



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.

Autor:

Victor Landa Abadía

Directores:

Francisco Javier Medel Rezusta

Francisco Martínez Gómez

Grado de Ingeniería Mecánica

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)

2020

Resumen

La crisis del coronavirus que ha dado comienzo a principios de este 2020 ha afectado prácticamente a todos países del mundo, especialmente en el sector sanitario, siendo uno de los mayores problemas la falta de medios y material sanitario para abastecer todo el material necesitado.

Este trabajo trata de recopilar algunas de las iniciativas llevadas a cabo para combatir esta pandemia mundial del Covid-19, con el objetivo de que sirvan de ayuda en una futura situación similar, y poder hacer frente a esa falta de material, con ayuda de las nuevas tecnologías.

Debido a la flexibilidad de producción que ofrece la impresión 3D actualmente, se han analizado los diseños de material sanitario que pueden ser más útiles en una situación pandémica.

Además de la impresión 3D, se mencionarán otro tipo de tecnologías muy útiles que se han implantado, especialmente para detectar y frenar la propagación del virus, como la instalación de cámaras termográficas en hospitales. También se ha visto la utilidad de instalar equipos de Ozono para la desinfección de equipos.

Por último, se ha reflexionado sobre el equipamiento necesario del que debería dotarse un hospital para evolucionar hacia los futuros hospitales 4.0. y con el cual sería mucho más fácil hacer frente a una crisis sanitaria como la vivida hoy en día, pretendiendo que los propios hospitales puedan autoabastecerse gran parte de su material sanitario.



1.	INTRODUCCION	5
1.1	Motivación	5
1.2	Objetivos	5
1.3	Descripción.....	5
2.	INICIATIVAS PARA FABRICAR ELEMENTOS NECESARIOS POR IMPRESION 3D	6
2.1.	Mascarillas	7
2.1.1.	Normalización de mascarillas quirúrgicas.	8
2.1.2.	Mascarilla Nanohack.....	12
2.1.3.	Semimáscara protectora CIIRC RP95-3D.	15
2.2.	Viseras.....	18
2.3.	Adaptadores para respiradores	21
2.4.	Aperturas de puertas sin manos	27
2.5.	Otros accesorios de uso personal complementarios a los EPIs.....	30
2.5.1.	Cubiertas de muñeca	30
2.5.2.	Marco para el sellado de mascarillas.....	31
3.	USO E INSTALACION DE CAMARAS TERMOGRAFICAS EN HOSPITALES	32
4.	METODOS DE DESINFECCION Y ESTERILIZACION DE EQUIPOS	35
5.	PROPUESTA DEL EQUIPAMIENTO NECESARIO DEL QUE DEBERIA DOTARSE UN HOSPITAL	37
5.1.	Instalación de impresoras 3D.....	37
5.2.	Instalación de cámaras termográficas.....	41
6.	CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	45
7.	BIBLIOGRAFIA	46
8.	ANEXOS.....	49
	Anexo I: Métodos de ensayo para la determinación de los requisitos de funcionamiento de las mascarillas quirúrgicas:.....	49
	Anexo II: Información adicional sobre la mascarilla Nanohack.....	56
	Anexo III: Iniciativas para la elaboración de viseras o pantallas faciales.....	61
	Anexo IV: Tecnología MJF.	67
	Anexo V: Situación actual de evaluación de respiradores artificiales en proceso de autorización por la AEMPS.....	70



Anexo VI: Instalación de cámara termográfica en el hospital de Ifema y cámaras térmicas portátiles	71
Anexo VII: Ficha técnica impresora DT600	75
Anexo VIII: Ficha técnica impresora HP Multi Jet Fusion 5200.....	76

1. INTRODUCCION

1.1 Motivación

El presente trabajo de fin de Grado nace como consecuencia de la crisis sanitaria provocada por el coronavirus (Covid-19) a nivel mundial y en España en particular.

Esta crisis ha supuesto un desborde de las cadenas de suministro de equipamiento sanitario. Ante la falta de recursos nacionales, el gobierno español se ha visto obligado a desembolsar grandes cantidades de dinero en el extranjero para la adquisición del material necesario.

1.2 Objetivos

El objetivo principal, por tanto, será determinar la infraestructura básica que debería adoptar un hospital para hacer frente a una crisis sanitaria similar (en una primera fase), de manera autosuficiente, teniendo como foco principal todas medidas que se puedan llevar a cabo con ayuda de la impresión 3D y otras tecnologías como el uso de cámaras termográficas para evaluación de la temperatura corporal, o procesos de desinfección y esterilización avanzados.

Estas medidas supondrán grandes avances para la creación de un hipotético “Hospital 4.0”.

1.3 Descripción

Para alcanzar este objetivo, se seguirán diferentes pasos:

Primero, se analizarán las principales iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para la fabricación de todo el equipamiento que haya podido servir de ayuda para frenar la pandemia, y se prestará especial atención a los requisitos técnicos que deben cumplir estos productos de cara a su homologación para su uso sanitario.

Después se estudiará el uso de cámaras termográficas, ya instalado en algunos hospitales, y la utilidad que tienen las mismas, así como la viabilidad de instalarlas en otros centros hospitalarios.

Posteriormente se examinarán métodos de esterilización y desinfección que puedan ser de utilidad para frenar la propagación del virus.

Por último, se compararán los medios de los que disponen los hospitales actualmente y se propondrán las medidas que se crean óptimas con respecto a los temas tratados para conseguir afrontar una pandemia de esta magnitud de manera autosuficiente, pero también para conseguir que el hospital evolucione a nivel tecnológico hacia el llamado “Hospital 4.0”.

2. INICIATIVAS PARA FABRICAR ELEMENTOS NECESARIOS POR IMPRESION 3D

La principal ventaja de la impresión 3D es la flexibilidad de producción que tiene para adaptarse a las necesidades de cada momento.

En este apartado se recopilarán las principales iniciativas que han surgido para fabricar estos elementos esenciales en la pandemia.

En estas iniciativas han colaborado tanto personas que tienen en su casa su propia impresora como grandes empresas, donando grandes cantidades de productos a organismos públicos, especialmente a hospitales.

La mayoría de estas iniciativas se han organizado a través de redes sociales y foros para llegar a la mayor cantidad de gente, como se indica en el siguiente artículo de el Periódico:

El Covid19 no es lo único que ha aprendido a extenderse de forma exponencial últimamente. Desde hace dos semanas, por todo el país se está propagando otro contagio, éste de carácter humano y solidario, pero que crece a una velocidad parecida a la del virus asesino. Lo componen los miles de voluntarios que se han apuntado a la red de Coronavirus Makers, y a otras parecidas, para diseñar, fabricar en casa, distribuir y hacer llegar a los hospitales y servicios de salud de toda España material de protección personal de primera necesidad.

Unos crean prototipos de viseras, gafas, cascos, respiradores y otros artilugios para el personal sanitario. Otros los fabrican en las impresoras 3D que tienen en sus hogares o en sus empresas. Otros ofrecen sus vehículos para llevarlos a los puntos de recogida, donde otros los desinfectan, los ensamblan, los empaquetan y los acercan a los hospitales, residencias de mayores y centros de salud donde ese material está sirviendo para salvar vidas.

El 13 de marzo, la ingeniera Esther Boraó, directora del Instituto Tecnológico de Aragón, anunciaba en su cuenta de Twitter que había creado un grupo en Telegram para intercambiar información y

plantear la posibilidad de fabricar material de protección personal de primera necesidad -los famosos EPIs- en impresoras 3D. La comunidad 'maker', formada por usuarios de este tipo de 'fábricas domésticas' y adictos a la filosofía del 'do it yourself' (háztelo tú mismo), suele estar estrechamente intercomunicada. Este factor, unido a las inquietantes noticias que llegaban desde el sector sanitario anunciando un previsible desabastecimiento de material protector, tuvo un efecto catalizador sobre el proyecto y en apenas 24 horas ya se habían apuntado 2.000 'makers' al grupo de Telegram. (Fernandez, 2020)

También se analizarán los distintos diseños, materiales necesarios para su fabricación, distintas características técnicas y los procedimientos a seguir para conseguir su normalización y homologación sanitaria en algunos casos.

En concreto, se analizará la fabricación de mascarillas, viseras, adaptadores para respiradores, elementos para abrir puertas sin utilizar las manos, y accesorios de uso personal como las cubiertas de muñeca y adaptadores para mascarillas.

2.1. Mascarillas

Las mascarillas son un elemento indispensable para el personal sanitario y uno de los que más han escaseado. Por ello, es de vital importancia la producción de las mismas, y ante la falta de material homologado, la impresión 3D puede ser de gran ayuda.

