	510 mm			
Formatos de salida	OBJ; STL; ASC; CAPA; P3; 3MF			
Peso corporal del escáner	1,25 kg (incluye el cable USB3.0)			

EinScan HX



Este escáner de mano cuenta con luz híbrida láser azul y LED haciéndolo compatible con una amplia gama de tamaños de objetos. El escaneo láser hace que sea menos sensible a la luz ambiental, y, además, ofrece un mayor rendimiento en superficies reflectantes y de colores oscuros. Al tener incorporada una cámara a color, captura las texturas y tonalidades de las piezas.

Tiene una precisión de hasta 0,04 mm con escaneo laser y se obtiene una distancia mínima entre puntos de 0,05 mm En el modo escaneo rápido es capaz de procesar hasta 1200000 puntos/s

Cuenta con un diseño ergonómico y un peso de 710 g

Su precio aproximado es de 12.098,79 € en SICNOVA

Modo de escaneo	Escaneo rápido	Escaneo láser
Precisión de escaneo	Hasta 0,05 mm	Hasta 0,04 mm
Precisión volumétrica*	0,05+0,1 mm/m	0,04+0,06 mm/m
Velocidad de escaneo	1.200.000 puntos/s 20 FPS	480.000 puntos/s 55FPS
Profundidad de campo	200 - 700 mm	350 - 610 mm
Distancia de trabajo	470 mm	470 mm
Campo de visión máximo	420 x 440mm	380 x 400mm
Distancia del punto	0,25 - 3 mm	0,05 - 3 mm
Fuente de luz	LED azul	7 cruces láser azules
Cámara a color	Si	
Formatos de salida	OBJ;STL;ASC;PLY;P3;3MF	
Dimensiones	108 x 110 x 237 mm	
Peso	710 g	

EinScan H2



Cuenta con una cámara de texturas con resolución de 5MP y tres proyectores VCSEL infrarrojos. Tiene una precisión de 0,05 mm

Puede trabajar a distintas distancias que van desde los 20 cm hasta 150 cm con un campo de visión de hasta 780 mm x 900 mm sin necesidad de marcadores

Su precio en SICNOVA es de 6.048,79 €

Modo de escaneo	Modo de luz blanca	Modo infrarrojo
Fuente de luz	Luz blanca, visible	Luz infrarroja, invisible
Seguridad	Luz LED (segura para los ojos)	CLASE I (seguro para los ojos)
Precisión de escaneo	Hasta 0,05 mm	Hasta 0,1 mm
Precisión volumétrica*	0,05 ± 0,1 mm/m	0,1 ± 0,3 mm/m
Profundidad de campo	200-700 mm	200-1500 mm
Campo de visión máximo	420 x 440mm	780 x 900mm
Distancia del punto	0,2 - 3 mm	0,2 - 3 mm
Cámara a color	Si	
Distancia de trabajo	470 mm	
Formatos de salida	OBJ;STL;ASC;PLY;P3;3MF	
Dimensiones	108mmx110mmx237mm	
Peso	731,1 g	

EinScan Pro 2X V2



Este escáner de mano cuenta con tres modos de escaneo: escaneo rápido, escaneo HD portátil, escaneo fijo con o sin plataforma giratoria; y varios modos de alineación entre los que se encuentran: de marcadores, de texturas, manual, ...

Su precio en SICNOVA es de 6.895,79 €

Modo de escaneo	Escaneo HD portátil	Escaneo rápido portátil	Escaneo fijo con plataforma giratoria	Modo de escaneo
Precisión de escaneo	hasta 0,045 mm	hasta 0,1mm	0,04 mm (precisión de un solo disparo)	0,04 mm (precisión de un solo disparo)
Precisión volumétrica*	0,3 mm/m (Alineación de marcadores)	0,3 mm/m (Alineación de marcadores)	/	/
Velocidad de escaneo	10 fps 3.000.000 puntos/s	30 fps 1.500.000 puntos/s	Escaneo único<1s	Escaneo único<1s
Distancia del punto	0,2 - 2mm	0,2 - 2mm	0,16 mm	0,16 mm
Rango de escaneo	150 x 120 mm — 250 x 200 mm			
Profundidad de campo	300-500 mm			
Distancia de trabajo	400 mm			
Fuente de luz	LED			
Operación al aire libre	Instale el refugio o la cubierta para evitar la luz solar directa.			
Objetos especiales para escanear	Para objetos transparentes, altamente reflectantes o algunos oscuros, rocíe polvo antes de escanear.			
Salida de datos imprimibles	Capaz de exportar modelos 3D estancos directamente a la impresión 3D			
Formatos de salida	OBJ; STL; ASC; CAPA; P3; 3MF			
Peso corporal del escáner	1,13 kg (incluye el cable USB3.0)			

EinScan SE V2



Es un escáner de escritorio el cual permite hacer un escaneo único en 1 s y un escaneo de 360 grados en 45 s

Es compatible con impresoras 3D y proporciona servicios API para impresoras de cualquier marca. Tiene un software que cuenta con funciones para rellenar agujeros, alisar, afinar y reajustar coordenadas de datos.

Su precio en SICNOVA es de 1.208,79 €

Modo de escaneo	Escaneo fijo con plataforma giratoria	Escaneo fijo sin tocadiscos
Modo de alineación	Característica; Manual; Placa giratoria	Característica; Manual
Rango de escaneo único	200 × 150 mm	
Velocidad de escaneo	1 s disparo único Giro de 360 grados 45 s	
Distancia del punto	0,17 - 0,2mm	
Textura	Sí	
Formato de archivo	OBJ, STL, ASC, CAPAS, 3MF	
Peso corporal del escáner	2,5 kg	
Dimensión	570 × 210 × 210 mm	

Artec 3D

Artec LEO



Este escáner de mano inalámbrico cuenta con un procesador NVIDIA Jetson TX2 y pantalla HD para una captura del objeto más precisa y rápida.