Pero con la fabricación de mascarillas hay que tener especial cuidado, debido que la mayoría de los usuarios con impresora 3D utilizan PLA (ácido poliláctico), y este material no es el óptimo para la fabricación de mascarillas, como indica en su página web impresoras3d.com:

Hay 2 motivos principales por los que se recomienda la impresión 3D para el uso de pantallas protectoras, y no para la fabricación de mascarillas.

La porosidad: el primero de los motivos es la porosidad de los materiales, principalmente en materiales como el filamento PLA.

La propia impresión FDM: la impresión FDM se realiza capa a capa, por lo que no se puede conseguir un resultado de sellado como en la fabricación industrial. Es inherente a la propia tecnología FDM dejar vías de entrada o salida cuando se trata de una mascarilla hecha con FDM. (impresoras3d.com, 2020)

Esta es la razón por la que la tecnología FDM no es la óptima para fabricar mascarillas, pero en caso de que se fabriquen, es altamente recomendable utilizar configuraciones de impresión que reduzcan la porosidad, con el máximo relleno posible, el mayor número de capas y haciendo que estas capas no sigan siempre la misma dirección.

Incluso también es recomendable utilizar otro material a modo de forro interior, como el uso de paños antihumedad como forraje interno de la mascarilla impresa. Estos procedimientos se están llevando a cabo en hospitales para el uso de mascarillas caseras, cuando no se disponen de otros medios.

Pero ya están surgiendo modelos de mascarillas más efectivos y sofisticados, analizaremos dos de ellos: La mascarilla Nanohack y la semimáscara protectora CIIRC RP95-3D.

Antes de ver estos dos diseños, será interesante conocer los requisitos y métodos de ensayo que deberán cumplir las mascarillas quirúrgicas para conseguir su normalización, ya que este es uno de los mayores retos del momento debido a la gran demanda de este producto.

2.1.1. Normalización de mascarillas quirúrgicas.

Debido a su gran utilidad, será interesante trabajar para conseguir la homologación y normalización de este tipo de productos tan recientes (especialmente los fabricados por impresión 3D), con el objetivo principal de mejorar los diseños ya implantados para que cumplan todos los requisitos y especificaciones requeridas.

Antes de comenzar con los requisitos de funcionamiento de las mascarillas quirúrgicas, será importante destacar las diferencias entre las mascarillas quirúrgicas, las que son EPIs y las mascarillas higiénicas:

- Las mascarillas quirúrgicas son las que acostumbramos a ver en ambientes clínicos. Su objetivo es evitar que el personal sanitario y los pacientes infectados (o sospechosos de estarlo) transmitan agentes infecciosos. Según la tabla que se ve posteriormente, estas pueden ser de tipo I, tipo II, o tipo IIR). Estas mascarillas están diseñadas para filtrar el aire exhalado. Su misión es proteger a quienes están a tu alrededor, evitando la dispersión vírica al estornudar, toser o hablar.
- Las mascarillas EPI son equipos de protección individual y se recomiendan fundamentalmente para su empleo por profesionales para crear una barrera entre un riesgo potencial y el usuario. También pueden estar recomendadas para grupos vulnerables por indicación médica. Pueden ser de tres tipos: FFP1, FFP2, y FFP3 (filtering face pieces, por sus siglas en inglés, y según la eficacia de filtración la mascarilla es 1, 2 o 3). Por su parte, aquellas con filtros contra partículas se dividen en P1, P2 y P3. Para la protección contra la COVID-19 se recomienda el uso de mascarillas EPI FFP2. Las mascarillas EPI tienen como finalidad filtrar el aire inhalado evitando la entrada de partículas contaminantes en nuestro organismo.
- Las mascarillas higiénicas no son EPIs ni productos sanitarios. Son un complemento a las medidas de distanciamiento físico e higiene recomendadas por el Ministerio de Sanidad en el contexto de la pandemia de la Covid-19.

Para la normalización en España de las mascarillas quirúrgicas tendremos que acudir a la norma UNE-EN 14683:2019+AC, que especifica la construcción, diseño, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo de mascarillas quirúrgicas previstas para limitar la transmisión de agentes infecciosos.

Siguiendo dicha norma, será necesario evaluar los requisitos de funcionamiento de las mascarillas, mediante los procedimientos que se indican en los anexos de la norma.

Los requisitos de funcionamiento se resumen en la siguiente tabla, en función del tipo de mascarilla (tipo I, tipo II o tipo IIR).

Tabla 1 - Requisitos de funcionamiento para las mascarillas quirúrgicas

Ensayo	Tipo I ^a	Tipo II	Tipo IIR
Eficacia de filtración bacteriana (BFE), (%)	≥ 95	≥ 98	≥ 98
Presión diferencial (Pa/cm ²)	< 40	< 40	< 60
Presión de resistencia a las salpicaduras (kPa)	No requerido	No requerido	≥ 16,0
Limpieza microbiana (ufc/g)	≤ 30	≤ 30	≤ 30
^a Las mascarillas de tipo I se deberían utilizar solamente para pacientes y otras personas para reducir el riesgo de propagación de infecciones, particularmente en situaciones epidémicas o pandémicas. Las mascarillas de tipo 1 no están previstas para ser utilizadas por profesionales sanitarios en un quirófano o en otro entorno médico con requisitos similares.			

Tabla tomada de la norma UNE-EN 14683:2019+AC

A continuación, analizaremos brevemente los métodos de ensayo (explicados de forma más detallada en el anexo 1) a realizar para que las mascarillas cumplan los requisitos de funcionamiento.

- **Método para la determinación in vitro de la eficacia de filtración bacteriana (BFE).**

El procedimiento a seguir y el fundamento del método para la determinación de la eficacia de filtración bacteriana de las mascarillas se encuentra en el anexo 1.

Para realizar el cálculo y comprobar que la eficacia es mayor del 95% (para las mascarillas de tipo I) y mayor del 98% (para las de tipo II y IIR), se realiza la siguiente ecuación:

Cálculo de la eficacia de filtración bacteriana (BFE)

Para cada muestra de ensayo se calculará la eficacia de filtración bacteriana mediante la siguiente fórmula, obteniendo el resultado en tanto por ciento.

$$B = \frac{(C - T)}{C} \times 100$$

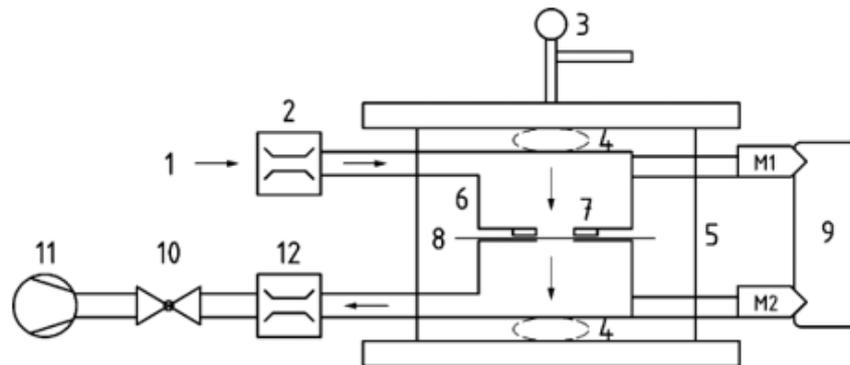
donde

C es la media de los recuentos de placas totales para las dos series experimentales de control positivo;

T es el recuento de placas total para la muestra de ensayo.

- **Método para determinación de la respirabilidad (presión diferencial).**

El procedimiento y fundamento del método explicados también en el anexo I, se resume en la siguiente imagen para el cálculo de la presión diferencial, que se corresponde con la determinación de respirabilidad:



Leyenda

1	Entrada de aire	7	Anillo metálico (espesor 3 mm)
2	Caudalímetro másico	8	Material del filtro
3	Palanca para la fijación mecánica	9	Manómetro diferencial o manómetros M1 y M2
4	Sistema para el ajuste final de la presión (ya sea en la parte superior o inferior)	10	Válvula
5	Sistema que garantiza la alineación óptima de las 2 partes del soporte de la muestra	11	Bomba de vacío incluyendo un tanque regulador de la presión
6	Soporte de la muestra con un mecanismo de sellado metálico	12	Caudalímetro másico para verificación de la ausencia de fugas (opcional)

Figura C.1 – Aparato de ensayo para medir la presión diferencial

Imagen tomada de la norma UNE-EN 14683:2019+AC

Para cada muestra de ensayo se calculará la presión diferencial de cada área ensayada de la manera siguiente:

$$\Delta P = \frac{P1 - P2}{4.9}$$

Donde

P1 es la presión (Pa) medida en el manómetro 1 de la figura C.1 anterior. Lado de presión inferior aplicada al material.

P2 es la presión (Pa) medida en el manómetro 2. Lado de presión superior aplicada al material.

4.9 es el área (cm²) del material de ensayo

ΔP es la diferencia de presión por cm² expresada en Pa.

Nótese que, si se utiliza un manómetro diferencial, la diferencia de presiones P1-P2 se obtiene directamente.

- **Limpieza microbiana.**

Se deberá comprobar como se explica en el anexo 1 que la limpieza microbiana (expresada en ufc/g) sea menor de 30 para los tres tipos de mascarilla.

- **Marcado, etiquetado y envasado**

Tras la homologación del producto, según marca el Reglamento de Productos Sanitarios de la UE 2017/745, en el envase en que se suministra la mascarilla debería indicar la información siguiente:

- a) número de esta norma europea;
- b) tipo de mascarilla.

Se deberían considerar las Normas EN ISO 15223-1:2016 y EN 1041:2008 + A1:2013.

Con esto terminamos el apartado de la normalización de las mascarillas. Quizá sea el apartado con mayor proyección de trabajo futuro, ya que no existían hasta la fecha numerosos diseños de mascarillas para fabricar con impresoras 3D, pero ante una situación pandémica, serían una gran alternativa y por ello será necesario trabajar en la creación y normalización de nuevos diseños.

A continuación, veremos dos de los diseños que se han desarrollado y ya se están vendiendo, pero para su normalización como mascarillas quirúrgicas se deberán realizar los ensayos que hemos visto y ver que cumplen los requisitos de funcionamiento.

2.1.2. Mascarilla Nanohack.

Una de las iniciativas más llamativas e interesantes es la que ha desarrollado la empresa chilena Copper 3D, que ha patentado una mascarilla antimicrobiana (figura 1), para que pudiese ser descargada e impresa en cualquier lugar del mundo. Ya se han descargado 15 millones de veces semanas más tarde de liberar la patente.



Figura 1

Esta mascarilla diseñada por Copper 3D, a la que le han dado el nombre de Nanohack, es reutilizable y reciclable.

Nanohack es un dispositivo basado en polímeros, se utiliza PLACTIVE (material basado en PLA) para la estructura monobloque y MDflex (material basado en TPU-poliuretano termoplástico) para imprimir el borde exterior.

PLACTIVE y MDflex son filamentos innovadores para impresión 3D. Su principal característica es que tienen un aditivo de nanocobre (con propiedades antimicrobianas). Estos materiales están científicamente validados y son altamente efectivos, pues eliminan más del 99.99% de hongos, virus, bacterias y una gran variedad de microorganismos.

El PLActive es imprimible en cualquier impresora 3D convencional que trabaje con FFF:

PLACTIVE es un nuevo nanocompuesto formado por PLA de alta calidad y un aditivo de nanopartículas de cobre (1-2%) con las avanzadas propiedades que se muestran a continuación:

- La acción antibacteriana consigue eliminar el 99.9% de los hongos, virus y una gran gama de microorganismos.
- Se han conseguido excelentes resultados en prótesis para amputados, aplicaciones médicas donde es esencial la eliminación de bacterias, como prótesis postoperatorias, equipos quirúrgicos y otras aplicaciones. Cuenta con las certificaciones ISO 10993-5:2009 (sin potencial citotóxico), ISO 10993-10:2010 (no irritación de piel y no reactividad

intracutánea) e ISO 10993-12:2012 (evaluación biológica de - equipos médicos).

- Este material mantiene las propiedades mecánicas del PLA.
- Presenta características de termoconformado que facilitan el post-procesado de las piezas realizadas.
- Este filamento es respetuoso con el medio ambiente y no produce residuos tóxicos.
- PACTIVE podría ser esterilizado con UCV, ozono, Ethox o lejía; pero no con calor seco o húmedo (autoclave) a causa del reblandecimiento del PLA a 55 °C (no el aditivo, que permanece estable hasta 990 °C).

Para mostrar al mundo el poder del PACTIVE, Copper3D ha enviado muestras de su producto a dos laboratorios de microbiología. Ambas instituciones confirman que las Unidades de Formación de Colonias (UFC) de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA) y *Escherichiacoli* (DH5 α), descienden drásticamente durante las 6 primeras horas de exposición al PACTIVE (>95%), eliminando también cepas bacterianas hasta el 98% en las 8 primeras horas y el 99.99% a partir de las 24 horas.

Las propiedades avanzadas antibacterianas del PACTIVE es ideal para todo el ecosistema médico: pacientes, hospitales, doctores, universidades; y fácil de imprimir para todo tipo de usuario de una impresora 3D FDM. Como ejemplo de aplicación sanitaria, el propio fabricante Copper3D ha publicado el diseño de una mascarilla para su impresión 3D FDM. (filament2print)

El PActive es un material fácil de conseguir, se suele vender en bobinas de 750 gramos y su precio es bastante mayor que el del PLA. El precio de la bobina ronda los 70€.

Es importante destacar que este material termoplástico es biodegradable, tardando en degradarse alrededor de 2 años.

Este material presenta grandes ventajas frente a otros para ser impreso en 3D, debido a que es muy fácil de trabajar, funde a baja temperatura (160 °C, temperatura de impresión 190°C) y no suele deformarse. La velocidad recomendada para imprimir este material es de 60 mm/s.

Algo similar sucede con el MDflex, también es un material compuesto de termoplástico TPU de alta calidad y un aditivo de nanocobre, para aportarle propiedades antimicrobianas.

Este material funde un poco más alto que el PLA y la temperatura de impresión ideal será de 210°C. Un inconveniente del TPU es que la velocidad de impresión no suele superar los 30 mm/s para garantizar el empuje del material adecuado de filamento durante la impresión.

En la propia página de Copper 3D apuntan que siguen mejorando el diseño y por el momento no recomiendan usarlo como un EPP (equipo de protección personal) regular, ni como una mascarilla N95, la que sería equivalente a la FFP2 que conocemos en Europa, y la que se recomienda al personal sanitario que pueda estar en contacto con el virus.

Esto se debe a que el diseño es reciente y todavía no se han homologado este tipo de mascarillas impresas en 3D, pero la iniciativa llevada a cabo por Copper 3D puede ser una estrategia efectiva y de bajo coste para ayudar a reducir la transmisión de enfermedades infecciosas mediante la limitación de la transmisión infecciosa nosocomial.

En el anexo I encontramos información adicional más detallada sobre las características técnicas de la Nanohack.

2.1.3. Semimáscara protectora CIIRC RP95-3D.

La empresa HP está movilizando su tecnología, experiencia y capacidad de producción para ayudar a productos necesarios en el esfuerzo por combatir la pandemia del Covid-19.

Para ello, facilita en su página web los elementos más necesarios, los cuales podremos fabricar siempre y cuando se disponga de una de sus impresoras.

Uno de estos productos es la semimáscara protectora CIIRC RP95-3D, que fue desarrollada por un equipo de investigación del Instituto Checo de Informática, Robótica y Cibernética CTU (CIIRC CTU) en Praga en una semana.



Figura 2

Es un dispositivo de protección personal, una media máscara, con un filtro P3 intercambiable que cumple con el más alto grado de protección. El conjunto consiste en el cuerpo de la máscara impresa en impresoras 3D especiales y un filtro externo certificado de acuerdo con la norma EN 140: 1999 y, por lo tanto, cumple con el mismo grado de protección o mayor que un respirador FFP3.

La media máscara CIIRC R95-3D está preparada para usarse en los entornos clínicos de mayor exposición y existe un procedimiento verificado para esterilizarla y desinfectarla para su uso repetido. Por lo tanto, es un dispositivo crítico para la protección de la vida de los médicos y otros trabajadores de primera línea que entran en contacto con personas sospechosas o que se ha demostrado que tienen COVID-19.

La media máscara se puede imprimir en 3D con la tecnología MJF (explicada en el Anexo IV). Está preparado para ser producido en máquinas HP MultiJet Fusion de los tipos 4200 y 5200.

La tecnología seleccionada garantiza características óptimas como flexibilidad, bajo peso e impermeabilidad, pero también biocompatibilidad.

La media máscara no está diseñada, preparada ni certificada para ser impresa en impresoras 3D utilizando otras tecnologías (FDM, SLS, SLA, DLP), por lo tanto, tampoco está diseñada para impresoras 3D domésticas.

Solo el cuerpo de la máscara está diseñado en 3D, las demás piezas deben ser suministradas.

Un equipo d HP Multi Jet Fusion puede fabricar hasta 60 cuerpos para esta semimáscara al día.