Cuenta con un área de captura de volumen de 160,000 cm³, una tasa de reconstrucción 3D de hasta 80 FPS, resolución de 0.2 mm, precisión de punto de 0.1 mm +0,3 mm/m

- Distancia de funcionamiento: 0,35 -1,2 m
- Campo de vista lineal:
 - o Rango más cercano: 244 × 142 mm
 - o Rango más lejano: 838 × 488 mm
- Datos de salida Malla 3D: OBJ, PLY, WRL, STL, AOP, ASC, PTX, E57, XYZRGB; CAD: STEP, IGES, X_T
- Dimensiones: 231 × 162 × 230 mm
- Peso de 2,6 kg
- Precio: 34.800,00 € en la página oficial

REVOPOINT

POP 3



Se trata de un escáner de mano portátil y de escritorio económico con escaneos en color. Presenta una precisión de hasta 0,05 mm con 18 FPS

Requiere de un volumen mínimo en el objeto de 20 x 20 x 20 mm siendo el máximo a escanear de 2 x 2 x 2 m Cuenta con un peso de solo 190 g y con unas dimensiones de 153 x 45 x 29 mm

Con Pop 3 es posible escanear en interior y al aire libre a una distancia entre 150 – 400 mm

Su precio en la página oficial es de 659,00 €

Tipo de escáner	Mesa giratoria y móvil
Para tamaño del objeto	Mediano
Tecnología	Luz infrarroja estructurada con dos cámaras.
Precisión (imagen única)	hasta 0,05 mm
Rango	150 - 400 mm
Velocidad de escaneo	12-18 fps
Resolución de la cámara de profundidad	hasta 1 MP
Resolución de la cámara RGB	hasta 1 MP
Fuente de luz 3D	Luz infrarroja clase 1
Funciones soportadas	Escaneo en color, escaneo en exteriores
Características especiales	Luces de flash LED blancas Luces de relleno infrarrojas
Peso del dispositivo	190 g
Tamaño del dispositivo	153 x 45 x 29 mm
UPC	2 núcleos, 1,6 GHz
Requisitos mínimos para el sistema.	Intel Core i5, 8 GB de RAM
Sistemas operativos compatibles	Windows 10/11 (64 bits), Android, iOS, macOS
Formatos de archivos de salida	PLY, OBJ, STL
Interfaces	WiFi 6, Bluetooth 4.1, USB tipo C
Prestaciones	CC 5 V, 1 A

3DMAKERPRO

3DMOLE



Este escáner presenta una precisión de hasta 0,05 mm con un rango de 200 x 100 mm y velocidad de hasta 10 FPS

A incluir infrarrojos, permite obtener grandes resultados cuando se trata de reproducir objetos de color negro u oscuros. Cuenta con una serie de módulos ópticos anti vibración para conseguir un escaneo fluido y estable.

Tiene un precio de 607,23 € en la página oficial.

Precisión	0,05 mm
Resolución	0,1 mm
Velocidad de fotogramas	10 FPS
Modo de seguimiento	Seguimiento visual
Distancia de trabajo	150-400 mm
Rango de captura único	200 x 100 mm
Tamaño típicos de objetos	15 - 150 mm
Formato de salida	OBJ/STL/PLY
Textura de color	Soporte extendido
Dimensiones	141 x 80 x 80 mm
Peso	390 g

Creality

CR-Scan Ferret Pro



Este escáner tiene una precisión de 0,1 mm con un sistema de antivibración aumentando el éxito en el escaneo.

Es capaz de escanear figuras negras y metálicas no reflectantes sin necesidad de spray de escaneo. Permite su uso en el exterior siempre y cuando no supere <30000 lux

Es portátil y pesa 105 g Su precio en la página oficial es de 489,00 € aunque actualmente está en descuento a 399,00 €

Resolución/Distancia del punto	0,16 mm
Distancia de trabajo	150 - 700 mm
Velocidad de fotogramas/velocidad de escaneo	hasta 30 FPS
Tamaño de escaneo	150 - 2000 mm
Precisión	0,1 mm
Duración	2,5 horas
Capacidad de la batería	5000 mAh
Rango de captura único	560 x 820 mm
Escaneo mínimo	150 x 150 mm
Tamaño de la máquina	120 x 30 x 26mm
Peso de la máquina	105 g
Conexión inalámbrica	WiFi
Sistemas operativos	iOS, Mac, Windows, Android

3D CR-Scan Raptor



Cuenta con la combinación de láser azul y fuente de luz infrarroja escaneando objetos pequeños y grandes. Escanea distancias desde los 5 hasta los 2000 mm con una precisión de hasta 0,02 mm

Escanea a alta velocidad con luz azul alcanzando los 60 FPS y con luz infrarroja los 20 FPS

Cuenta con un modo cara y cuerpo que captura detalles y escaneo completo de una persona en solo 2 min a todo color. Además, es capaz de escanear objetos negros y metálicos sin necesidad de spray.

En su página oficial tiene un precio de 1.599,99 €

Modo escaneo	Luz azul (láser azul de 7 líneas)	NIR (luz estructurada binocular infrarroja)
Precisión	0,02 – 100 mm	Hasta 0,1 mm
Resolución	0,1 -2 mm	0,02-2 mm
Velocidad de escaneo	60 FPS	20 FPS

Volumen de escaneo	5 x 5 x 5 mm	
Rango de captura única	270 x 170 a 300 mm	930 x 580 a 1000 mm
Distancia de trabajo	150 – 400 mm	170 – 1000 mm
Mapeo de color	Si	Si
Modo de alineación	Marcador	Marcador/ geometría/ textura
Resolución de la cámara de imágenes 3D	1920x1200	
Luz suplementaria de color	12 LED blancos	
Reconocimiento de marcador Mejora	12 LED infrarrojos	
Seguridad del láser	Clase I (seguro para los ojos)	
Botón	Mecánico	
IMU	Sí	
Formato de salida	OBJ/STL/PLY	
Potencia de entrada	12 V 2 A	
Interfaz de datos	TypeC/USB3.0	
Dimensiones del dispositivo	215 mm x 50 mm x 74 mm	
Peso del dispositivo	372 g	