El material a utilizar en estos productos con la tecnología Multi Jet Fusion es el PA-12 (polvos de poliamida). La gran ventaja de este material es que tiene el grano muy fino, lo que permite obtener piezas con mayor densidad y menor porosidad. También permite un acabado superficial más detallado.

Además, la biocompatibilidad de este material permite la impresión de objetos para aplicaciones médicas.

La siguiente tabla resume las propiedades del PA-12:

Categoría	Medida	Valor
Propiedades generales	Densidad de las piezas	1,01 g/cm ³
Propiedades mecánicas	Resistencia a tensión, carga máxima - XY	48 MPa/6.960 psi
	Resistencia a tensión, carga máxima - Z	48 MPa/6.960 psi
	Coefficiente de tensión ⁴ - XY	1.700 MPa/245 ksi
	Coefficiente de tensión ⁴ - Z	1.800 MPa/260 ksi
	Elongación a la ruptura ⁴ - XY	20%
	Elongación a la ruptura ⁴ - Z	15%
Propiedades térmicas	Temperatura de deflexión del calor (a 0,45 MPa) - Z	175 °C
	Temperatura de deflexión del calor (a 1,82 MPa) - Z	95 °C

Tabla 1

Y, por último, resumimos las especificaciones técnicas para la óptima impresión de este material:

Precisión estándar	± 0,3 % (con un límite inferior a ± 0,2 mm)
Grosor de la capa	0,08 mm
Grosor mínimo de la pared	1 mm, aunque es posible incluir bisagras con un grosor de 0,5 mm
Mínimo detalle	0,25 mm
Dimensiones máximas de la pieza	256 x 340 x 360 mm (pedidos en línea y fuera en línea) No hay límites para las dimensiones, ya que los componentes pueden crearse con diferentes piezas.
Distancia mínima	0,4 mm entre las piezas que deben montarse 0,5 mm entre las piezas que deben entrelazarse
¿Piezas entrelazadas o encerradas?	Sí
Estructura de la superficie	Las piezas sin terminar suelen tener una superficie lisa, sin capas visibles y con un color gris piedra. Las piezas producidas mediante Multi Jet Fusion pueden pulirse con arena y colorearse o impregnarse.

Tabla 2

2.2. Viseras

Las viseras o pantallas faciales presentan diseños mucho más sencillos, por lo que estos elementos son más fáciles de fabricar por usuarios particulares de impresoras 3D que utilizan el método de FFF (fabricación por filamento fundido) y ha sido uno de los productos más fabricados en el territorio nacional.

Todos los diseños se basan en fabricar una diadema mediante fabricación aditiva y posteriormente colocar la pantalla facial.

Para la normalización de estos equipos hay que estudiar las características del producto a colocar sobre la diadema, generalmente PVC, acudiendo a la norma UNE-EN 166:2002 - Protectores oculares y faciales. Requisitos generales.

La norma EN 166 define los requisitos básicos que deben cumplir los protectores oculares, en lo relativo al campo visual, requisitos ópticos, solidez, resistencia al envejecimiento, corrosión e ignición.

Adicionalmente, en la norma UNE-EN 166:2002 se indican los requisitos que deben cumplir los protectores oculares y faciales frente a los siguientes riesgos:

- Resistencia al impacto.
- Protección contra líquidos.
- Protección contra el polvo grueso.
- Protección contra el polvo fino y gases.
- Arco eléctrico de cortocircuito.
- Metal fundido y sólidos candentes.

Cabe destacar de esta norma el punto 6, donde se establecen los requisitos de diseño y fabricación, especificando el tipo de materiales a usar (evitando aquellos que causen irritaciones en la piel).

Además, para las bandas de cabeza, cuando se empleen como elemento principal de sujeción, deben ser, como mínimo, de 10 mm de anchura en cualquier porción que entre en contacto con la cabeza del usuario. Deberán ser ajustables o auto-ajustables y no podrán tener aristas vivas o defectos que puedan causar molestias o heridas.

Para la asignación de requisitos y métodos de ensayo acudimos a las tablas siguientes, elaboradas a partir de las tablas 8 y 9 del punto 8 de la norma UNE-EN 166:2002.

La tabla 3 especifica los requisitos ópticos y ensayos aplicables a los oculares.

Requisito	De acuerdo con		Ocular sin efecto filtrante	Ensayo	
				De acuerdo con	
	EN	Apartado		EN	Apartado
Campo de visión	166	7.1.1	+	168	18
Potencias refractivas	166	7.1.2.1	+	167	3.1 y 3.2
Transmitancia	166	7.1.2.2.1	+	167	6
	169	4		167	6
	170	4		167	6
	171	4		167	6
	172	4.1		167	6
379	4.3.2/4.4.2		167	6	
Variación de la transmitancia	166	7.1.2.2.3		167	7
Difusión de la luz	166	7.1.2.3	+	167	4
Empañamiento	166	7.3.2	X	168	16
Reflectancia del ocular	166	7.3.3	X	167	8
Leyenda:					
+		Requisito especificado			
Casilla vacía		Requisito no especificado			
X		Requisito opcional			

Tabla 3 (Requisitos ópticos y ensayos aplicables a las pantallas faciales)

La tabla 4 especifica los requisitos mecánicos y ensayos aplicables a los oculares.

Requisito	De acuerdo con		Ocular sin efecto filtrante	Ensayo	
				De acuerdo con	
	EN	Apartado		EN	Apartado
Calidad del material y superficie	166	7.1.3	+	167	5
Solidez mínima	166	7.1.4.1		167	4
Solidez incrementada	166	7.1.4.2.1	+	168	3.1
Partículas a gran velocidad	166	7.2.2	X	168	9
Metales fundidos y sólidos candentes	166	7.2.3	X	168	10 y 11
Deterioro superficial por partículas finas	166	7.3.1	X	168	15
Partículas a gran velocidad a temperaturas ext	166	7.3.4	X	168	9
Leyenda:					
+		Requisito especificado			
Casilla vacía		Requisito no especificado			
X		Requisito opcional			

Tabla 4 (Propiedades mecánicas y ensayos a realizar a las pantallas faciales)

Y en la tabla 5, nos deberemos fijar para realizar los ensayos a las monturas impresas en 3D y monturas oculares completas:

Requisito	De acuerdo con		Monturas de uso general	Ensayo	
	EN	Apartado		De acuerdo con	
				EN	Apartado
Construcción y materiales	166	6.1 y 6.2	+	Por inspección visual y certificación del fabricante	
Bandas de cabeza	166	6.3	+	Por medición	
Campo de visión	166	7.1.1	+	168	18
Corrosión	166	7.1.6	+	168	8
Protección lateral	166	7.2.8	X	168	19
Marcado	166	9.3	+	Inspección visual	
Leyenda:					
+ Requisito especificado					
Casilla vacía Requisito no especificado					
X Requisito opcional					

Tabla 5 (Requisitos y ensayos para los conjuntos banda de cabeza-pantalla facial de uso general)

Ahora que conocemos la norma, las especificaciones técnicas, los requisitos y métodos de ensayo de estos productos, vamos a mencionar algunas de las iniciativas llevadas a cabo en España, viendo los similares diseños, lideradas en este caso por universidades y empresas.

En el anexo III se explican detalladamente algunas de las iniciativas surgidas en España para la fabricación de viseras. En concreto las llevadas a cabo por la Universidad Complutense de Madrid y la UNED de Barbastro.

Este tipo de iniciativas hace que cualquier usuario con una impresora 3D pueda fabricar estos diseños y conseguir grandes cantidades de viseras con ayuda de todo el que quiera colaborar. Los materiales a utilizar podrán ser los que se usan habitualmente para la fabricación por filamento fundido, PLA, ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), o PETG (tereftalato de polietileno mejorado con glicol), siempre teniendo en cuenta las características técnicas de estos tres materiales:

Propiedad	PLA	ABS	PETG
Precio(€/kg)	20-25	20-25	25-30
Tª fusión(°C)	200-215	220-240	230-250
Tª cama caliente(°C)	0-40	90-100	60-90
Ventilador de capa (%)	100	0	30-50
Densidad(g/cm3)	1,24	1,07	1,27
Facilidad impresión	Muy alta	Muy baja	Alta
Calidad impresión	Muy alta	Media	Alta
Resistencia	Alta	Media	Media-baja
Resistencia térmica(°C)	30	100	80

Tabla 6 (Comparativa de los tres materiales más utilizados para FFF)

El tiempo medio de producción de una visera de este tipo en una impresora común sería de 3 o 4 horas.