	Modelo	Imagen	Precio	Precisión de escaneo	Distancia de puntos	Fuente de luz	Distancia de trabajo	Profundidad de campo	Campo de visión máximo	Velocidad de escaneo máxima	Otros	Peso / Dimensiones	Formato de salida
	Creality CR-Scan Ferret Pro		489,00 € actualmente a 399,00 € Página oficial	0,1 mm	0,16 mm	x	150-700 mm	x	560*820 mm	30 FPS	Escaneo de objetos oscuros y metálicos Uso exterior < 30000 lux	105 g/ 120 x 30 x 26mm	x
	3DMAKER PRO 3DMOLE		607,23 € Página oficial	0,05 mm	0,1 mm	Incluye luz infrarroja	150-400 mm	x	200 x 100 mm	10 FPS	Textura a color soporte extendido Tamaño objeto: 15-150 mm	390 g/ 141 x 80 x 80 mm	OBJ/STL/PLY
	RE VOPOINT POP 3		659,00 € Página oficial	0,05 mm	x	Luz infrarroja estructurada	150-400 mm	x	150-400 mm	18 FPS	Escanea en interior y al aire libre Volumen objeto 8 cm3 – 8 m3 Escaneo a color	190 g/ 153 x 45 x 29 mm	PLY, OBJ, STL
	Shining 3D EINSTAR		999,00 € SICNOVA	x	0,1mm - 3mm	Luz estructurada infrarroja VCSEL	Efectiva: 160 mm-1400 mm Óptima: 400 mm	160-1400 mm	434 x 379 mm (bajo la distancia de trabajo óptima)	980.000 puntos/s, hasta 14 FPS	Escaneo de textura y al aire libre Modo pelo	500 g/220mm*46 mm*55mm	OBJ; STL; CAPA; P3; 3MF
	Shining 3D EinScan SE V2		1.208,79 € SICNOVA	x	0,17mm - 0,2mm	x	x	x	200x150 milímetros	1 s disparo único Giro de 360 grados 45 s	Captura texturas	2,5 kg/ 570 x 210 x 210 mm	OBJ, STL, ASC, CAPAS, 3MF
	Creality 3D CR-Scan Raptor		1599,99 € Página oficial	Luz azul: 0,02 – 100 mm Infrarrojos: Hasta 0,1 mm	Luz azul: 0,1 -2 mm Infrarrojos 0,02-2 mm:	Luz azul e infrarroja	Luz azul: 150 – 400 mm Infrarrojos 170 – 1000 mm	x	Luz azul: 270 x 170 a 300 mm Infrarrojos: 930 x 580 a 1000 mm	Luz azul: 60 FPS Infrarrojos: 20 FPS	2 tipos de luces, luz suplementaria de color	372 g/ 215 x 50 x 74 mm	OBJ/STL/PLY

Shining 3D EinScan H2		SICNOVA es de 6.048,79 €	Blanca: 0,05 mm Infrarrojos: 0,1 mm	0,2 – 3mm	Luz blanca e infrarrojos	470 mm	Blanca: 200-700 mm Infrarrojos: 200-1500 mm	Blanca: 420 x 440 mm Infrarrojos: 780 x 900 mm	x	2 modos de escaneo: luz blanca e infrarrojos Cámara a color	731,1 g/ 108 x 110 x 237 mm	OBJ;STL;ASC; PLY;P3;3MF
Shining 3D EinScan 2X V2		SICNOVA es de 6.895,79 €	0,04 – 0,1 mm * *Varía en función del modo de escaneo	0,16 mm 0,2-2 mm *	LED	400 mm	300-500 milímetros	150*120 milímetros — 250*200 milímetros	10 FPS 3000000 pt/s *	4 modos de escaneo	1,13 kg	OBJ; STL; ASC; CAPA; P3; 3MF
Shining 3D EinScan Pro HD		8.710,79 € en SICNOVA	0,04 – 0,1 mm * *Varía en función del modo de escaneo	0,2 - 3 mm *	Luz estructurada	510 milímetros	±100 milímetros	209*160 mm 310*240 mm	10 FPS 3000000 pt/s *	Tiene 4 modos de escaneo	1,25 kg / 37 X 36,5 X 13,5 cm	OBJ; STL; ASC; CAPA; P3; 3MF
Shining 3D EinScan HX		12.098,79 € en SICNOVA	Rápido: 0,05 mm Láser: 0,04 mm	Rápido: 0,25 – 3 mm Láser: 0,05 – 3 mm	Rápido: LED Láser: 7 líneas de láser azul	470 mm	Rápido: 200-700 mm Láser: 350-610 mm	Rápido: 420 x 440 mm Láser: 380 x 400 mm	Rápido: 1.200.00 pt/s ; 20 FPS Láser: 480.00 pt/s ; 55 FPS	2 modos de escaneo: rápido y láser	710 g/ 108 x 110 x 237 mm	OBJ;STL;ASC; PLY;P3;3MF
Artec LEO		34.800,00 € en la página oficial	0,1 mm +0,3 mm/m	0,2 mm	x	0,35 -1,2 m	x	244 x 142 mm 838 x 488 mm	80 FPS	Cuenta con un procesador NVIDIA	2,6 kg/ 231 x 162 x 230 mm	OBJ, PLY, WRL, STL, AOP, ASC, PTX, E57, XYZRGB; STEP, IGES, X_T

Recopilación de piezas de embarcaciones del Club Náutico El Cano

A continuación, se muestran las piezas de distintas embarcaciones recopiladas en la visita al Club Náutico El Cano. Estas han sido seleccionadas por diversos motivos: alto coste de adquisición, tendencia a romperse con facilidad o rápido desgaste.

Enchufe para mástil



Enchufe para alargador de mástil 4 poleas para tablas de windsurf. El alargador va encajado en esta pieza y por regla general este es indispensable, sobre todo cuando se trata de velas de gran envergadura. Estas piezas sufrían constantemente roturas y desgastes.

El material de esta pieza es plástico, aunque se pueden encontrar en fibra de carbono.

Su precio ronda los 20 € en adelante. Existen dos tipos: RDM y SDM, y su modo de enchufe suele ser tipo pin, aunque también existen de tipo cazoleta.