Por lo que en el anexo III también se ve otra iniciativa mucho más productiva, reduciendo los tiempos de producción, utilizando otra tecnología de impresión:

Al igual que para la fabricación de la media máscara mencionada anteriormente, HP ofrece el diseño de un protector facial imprimible en 3D desarrollado por AIDIMME (Instituto Tecnológico Metalmecánico, Mueble, Madera, Embalaje y Afines).

Para conseguir mayor efectividad y productividad se utiliza el método de MJF, ya mencionado en este trabajo (780 unidades diarias frente a un máximo de 10 que se podrían conseguir con una impresora común con FFF).

El material a utilizar, al igual que para las semimáscaras, es el PA 12, por lo que las condiciones de fabricación serán idénticas.

2.3. Adaptadores para respiradores

Conviene aclarar, inicialmente, que un respirador o ventilador es una máquina con una turbina interna que genera un flujo de aire a presión introducido en la vía aérea mediante un tubo y una mascarilla.

El mecanismo consiste en introducir (inspiración) y sacar aire de los pulmones (expiración) a unos intervalos (frecuencia respiratoria) y en unas cantidades previamente determinadas. El objetivo es poder llevar el oxígeno a las células, sustituyendo o asistiendo parcialmente la respiración normal del paciente.

Un ventilador mecánico es una máquina que ayuda a respirar cuando una persona con insuficiencia respiratoria no puede respirar por sus propios medios. Por ejemplo, si se encuentra en estado comatoso o bajo sedación, presenta afectación pulmonar como es el caso de los pacientes de COVID-19 ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) de un hospital o por cualquier otra razón que le impida respirar con normalidad y de forma autónoma.

Además, hay muchos pacientes que necesitan un ventilador, durante un tiempo prolongado, ya sea en una unidad común de un hospital, centro de rehabilitación o en su propio domicilio.

Como se indica en el Anexo V del presente documento:

los respiradores mecánicos son equipos invasivos muy precisos y complejos, diseñados para su utilización en el soporte vital de un paciente que está en una situación crítica. Su diseño y funcionalidad debe garantizar, además de cumplir con su función original, que su utilización no comprometa el estado clínico o la seguridad de los pacientes, ni la seguridad y la salud de los usuarios. Al igual que en el resto de los países de la Unión Europea, para comercializar estos dispositivos en España, éstos tienen que estar provistos del marcado CE, distintivo que declara la conformidad del producto con los requisitos de seguridad, eficacia y calidad establecidos en la legislación.

La crisis sanitaria de la COVID-19 está suponiendo un elevado y creciente número de pacientes que precisan soporte ventilatorio invasivo en las Unidades de Cuidados Intensivos. Esta situación sin precedentes genera una necesidad de ventiladores mecánicos por encima de la disponibilidad habitual. La AEMPS (Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios) ha recibido varias propuestas de desarrollos de prototipos de respiradores/ventiladores. Para posibilitar su uso en condiciones de seguridad y así poder agilizar su disponibilidad en centros hospitalarios, la AEMPS ha elaborado un documento indicando la documentación técnica y pruebas mínimas que tienen que

realizarse en estos productos antes de su utilización en pacientes.
(AEMPS, 2020).

A nivel internacional, los equipos electromédicos, ventiladores mecánicos entre ellos, deben cumplir los requisitos generales de seguridad según la Norma IEC 60601-1 y las normas particulares de la Serie IEC 60601. La IEC 60601 es una serie de normas técnicas que garantizan la seguridad y las prestaciones esenciales de los equipos electromédicos. La IEC 60601-1:2005 se ocupa de los requisitos sobre la seguridad básica y sobre las prestaciones esenciales referidas a equipos electromédicos, y sirve para garantizar que ningún fallo eléctrico, mecánico o funcional conlleve un riesgo inaceptable para pacientes y operadores.

Conocida la situación y necesidad de estos equipos, en este trabajo nos ceñiremos a evaluar las iniciativas surgidas para fabricar adaptadores para estos equipos de respiración, que permiten optimizar el uso de los respiradores, haciendo que una máquina sirva de utilidad para más de un paciente.

Primero, veremos el diseño de los adaptadores realizado por la empresa gallega Lupeon:

Sus dispositivos permiten la conexión de dos o tres pacientes de Covid-19 a una misma máquina. Están probándose en distintos hospitales gallegos.

La ingeniería especializada en fabricación aditiva y su logística Dativic han fabricado con tecnología de impresión 3D adaptadores bifurcadores y trifurcadores que, conectados directamente al respirador, permiten que una sola máquina preste asistencia a dos o tres pacientes de Covid-19.

Los adaptadores se han fabricado con material biocompatible con validación UNE para utillaje quirúrgico y su desarrollo se ha basado en artículos científicos de la Universidad de Detroit del año 2006, según explica Luis Mandayo, el director general de la empresa con sede en Porto do Molle (Nigrán, Pontevedra).

Dativic se ha encargado del acopio de material y asumirá más tarde la logística de los adaptadores que ya se están probando en varios

centros hospitalarios de Galicia a la espera de que reciban validación "en los próximos días", según indicó el secretario general de Asime, Enrique Mallón.

El proyecto solidario se ha desarrollado dentro de la Plataforma Galicia-EscudoCovid19, impulsada por la Asociación de Industrias Metalúrgicas de Galicia y la Universidad de Vigo que, en esta ocasión, ha colaborado a través del centro Cintecx. (Expansión, 2020)

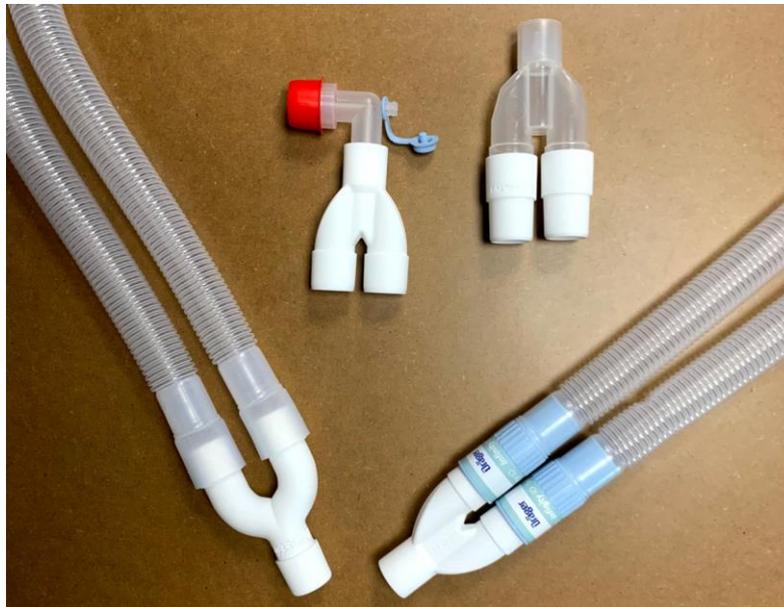


Figura 3 (Adaptadores fabricados por Lupeon)

Otro interesante diseño, es el diseñado por Luis Miguel Peñalver Barba en Alcalá de Henares. El diseño del adaptador se basa en una pieza conectora que ensambla todos los elementos necesarios que constituyen un respirador y adaptarlo al paciente. El periódico de Alcalá Hoy refleja el funcionamiento de esta iniciativa:

En palabras técnicas, explicadas en un vídeo del Hospital Príncipe de Asturias, este "Conector sistema respiratorio con bolsa de reservorio y freno espiratorio tiene indicaciones para casos de hipoxemia refractaria a oxigenoterapia convencional en urgencias y hospitalización".

El ingeniero de la nueva pieza conectora que ensambla todas las partes de estos respiradores es *Luis Miguel Peñalver Barba*. Ha participado el director del laboratorio Little Devices del MIT de Boston y fundador del sistema MakerHealth, *José Gómez Márquez*. El proyecto cuenta con la supervisión del médico intensivista, jefe jubilado de la UCI del Hospital Príncipe de Asturias, *José Andrés Cambronero Galache*.



Figura 4

La pieza está diseñada por personal de enfermería de la UCI *Pedro Alonso, Eduardo Aparicio, Ángel Muñoz* y el médico intensivista *Santiago Rogero*. La empresa EINSA ha fabricado los prototipos y el equipo de 3D Printing de HP de San Cugat se está encargando de la producción en cadena.

Aparte de esta nueva pieza, el resto del material para crear estos respiradores se encuentra en los hospitales en grandes cantidades por lo que hace que estos nuevos aparatos sean tremendamente sencillos y baratos de construir.

Este sistema ya se ha probado con 40 pacientes del Hospital de Alcalá y otros del Corredor del Henares con saturaciones en torno a 70%

que alcanzan cifras de hasta el 90% por lo que su eficacia está más que probada.