Defensa de pontones



Bumper para pantalán o pontón que sirve de defensa para la proa y centro de la embarcación al atracar. Tiene un coste que va desde los 30 € hasta lo 100 € aproximadamente.

Uno de los posibles materiales en los que se puede fabricar es la espuma inyectada en polietileno (EVA)

Orza para LASER



Orza para Laser situada en la parte inferior para evitar abatimientos y aumentar la resistencia lateral. Precio aproximado es de 370 € para réplicas homologadas

Una de las formas en la que puede estar fabricada es en fibra/poliéster con núcleo de espuma de poliuretano, aunque también se pueden encontrar almas en madera.

Quilla para windsurf



Quilla para tabla windsurf, presenta desgaste en cantos. Este tipo de piezas suele estar fabricada a partir de nailon reforzado con fibra.

Orza retráctil



Orza retráctil para tabla windsurf oraquero. En función de su tamaño, material y marca se pueden encontrar a partir de 100 €

Quillas o aletas



Quilla atornillada para tabla de windsurf. Se encuentran fabricadas en distintos materiales como nailon, pvc, poliamida, etc. Su precio parte de aproximadamente 20 €



Aletas o quillas con sistema US BOX y Futures Fins

Pala de timón



Pala de timón en fibra de vidrio que puede tener un núcleo en espuma de PVC. Este tipo de palas se encuentran en el mercado por un precio aproximado de 150 € en adelante.



Timón de catamarán 14



Timón catamarán 16

Accesorios



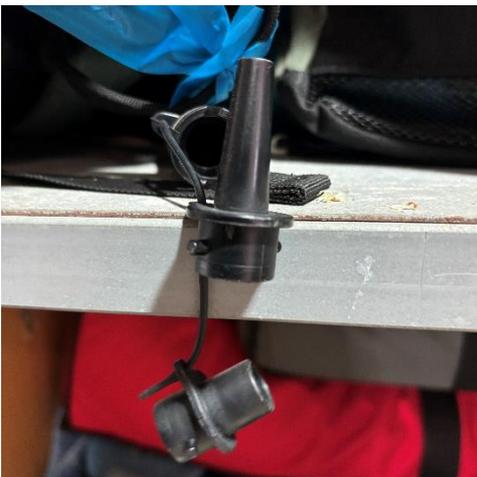
Bisagra en poliamida para embarcación. Su precio ronda los 3 €



Mango o pasamanos para el transporte o agarre de tablas o botes inflables. Tienen un precio en el mercado aproximado de 25 €



Válvula de aire para embarcaciones inflables que permite el control y regulación del flujo de aire. Esta pieza se abre, cierra u obstruye de forma parcial los orificios de salida del aire. Está compuesto por dos piezas y tiene un precio que ronda los 5 €



Boquilla para inflador



Sable de velas Laser. Algunos se fabrican en vinylister laminado. Uno de 1 cm de ancho cuesta alrededor de 7 €



Tapón de drenaje para Laser. Se sitúa en la popa de la embarcación. Requiere de una pieza para su anclaje. El juego de ambas tiene un coste aproximado de 6 €



Tapón de desahúe para catamarán. Al igual que el anterior cuenta con otra pieza para su anclaje

Su precio es de 5,5 €



Cornamusa para amarre en mástil. Están diseñadas en nailon, acero, etc. En función del material su precio varía considerablemente, siendo de unos 2-6 € en plástico y de 15€ en adelante para aceros



Tapón drenaje exterior



Tapón interior



Base para mástil en metal.

Pala de remo



Pala para remos de kayaks o piraguas fabricada en polipropileno. Otros materiales en las que se suelen encontrar son: aluminio o carbono. Un aspecto importante en este tipo de productos es la forma, ya que dependiendo de esta varía el rendimiento, eficacia y comodidad. Esta concretamente tiene una hija doble cóncava que optimiza el flujo de agua y la estabilidad. Su precio ronda los 50 euros.



Remo de una pala compuesto por varias partes para ajustar la longitud. Los materiales más comunes para la pértiga son: carbono y fibras de bambú o vidrio, aluminio, etc.

Tambucho o tapa estanca



Tambucho o tapa de rosca de plástico. También son piezas conocidas por el nombre "registro". Se suelen fabricar en PVC, ASA, goma, etc. En función de su diámetro su precio varía, pero son piezas relativamente económicas que cuestan aproximadamente 6 €

Surf foil

Es una nueva modalidad del surf que se practica con una tabla equipada con un foil, el cual cuenta con dos aletas en su parte inferior.



Alerón trasero del foil fabricado en fibra de carbono. Este tipo de piezas cuentan con un núcleo de paulinova con insertos de ABS. Si el tamaño del alerón trasero es pequeño se dice que el foil es más técnico, de modo que este tipo de alerón en grandes dimensiones se suele usar para principiantes.

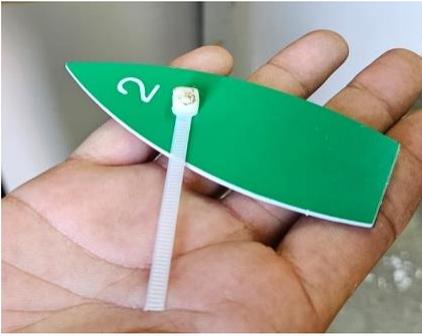


En esta imagen se puede apreciar el foil por la parte inferior. La estructura anclada suele fabricarse en aluminio y cuenta con dos alerones o aletas

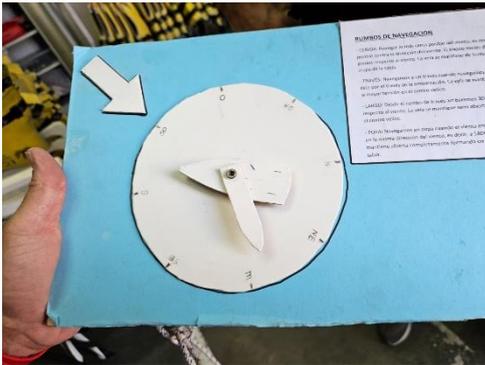


Esta imagen se observa el alerón principal por su parte de anclaje. Esta pieza supera en dimensiones a la aleta trasera.