Además, la Agencia Española del Medicamento ha autorizado el producto del que ya se han fabricado 200 unidades para el Hospital Príncipe de Asturias. Hewlett Packard puede llegar a hacer 10.000 unidades en una semana.

El objetivo es, sigue la publicación del Hospital, “Conectar materiales universales disponibles en todos los hospitales para administrar una oxigenoterapia avanzada simulando una cpap con bolsa de reserovrio”.

Los materiales, excepto la pieza diseñada por los diseñadores alcalaínos, se encuentran en cualquier hospital en grandes cantidades y son “Alargadora de oxígeno, mascarilla tipo ventimask o aerosoles (que sustituirían a la famosa máscara subacuática de Decathlon), filtro antibacteriano, válvula de PEEP, balón que hay en los set de tubuladoras de doble rama en anestesia y UCI y conexión en cruz (esta última es la pieza diseñada en Alcalá). (AlcalaHoy, 2020)



Figura 5 : CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) Mask Cross-connector

Esta pieza también debe ser impresa con la tecnología Multi Jet Fusion.

2.4. Aperturas de puertas sin manos

Las manivelas de las puertas son de los objetos más infectados, principalmente en hospitales donde está presente el virus, ya que es un elemento que entra en contacto directo tanto con el personal sanitario como con los pacientes y visitantes de los hospitales. Por eso la importancia de estos elementos para reducir la propagación del virus. Un simple diseño que ayuda enormemente a frenar el ascenso de número de contagios.

Existen diversos sistemas que permiten la apertura de puertas sin manos, como lo son el reconocimiento facial o el lector biométrico de iris, pero en cuanto a lo relacionado con la impresión 3D, los sistemas son puramente mecánicos, pudiendo diferenciar claramente dos tipos: aquellos en los que el sistema se encuentra amarrado a la manivela de la puerta (figura 6), y aquellos en los que el usuario lleva consigo el aparato (figura 7).



Figura 6 (Abridor sujeto a la manivela)



Figura 7 (Elemento portable para abrir puertas)

Ambos diseños de las imágenes pertenecen a productos desarrollados por Materialise, empresa con una de las instalaciones de impresión 3D más grandes y completas del mundo. En tan sólo 24 horas, han podido crear, probar y validar un adaptador de puerta para evitar el contacto con las manetas.

Materialise está compartiendo un archivo de diseño gratuito para todo el mundo para imprimir un adaptador para las puertas impreso en 3D para evitar utilizar las manos para abrir las puertas y por lo tanto dejar las manos libres. Este adaptador es fácil de usar e instalar, que no requiere de agujeros ni de reemplazo la maneta de nuestra puerta. Configurarlos es simple: todo lo que tenemos que hacer es sujetar dos piezas impresas en 3D con cuatro tornillos sobre su actual maneta.

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.

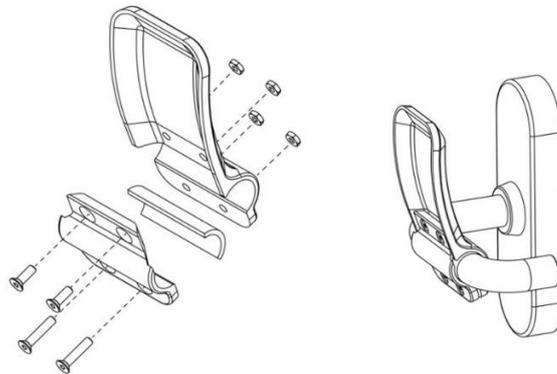


Figura 8

En la página web de Materialise (materialise.com) facilitan los archivos de diseño, que se pueden descargar gratis y están disponibles en los formatos STEP, STL y X_T. Son aplicables para las tecnologías Multi Jet Fusion (MJF), Laser Sintering (SLS) o Fused Deposition Modeling (FDM).

Además, aportan instrucciones de impresión y características técnicas de sus productos. Estos diseños de adaptadores para manivelas pueden ser impresos con materiales comunes para impresoras 3D caseras como el PLA o el ABS.

Han diseñado varios tipos que varían en función del tamaño y forma de la manivela y el peso de la puerta, como se puede observar en las figuras 9, 10, 11 y 12.

Las figuras 9 y 11 se corresponderían con diseños para colocar en puertas más pesadas de lo habitual, y las figuras 10 y 12 serán ideales para puertas de peso medio, como las de uso doméstico.



Figura 9 (Para puertas con peso superior al promedio)



Figura 10 (Para puertas de peso medio, uso doméstico)

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



Figura 11 (Para puertas con peso superior al promedio)



Figura 12 (Para puertas de peso medio, uso doméstico)

El otro diseño, también realizado por Materialise, también es accesible de manera gratuita para descargar e imprimir. Este diseño requiere que el usuario disponga del elemento (fácilmente portable) y lo utilice para abrir las puertas sin entrar en contacto con la manivela como se aprecia en las figuras 13 y 14.



Figura 13



Figura 14

Esta herramienta de apertura de puerta es reutilizable, pero debe tenerse en cuenta que la sección que está en contacto con la manija de la puerta podría contaminarse después de su uso. Por lo tanto, se recomienda sostener siempre la herramienta por el mango, para evitar tocar la sección contaminada.

2.5. Otros accesorios de uso personal complementarios a los EPIs

Ya se han visto los accesorios más útiles y que más se han fabricado mediante distintas tecnologías de impresión 3D.

Para finalizar este apartado, veremos algún otro diseño, que, sin ser imprescindible, sirve para garantizar una mayor comodidad al personal sanitario, como son las cubiertas de muñeca o los marcos para optimizar el sellado de las mascarillas. Ambos diseños disponibles en la página web de HP (de la cual ya hemos comentado varios prototipos) para imprimir en alguno de sus equipos de impresión 3D con la tecnología HP Jet Fusion, que nos permitirá producir grandes series de productos fabricados en PA-12.

2.5.1. Cubiertas de muñeca

Actualmente, parte del personal del hospital necesita usar dos guantes para cubrir completamente la parte de sus brazos que podría quedar expuesta entre el extremo de una manga de bata de laboratorio y el extremo de un guante: un guante interior para cerrar el extremo de la manga de la bata de laboratorio y luego un guante desechable encima del guante interior. Este dispositivo de cubierta de muñeca esterilizable se diseñó en base a los comentarios del personal del hospital, que buscaba una forma de cubrir la piel expuesta de su brazo, al tiempo que minimizaba la cantidad de guantes que se usan innecesariamente, ya que actualmente son escasos.

En las instrucciones del producto destacan que este dispositivo no reemplaza el EPP, sino que se debe usar siempre encima del equipo de protección homologado.



Figura 15



Figura 16

Con uno de los equipos HP Jet Fusion 5200 y 4200 se pueden fabricar 84 juegos de muñequeras en una sola serie.

2.5.2. Marco para el sellado de mascarillas

Otra iniciativa fabricada por impresión 3D es un marco personalizado contorneado a la forma específica de la cara del usuario para optimizar el sellado periférico de máscaras quirúrgicas o similares a la cara. El marco se ajusta a la geometría facial de una persona y se genera automáticamente a partir de un escaneo facial 3D con la aplicación Bellus3D Face o la aplicación Dental Pro Apple iOS para Apple iPhone X, iPhone 11 o iPad Pro con capacidad FaceID.

La Facultad de Odontología de la Universidad de Loma Linda ha trabajado con Bellus3D en el desarrollo y las pruebas del Ajustador de Máscaras y descubrió que mejora el sello periférico de una máscara:

Si tiene una impresora 3D, puede imprimir el ajustador de máscara usted mismo utilizando la aplicación Bellus3D. Necesitará un dispositivo iOS compatible para realizar el escaneo facial.

La impresión 3D del ajustador de máscara requiere materiales como el PLA. (Bellus3D, 2020)

3. USO E INSTALACION DE CAMARAS TERMOGRAFICAS EN HOSPITALES

Las aplicaciones de visión artificial en el sector sanitario abren un mundo de posibilidades que favorecen a muchos sectores relacionados con este ámbito.

Una de estas aplicaciones de visión artificial más desarrolladas en los últimos años es la termografía médica, enfocada a la medición de la temperatura corporal.

Una cámara termográfica es una cámara que muestra en pantalla una imagen de la radiación calorífica que emite un cuerpo.