Juegos y piezas para la enseñanza



Juego de barcos para la enseñanza del manejo de embarcaciones. La base es magnética y cuenta con una brida que rota sobre un eje. Tiene un precio elevado a pesar de la simpleza.



Juego de aprendizaje de rumbos de navegación

Otras fotos



Taller de reparaciones

Para obtener un espacio destinado a la fabricación de piezas por tecnologías de fabricación aditiva hay que considerar y adquirir diferentes elementos:

- Equipamiento:
 - Impresora de resina Form 4 + Form wash + Form Cure
 - Impresora FDM Bambu Lab X1
 - Impresora Markforged Mark Two
 - Laser Shinning 3d Einscan Pro HD

- Mobiliario:
 - 2 mesas con cajoneras integradas donde se apoyarán las impresoras y elementos auxiliares para el curado y limpieza de las piezas en resina.
 - 1 mesa de escritorio para el trabajo personal
 - 1 Banco de trabajo con panel organizador destinado al postprocesado de las piezas impresas.
 - 1 Banco de trabajo central para el escaneado de las piezas.
 - 1 estantería para almacenamiento
 - 1 armario
 - 4 taburetes
 - 2 sillas de escritorio

- Herramientas auxiliares y de mantenimiento:
 - Alicates
 - Llave de carraca
 - Llave inglesa
 - Espátula
 - Destornilladores básicos y cerámico
 - Aguja para limpiar boquillas
 - Cepillo metálico
 - Calibre
 - Soldador de estaño
 - Pelacables
 - Multímetro
 - Cúter
 - Taladro

De este modo el espacio del taller se divide en varias zonas de trabajo:

1. Zona de almacenaje
2. Zona de postprocesado
3. Zona de varios usos
4. Zona de impresión
5. Zona de trabajo

A continuación, se detalla en una infografía todo lo mencionado anteriormente en el que se visualizan todos los elementos distribuidos en un espacio.

Taller de reparaciones

para el Club Náutico El Cano



1

Zona de almacenaje

Espacio compuesto por una estantería abierta de cinco baldas y un armario de dos puertas para almacenar diferentes productos que no tengan otra zona de destino.

2

Zona de postprocesado

En este espacio se sitúa un banco de trabajo con un panel para organizar herramientas auxiliares, además de contar espacio de almacenaje. Se destina al postprocesado de piezas.

3

Zona de varios usos

Esta zona cuenta con un amplio banco de trabajo en el que se pueden realizar los escaneados, limpieza de piezas u otro tipo de proceso o trabajo.

4

Zona de impresión

Compuesta por el equipo de impresión (Bambu Lab X1, Markforged Two, Form 4 y equipo de curado). Los bancos de trabajo cuentan con cajoneras y armarios para guardar filamentos o resinas)

5

Zona de trabajo

Espacio compuesto por una mesa de escritorio y dos sillas, destinado al trabajo con ordenadores u otro parecido.

Equipamiento de impresión



Markforged Two

impresora 3D de materiales compuestos de fibra continua



Form 4

Impresora de resina con tecnología MSLA



Bambu Lab X1

Impresora FDM con accesorio para cuatro bobinas



Shining 3d Einscan Pro HD

Escáner enfocado en la ingeniería inversa con distintos tipos de luz



Form Cure y Form Wash

Equipo de lavado y curado para piezas de resina

El presupuesto del equipo de todas las zonas del taller es el siguiente:

UDS.	VENDEDOR	REFERENCIA	PRODUCTO	PRECIO (€) (UD.)	PRECIO TOTAL (€)
EQUIPO DE FABRICACIÓN					
1	Formlabs		Form 4 (Impresora FDM) + kit de curación	7742,79	7742,79
1	3dzshop		Markforged	18095,83	18095,83
1	Sicnova		Escaner Shinning 3D Einscan Pro HD	8710,79	8710,79
1	Bambu Lab		Bambu Lab X1 Carbon	1499,00	1499,00
HERRAMIENTAS AUXILIARES					
1	Leroy Merlin	18805131	Set de 6 alixates	22,99	22,99
1	Amazon	05010559163595	Set llave de carraca	28,81	28,81
1	Leroy Merlin	85294331	Llave inglesa	23,00	23,00
1	Amazon	B081JQXJYQ	Set destornillador cerámico	19,00	19,00
1	Amazon	B0BR5VJSLN	Espátula	7,94	7,94
1	Amazon	B09W9R8J3S	Destornilladores	25,99	25,99
1	Amazon	B0CDLLY4Y1	Aguja para limpiar boquillas	7,29	7,29
1	Amazon	B08D9QXRNH	Cepillo metálico	6,78	6,78
1	Amazon	B09M8PFRWP	Calibre	8,99	8,99
1	Amazon	B09B3GRVTM	Soldador de estaño	22,99	22,99
1	Amazon	B0B6CCK3VY	Juego de cúter	12,99	12,99
MOBILIARIO					
1	Habitium	8719883735788	Banco trabajo con dos armarios	430,10	430,10
1	Habitium	8719883735771	Banco trabajo con cajones	376,09	376,09
1	Manutan	A028439	Mesa escritorio	139,00	139,00
1	Makro	759493MP02P	Estanterías	72,455	72,455
1	Orion	AAA0000800868	Armario archivador con cierre	251,67	252,67
4	Sklum	95198-186316	Taburete	59,95	239,8
1	Bauhaus	30278433	Banco de trabajo	249,00	249,00
2	Klathome	GD-0012GO	Silla escritorio	48,95	97,90
				TOTAL+IVA	38092,2 €

Otros renders sin retoques del espacio del taller con mobiliario y equipo



Proceso para la reproducción y fabricación de las piezas.