Todos los cuerpos por encima del cero absoluto (-273°C) emiten radiación infrarroja (calor), pero que es invisible a simple vista. Su rango en el espectro electromagnético se sitúa entre la luz visible y la radiación de microondas. En concreto, la longitud de onda de los infrarrojos se sitúa entre las 0,7 y las 1000 micras. Dentro de este amplio margen, las cámaras térmicas trabajan en un rango conocido como infrarrojo térmico, que es donde se encuentran las temperaturas más habituales en la superficie terrestre, entre las 8 y las 14 micras, que equivale aproximadamente entre los -20 y los 350°C . Dispone de un sensor térmico llamado microbolómetro, que al recibir esta radiación infrarroja se calienta y cambia su resistencia eléctrica. Este parámetro se mide y se equipara a una determinada temperatura corporal, que, al asignarle un color llamativo, crea esa imagen coloreada que es lo que vemos en la pantalla que actúa de receptor.

Los seres humanos, como isotérmicos, tenemos una temperatura óptima de funcionamiento independiente de las condiciones ambientales, por lo que establecemos la temperatura normotérmica, como aquella que tiene una persona sana, y que varía entre los 36°C y los $37, 8^{\circ}$.

Por eso, los primeros síntomas de la fiebre se pueden apreciar en la subida de la temperatura en la cabeza, lo que ayuda a la utilización de la tecnología termográfica por medirse en una zona del cuerpo en la que no tiene que atravesar ni tejidos ni materiales.

La termografía infrarroja (IR) proporciona un mapa visual de la temperatura de la piel en tiempo real. Además, las cámaras IR son dispositivos muy sensibles. Disponen de compensador automático de temperatura (ATC) y una alta calidad de componentes y ópticas, con gran uniformidad de pixels del FPA (Matriz de plano focal).

Los requisitos de las cámaras termográficas para una aplicación industrial no son los mismos que los requeridos en el control de temperatura corporal, por ello estos aparatos deberán tener la certificación ISO 13485 de dispositivos médicos y cumplir con la norma UNE-EN 80601-2-59 (Requisitos particulares para la seguridad básica y

funcionamiento esencial de los termógrafos de exploración para la detección de la temperatura humana febril).

INFAIMON nos informa sobre muchas de las utilidades médicas que tienen estos productos:

Las aplicaciones de visión artificial para realizar esta técnica de exploración y diagnóstico suelen ser muy bien recibidas en el ámbito sanitario, ya que también es un método no invasivo, que no produce dolor al paciente y, sobre todo, que no lo expone a radiación.

Esto la convierte en el sistema ideal para enfermedades musculares o localización de lesiones. También es la herramienta ideal para identificar patologías relacionadas con el sistema linfático y circulatorio, ya que las inflamaciones o la retención de líquidos provocan una variación de la temperatura corporal que puede ser identificada y analizada por estas cámaras de visión artificial.

Su alta efectividad como herramienta de exploración convierte a la termografía médica en una de las técnicas de diagnóstico esenciales para la detección y control del cáncer de mama. Esto se debe a que las cámaras inteligentes permiten detectar anomalías y emplear sistemas que provocan menos molestias y trastornos físicos a las pacientes.

Por tanto, la termografía médica a través de cámaras de visión artificial está consolidada como una de las técnicas más recurrentes para la detección de tumoraciones y el seguimiento del estado de pacientes con cáncer. (INFAIMON, 2019)

Además de todas estas utilidades, la termografía médica permite evaluar de una forma rápida y precisa la temperatura corporal, algo muy necesario en estos momentos, ya que la fiebre es uno de los síntomas más destacables que provoca el Covid-19.

Sus principales ventajas frente a otros sistemas de medición de temperatura son las siguientes:

- Puede realizar la medición sin un contacto directo con el sujeto (muy eficaz para evitar la propagación del virus).
- Largo alcance de medición.
- Detección en pocos segundos de la temperatura.
- Puede realizar la detección en varias personas al mismo tiempo (según el tipo de equipo).
- Alerta inmediata ante una detección.

Ya en España, ante la crisis del Coronavirus, se han instalado algunos de estos equipos, tanto para la evaluación de la fiebre en pacientes con la adquisición de cámaras manuales, como para la evaluación de la temperatura corporal a toda persona que acceda a los hospitales, con instalaciones de control de temperatura automáticos.

En el anexo VI se ve una de las iniciativas más importantes llevadas a cabo en España en cuanto al tema tratado. La instalación del sistema automatizado con control de temperatura corporal del hospital de Ifema de Madrid.

En este mismo anexo VI, se explica también la importancia de las cámaras térmicas portátiles, tomando como referencia la empresa By Demes, pionera en estos equipos.

Una vez vista la importancia que tienen las cámaras térmicas en el sector médico, y más ante una pandemia, finalizamos esta sección. En el último apartado, donde hablaremos sobre el equipamiento necesario en centros hospitalarios, trataremos la viabilidad de adquisición e instalación de estos equipos.

4. METODOS DE DESINFECCION Y ESTERILIZACION DE EQUIPOS

Los métodos habituales de desinfección y esterilización en los hospitales ya están muy estandarizados y centralizados para garantizar la mayor eficacia posible, siguiendo las indicaciones de la OMS (Organización mundial de la Salud) y el ministerio de sanidad.

Pero ante la crisis del coronavirus han surgido otros equipos y métodos complementarios a estos que pretenden frenar la propagación del virus.

Estos métodos se basan en la utilización de Ozono para desinfectar todo tipo de equipos:

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) mediante un documento ha descrito que el ozono es el desinfectante más eficaz para todo tipo de microorganismos.
- La OMS detalla que, con concentraciones de ozono de 0,1-0,2 mg/L.min, se consigue una inactivación del 99% de rotavirus y poliovirus, pertenecientes al mismo Grupo IV de los Coronavirus.
- El empleo de ozono para la desinfección de aire y superficies resulta mucho más recomendable que el uso de otros desinfectantes por su rápida descomposición; no deja residuos peligrosos

Por lo que ya hay empresas en España dispuestas a realizar instalaciones con generadores de Ozono para la desinfección de equipos. Así lo describe la empresa Asepsia:

La eficacia y seguridad del uso del ozono como biocida depende de su correcta aplicación, por lo que el tratamiento de desinfección deber ser garantizado por empresas especializadas y profesionales altamente cualificados.

Las empresas responsables de la desinfección deben, necesariamente, realizar una auditoría previa, definir y garantizar el protocolo más adecuado, así como llevar a cabo un control técnico posterior con analíticas y verificación de resultados.

Es preciso resaltar que las empresas de desinfección con ozono deben cumplir con los requerimientos legales marcados en el

Reglamento Europeo 528/2012 relativo a la comercialización y el uso de los biocidas (BPR); pudiendo poner a disposición del cliente, en consecuencia, el formulario de notificación en el Ministerio de Sanidad y el certificado de propiedad de dossier de biocidas o LoA (carta de acceso).

ASP Asepsia es una empresa registrada en Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Biocidas con el nº 365-CM-SR. Como fabricante de equipos y prestadora de servicios de ozono satisface todos los requisitos normativos, en particular, los contemplados en el del RD 1054/2002 y el Reglamento Europeo BPR; siendo miembro de la EUOTA (European Ozone Trade Association). También es empresa asociada de la AMED (Asociación Madrileña de Empresas de Desinfección). Por otro lado, ASP Asepsia cuenta con el certificado de calidad ISO 9001, y está adherida a Confianza Online. (AspOzono, 2020)

5. PROPUESTA DEL EQUIPAMIENTO NECESARIO DEL QUE DEBERIA DOTARSE UN HOSPITAL

En este último apartado, vamos a analizar el equipamiento habitual del que dispone un hospital actualmente en cuanto al tema tratado a lo largo de todo el trabajo, y veremos cuales pueden ser las mejoras a llevar a cabo y la posible implantación de nuevas tecnologías para marcar los primeros pasos hacia el Hospital 4.0.

Estas nuevas iniciativas, además de ser útiles en el transcurso habitual de un hospital, serán altamente eficaces para ayudar ante una crisis sanitaria originada por una pandemia como la sufrida a causa del Covid-19, pretendiendo que el mayor equipamiento posible pueda ser abastecido desde los propios hospitales, para no depender de la cadena de producción en otros lugares o incluso de donaciones externas como ha ocurrido en muchos casos.

5.1. Instalación de impresoras 3D.

Desde la dirección del Hospital Clínic de Barcelona han redactado un artículo relatando la experiencia de la crisis sanitaria originada en los primeros meses de pandemia y la gestión y liderazgo de los servicios de enfermería. En el propio artículo señalan la falta de suministro de EPIs como un desafío desde la experiencia:

Desafíos y retos de la experiencia

A causa de la creciente demanda de camas de hospital en Barcelona, muchos pacientes han sido trasladados a instalaciones asistenciales cercanas. El suministro de EPIs, en particular mascarillas, batas de manga larga, protección ocular y guantes adecuados se ha racionalizado dando la máxima optimización, y siendo el abastecimiento de EPIs uno de los grandes retos dado la escasez de los mismos. Bajo una gran presión asistencial, los gestores de enfermería han modificado una gran cantidad de procesos en los servicios de urgencias, hospitalización convencional, semi-críticos y críticos aumentando significativamente el número de camas en cuidados intensivos hasta casi triplicar su capacidad. (Enfermería Clínica, 2020).