El objetivo es aplicar la ingeniería inversa para reproducir piezas usando las tecnologías de fabricación aditiva para su producción. El proceso para esto es el siguiente:

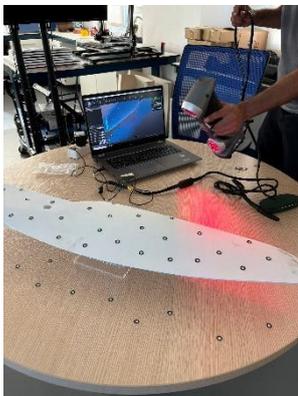
1. Selección de las piezas: se escoge aquella pieza que sea propensa a roturas o que convenga su reproducción por su elevado coste de adquisición.
2. Escaneo de la pieza: Con el escáner 3D se procede a escanearla. Este paso es uno de los más importantes y se debe realizar en profundidad para una mayor resolución de la pieza.
3. Reparación de la malla: Algunas zonas de la malla no quedarán cerradas por lo que en el software de escaneo se procede al arreglo de esta.
4. Toma de medidas: Para ciertas zonas de la pieza que no hayan sido capturadas con mucho detalle por el escáner, se toman medidas para posteriormente corregir el modelo
5. Corrección del modelo: A través de ciertas operaciones se pueden corregir los detalles que no hayan sido capturados para conseguir una réplica exacta.
6. Fabricación de la pieza: Una vez que se tiene el modelo 3D corregido se procede a elegir el material más adecuado y la tecnología de fabricación aditiva que mejor se adapte a las necesidades de la pieza.

A continuación, se muestra un ejemplo previo al desarrollo de los casos prácticos.

1. Selección de la pieza: Timón catamarán 14



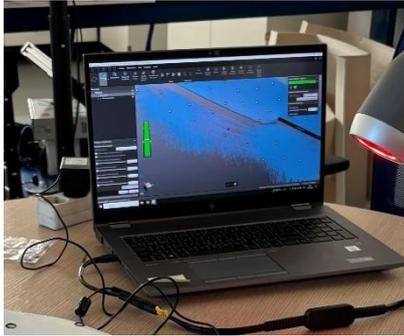
2. Escaneo de la pieza



El primer paso es situarla sobre un pedestal de soporte. Posteriormente, se colocan marcadores de forma triangulada en la pieza y sobre la mesa para un mejor escaneo. Se usó el escáner Handyscan para la obtención de la malla. Este proceso se realizó en ambas caras del timón para posteriormente unirlos y obtener el modelo completo.

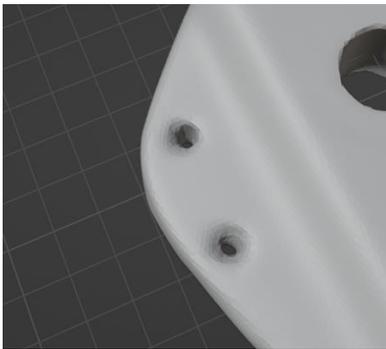


3. Reparación de la malla



Algunas zonas en la malla (principalmente línea de unión de ambas caras, huecos o esquinas) quedaron abiertas por lo que se procedió a cerrarlas y arreglarla haciendo uso del software VxElements.

4. Toma de medidas

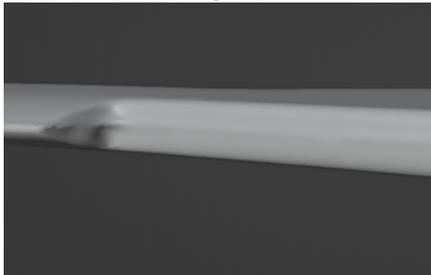


Como las zonas de las cavidades y orificios no quedaron con buena resolución se tomaron algunas medidas en la pieza para corregir estos errores.

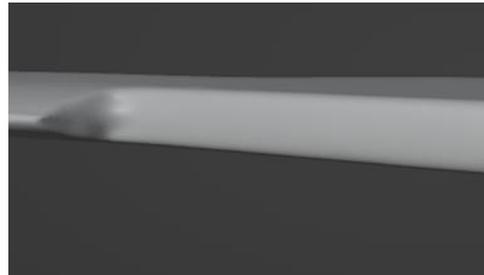
5. Corrección del modelo

Se importa la malla a Blender para corregir y definir los huecos y orificios. Además, como las juntas de unión de ambas caras no quedaron planas en el escaneo se procede también a suavizarlas.

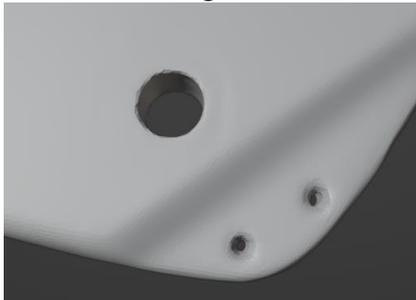
Original



Malla suavizada



Original



Orificios definidos



Desarrollo de casos prácticos

Caso práctico 1. Cornamusa

Para el primer caso práctico se escogió una cornamusa, una pieza que sirve para el amarre de los cabos y que se suele situar en una parte fija de la embarcación como podría ser la cubierta.



Este tipo de elementos suelen fabricarse en distintos materiales como el aluminio anodizado, latón cromado o pulido, acero inoxidable, nylon negro o madera de teca.

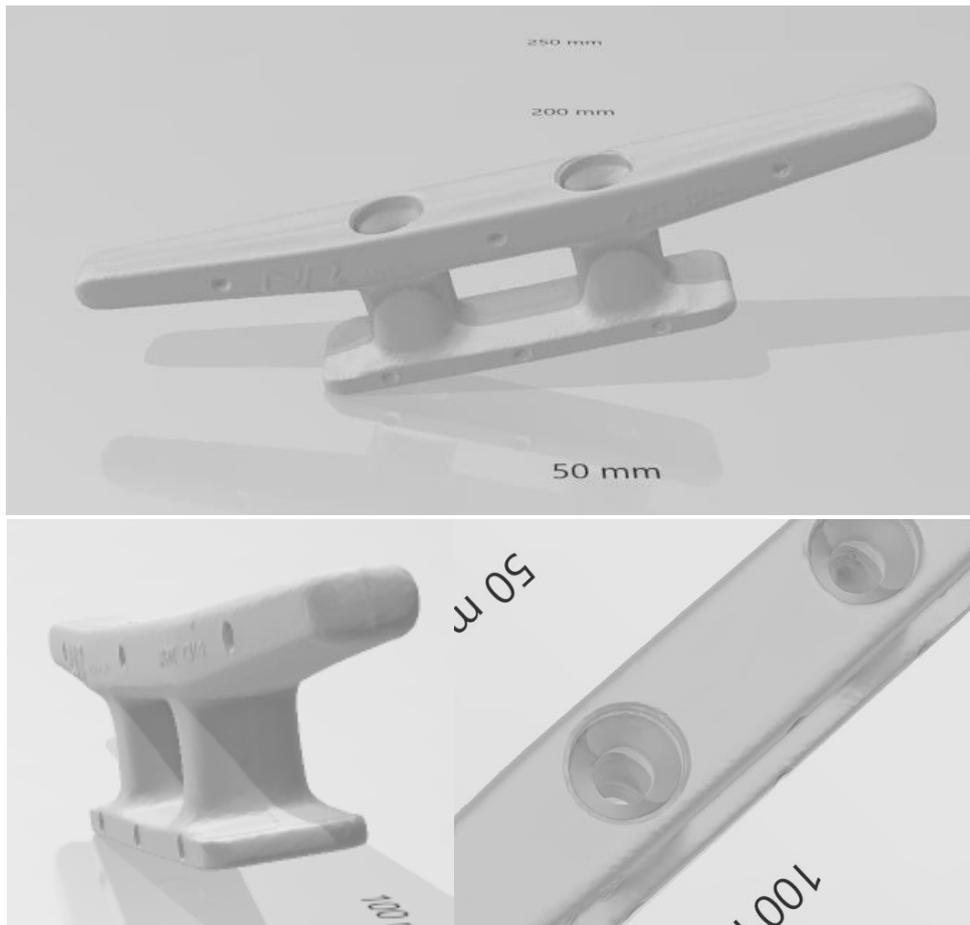
Para poder replicar esta pieza y, por ende, fabricarla a partir de tecnologías aditivas sin que deje de cumplir su función, se comienza por el primer paso: escaneo 3D.

1. Escaneo 3D y reparación de la malla

La cornamusa aportada cuenta con una longitud de 144 mm y está fabricada en nylon negro, esto hace que el escaneo sea difícil ya que al tratarse de un color oscuro este absorbe la mayoría de la luz y debilita el reflejo del láser. Por ello se hizo uso del escáner MetraScan Black Elite de Creaform, el cual puede soportar distintos entornos de producción y componentes sin comprometer la calidad del modelo digital. Entre las distintas características técnicas destaca por su exactitud o resolución de medición de hasta 0.025 mm, capacidad de detalle, fuente de luz de 30 líneas de láser azul y velocidad de escaneo de hasta 1.800.000 mediciones/s

Posteriormente, se corrigen y se cierran algunos espacios de la malla en el software VXelements para obtener el modelo completo.

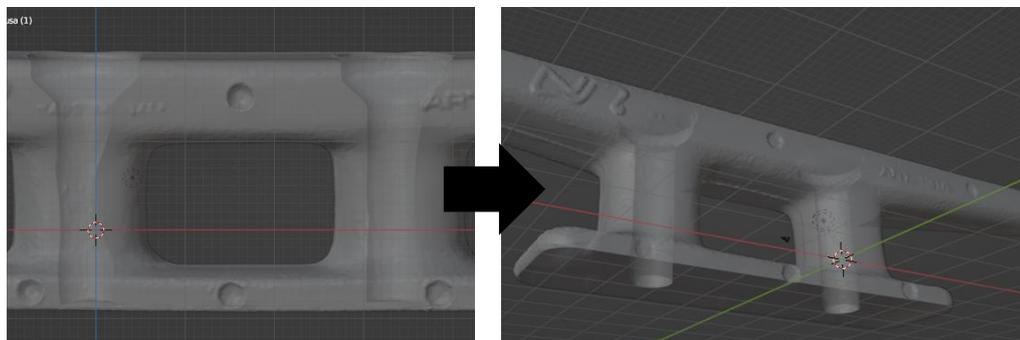
A continuación, se detallan algunas vistas del modelo 3D de la cornamusa escaneado.



2. Tomas de medidas y corrección del modelo

Debido a la exactitud del escáner usado, esta pieza requiere de pocas correcciones. Aun así, existen zonas algo comprometidas y que no quedan exactamente definidas como son los orificios pasantes a lo largo del eje vertical de la cornamusa.

De este modo se definirán estos taladros y la base inferior usando operaciones booleanas en el software Blender.



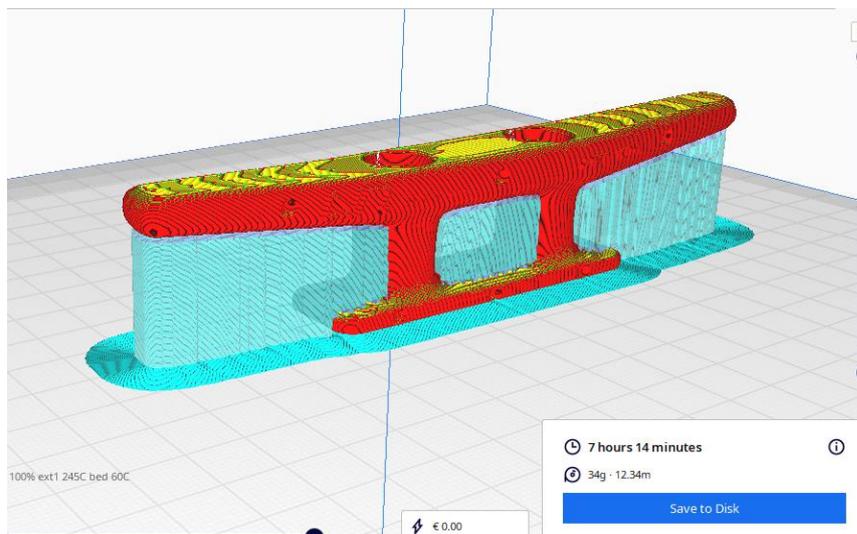
Como se observa los orificios quedan completamente cilíndricos evitando un mecanizado posterior en la pieza. Además, para poder anclarlo en superficies rectas se ha aplanado la base inferior.

3. Selección de material y de tecnología de fabricación aditiva

Para esta pieza se hace uso de una impresora FFF (Fused Fabrication Filament), concretamente el modelo Ender V3 de Creality y se escoge el mismo material de la pieza original (nylon) en formato de filamento de 1.75 mm de diámetro.

4. Preparación del archivo para imprimir

El modelo corregido se exporta en formato STL y se importa a su vez en el software de laminado. En esta ocasión será Ultimaker Cura. En este programa se modificarán y adaptarán los parámetros de impresión. Estos dependen de las necesidades y fin de la pieza.



Esta pieza al tener que soportar esfuerzos de tracción y compresión estará rellena al 100 % Por otro lado se usará un diámetro de extrusión de 0,3 mm y una altura de capa de 0,2 mm Es cierto que no dejará un acabado liso, pero esto se puede mejorar y pulir una vez impresa, además de que no afecta en el objetivo de la pieza. Es importante apagar por completo el ventilador, ya que el nylon es muy sensible a variaciones de temperatura.

Asimismo, la pieza se ha orientado de manera que su base inferior queda sobre la cama de impresión. Se añade en Cura una adherencia tipo falda y se modifican los parámetros de ventilador a 0% para que no sufra warping, ya que el nylon es un material que sufre de contracciones debido a la temperatura dando lugar a que la primera capa tienda a despegarse, deformando la pieza.

Finalmente, según los parámetros de impresión establecidos la pieza tendrá una masa una vez impresa de 29 gramos y se desperdician 5 gramos más en soportes. Igualmente, el tiempo de impresión marcado en el laminador es de 7 horas.

5. Impresión final



La impresión tal y como se comentó duró 7 horas y el filamento usado fue nylon de la marca overture de 1,75 mm de diámetro.

6. Evaluación de costes y tiempos

La pieza original como se menciona está fabricada en nylon negro. El proveedor de esta pieza es OSCULATI y se encuentra en múltiples tiendas náuticas. Una de ellas es Latiendanautica que la tiene disponible por un precio de 2,93 €

A continuación, se muestra una tabla con los gastos que genera fabricar la pieza en la que se incluyen los costes de material y los de fabricación (consumo y amortización).

Material			
Pieza	Masa (kg)	Precio (€/kg)	Total
Cornamusa	0,034	29,99	1,02 €
Fabricación			
Costes de consumo (kW/h)	Cantidad (kW)	Costes (€/kWh)	Total
0,36	0,27*7= 1,89	0,17	0,33 €
Costes de amortización	Tiempo (horas)	Costes	Total
	7	10000 h 189 €/unidad	0,14 €
Total			1,49 €

Comparando el coste de la original con la de la pieza impresa se puede observar que los costes se reducen para este caso casi en un 50% haciendo viable la recreación de este tipo de piezas a nivel económico.

Caso práctico 2

Conclusiones

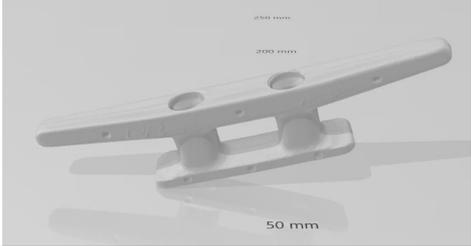
El uso de la ingeniería inversa y de las tecnologías de fabricación aditivas en el proceso de recreación de piezas conlleva una serie de ventajas. Estas, además, se consolidan a lo largo de los casos prácticos mostrados, donde se pueden observar las reducciones en los costes en altos porcentajes. El gasto inicial en maquinaria es elevado en comparación con el ahorro generado,

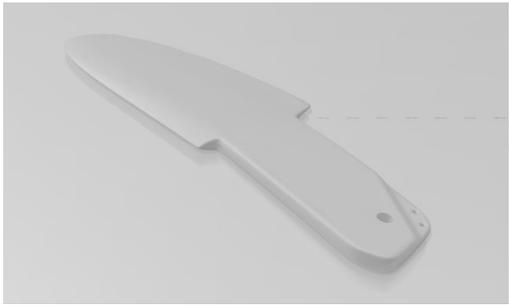
pero si estos se traducen en costes de amortización se equilibran tras el uso continuado de las tecnologías.

La posibilidad de poder rediseñar la malla permite a su vez flexibilidad en el diseño. Puede ser que la pieza requiera de una pequeña adaptación física para una mayor duración o por visualizarla estéticamente de otra forma. No solo es posible cambiar la malla, también se pueden escoger materiales diferentes a los de las piezas originales para adecuarlas aún más a la actividad requerida.

Un aspecto importante y ventajoso son los stocks. La posibilidad de fabricación de una pieza al instante hace que se reduzcan los espacios de almacenaje considerablemente, evitando tener piezas de repuesto en exceso. Todas las piezas se pueden guardar digitalmente en un repositorio para un rápido acceso donde no solo se reduce la acumulación de piezas, sino que también lo hacen los tiempos y esperas de estas por el transporte. Esto a su vez conlleva a disminuir el consumo de combustibles en el proceso, reduciendo así el impacto ambiental, ya que las piezas se fabrican en el mismo lugar donde se utilizarán.

Lista de piezas escaneadas

Cornamusa	
Pieza original	Pieza escaneada
	
Tapón interior	
Pieza original	Pieza escaneada
	
Tapón drenaje exterior	
Pieza original	Pieza escaneada
	
Tapón de drenaje para Laser	

<p>Pieza original</p> 		<p>Pieza escaneada</p> 
<p>Tapón de desaüe</p>		
<p>Pieza original</p> 		<p>Pieza escaneada</p> 
<p>Pala timón catamarán 14</p>		
<p>Pieza original</p> 		<p>Pieza escaneada</p> 
<p>Pala timón catamarán 16</p>		
<p>Pieza original</p> 		<p>Pieza escaneada</p> 