Por ello, sería de gran ayuda disponer de un equipamiento de fabricación aditiva potente para fabricar estos EPIs en grandes series, además de otros productos.

Actualmente, muchos de los hospitales españoles ya disponen de impresoras 3D. Ejemplo de ello son el Hospital Regional Universitario de Málaga o el Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza.

Estos hospitales utilizan esta tecnología principalmente para avanzar en campos como la seguridad y el mantenimiento del equipamiento hospitalario.

Desde noviembre de 2017, el Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza cuenta, entre sus numerosos equipos, con una DT600 de Dynamical Tools. Una impresora 3D que, en palabras del director de seguridad del hospital, José Ramón Vera, “puede ser muy rentable para el mantenimiento de centros sanitarios”.

Allí, empezaron a ver que tenían “necesidad de ciertas piezas que podían realizarse con la impresión 3D” y decidieron sumarse al cambio que propone la incorporación de este tipo de tecnología. Un proceso que, si bien no es fácil para aquellos que no están familiarizados, supone “un gran avance y unas altas cotas de rentabilidad”. (...)

Desde su incorporación, no han dejado de dar servicio a numerosos departamentos, desde dar soporte a equipos de electromedicina, hasta llegar a desarrollar un pulsador del que José Ramón se muestra tremendamente orgulloso. Un pulsador compuesto por un botón táctil de un ascensor unido a una pieza impresa junto con una placa mecánica, que conforma un gran avance para las llamadas que un paciente con una movilidad muy reducida tenga que hacer al equipo de enfermería, adaptando dicho pulsador a alguna de las partes que el paciente pueda mover.

“Llegará un momento en el que, ojalá, todos los servicios y todos los sectores de los hospitales de Zaragoza nos demanden piezas y

necesitemos más impresoras, incluso otras tecnologías y otros tipos de fabricación” dice el director de seguridad. (AragonIndustria4.0, 2017)

Este informe demuestra la utilidad actual de la impresión 3D en hospitales.

La impresora Dynamical Tools 600 (ficha técnica en anexo VII) utilizada en el hospital de Zaragoza, trabaja 24 horas al día y trabaja mediante el procedimiento FDM (fusion deposition material), también llamado FFF (fabricación por filamento fundido).

Teniendo en cuenta que también la mayoría de los hospitales que utilizan impresoras 3D, trabajan con FDM, sería un gran avance disponer de una impresora HP Multi Jet Fusion (tecnología que optimiza la producción y agiliza el flujo de trabajo e impresión de una forma rentable y económica), y así tener un abanico más amplio de posibilidades a la hora de investigar y ayudar tanto en aspectos sanitarios como de seguridad o mantenimiento.

Una impresora HP Multi Jet Fusion 5200 (ficha técnica en anexo VIII), tiene una velocidad de producción de 5058 cm³/h, con lo que se podría conseguir una media de 70 mascarillas reutilizables equivalentes a la FFP3 al día.

En ese mismo tiempo, también se podrían construir 780 soportes para viseras de protección facial y 1400 adaptadores para respiradores.

Teniendo en cuenta que los grandes hospitales españoles disponen de alrededor de 2500 profesionales, se podrían fabricar los elementos mencionados necesarios (teniendo como prioridad las mascarillas debido a su importancia y escasez), en 7 días, con 5 impresoras trabajando a tiempo completo.

El presupuesto de estos grandes hospitales públicos ronda los 400 millones de euros anuales, y cada uno de los potentes equipos de impresión en función del modelo, actualmente oscila entre los 20.000 y los 40.000€.

Por lo que la adquisición de las 5 impresoras industriales sería una gran inversión a largo plazo que supondría alrededor del 0.5% del presupuesto del hospital.

Una iniciativa parecida ya se ha puesto en marcha en París, donde han instalado 60 impresoras en un hospital para hacer frente a la crisis sanitaria:

Unas 60 impresoras 3D instaladas en el Hospital Cochin, en la capital francesa, empezarán pronto a producir equipamiento para los médicos, asegura un comunicado de las autoridades de salud de París, publicado este miércoles. En primer lugar, la producción dentro del

proyecto '3D COVID' estará enfocada en objetos que se han hecho escasos durante el brote del coronavirus.

Entre esos artículos se incluirán viseras de protección para la cara, válvulas para ventiladores, equipamiento para la intubación de las personas con problemas de respiración y otros objetos solicitados por los médicos. El hospital está trabajando con las autoridades para garantizar la calidad de los productos y asegurar que puedan ser utilizados en los tratamientos.

El doctor Roman Hossein Khonsari, uno de los iniciadores del proyecto, estima que el centro instalado en el Hospital Cochin podría elaborar "de 300 objetos por día a 3.000 por semana", dependiendo de la complejidad de cada producto, reseñan los medios locales.

(RTActualidad, 2020)



Figura 17

Con esto concluimos que un adecuado equipamiento de impresoras 3D en un hospital sería una gran inversión con vistas a futuro, ya que estaría a disposición de todo el personal del hospital para avanzar a gran escala en campos como la investigación, la medicina, el mantenimiento o la seguridad.

Además, ante una pandemia de magnitud similar a la del Covid-19, un hospital tendría los medios necesarios para autoabastecerse prácticamente el 100% de los EPIs necesarios para sus trabajadores.

5.2. Instalación de cámaras termográficas.

Además de los equipos de impresión, otras tecnologías serían de gran ayuda para optimizar el rendimiento de los hospitales. Es el caso de la instalación de cámaras termográficas para detectar la temperatura tanto en pacientes como en personal sanitario.

Lo ideal será instalar uno de estos equipos en cada uno de los accesos principales de cada centro hospitalario para medir la fiebre. Ante la pandemia del Covid-19 es uno de los procedimientos más efectivos para evitar contagios de forma indirecta, ya que la fiebre es uno de los síntomas más destacables de este virus.

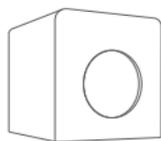
Muchas empresas ofrecen el servicio de instalación de estos equipos, que además del sistema de medición de temperaturas, permiten gestionar los accesos del personal con reconocimiento facial o con la palma de la mano. En este caso, sería preferible el reconocimiento facial para evitar el contacto con los dispositivos.

La implantación de un sistema automatizado que permita controlar los accesos y haga que salte una alarma en caso de detectar una persona que supere la temperatura fijada puede ser de gran utilidad.

Un ejemplo de estos sistemas automatizados son los que desarrolla la empresa PROMAX. Son sistemas fijos de medida de temperatura corporal elevada (TCE) y están diseñados para el control de accesos de personas a recintos públicos o privados. El sistema reconoce los rostros, toma su temperatura y activa una alarma cuando sobrepasa los límites establecidos. Es una solución completa ideal para un seguimiento continuo y control de epidemias como el COVID-19.

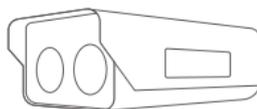
Estos sistemas constan básicamente de 3 componentes principales, como vemos en la figura 18:

COMPONENTES DEL SISTEMA



Módulo Blackbody

Dispositivo calibrador térmico que emite una temperatura estable de un valor configurable. Se instala en el campo de visión de la cámara para que el sistema se mantenga calibrado en todo momento usando esa temperatura como referencia.



Cámara termográfica + CCD

El sensor térmico toma la temperatura de los objetos en su campo de visión y el sensor de imagen visible (CCD) permite la detección de los rostros. El uso combinado de ambos sensores permite hacer el seguimiento individual de los sujetos.



Software de control

La cámara termográfica se conecta a través de Ethernet a un PC (no incluido) y mediante el software de control se detectan los rostros, se analiza la temperatura corporal de cada sujeto, se establece la máxima temperatura corporal admisible y se ejecutan alarmas configurables.

Figura 18 (Componentes de sistema de control de temperatura por termografía)

El sistema es autónomo. Se realiza un seguimiento individual de los sujetos en el ámbito de visión de la cámara termográfica y se activan alarmas cuando su temperatura corporal está fuera del rango admisible.

El elemento calibrador Blackbody permite realizar una calibración constante al sistema de medición, otorgando una exactitud en la medida constante y con una precisión no superior a $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$. El Blackbody necesita de 20 a 30 minutos para estabilizarse y emitir una radiación infrarroja a temperatura constante.

La siguiente tabla muestra las especificaciones de las cámaras termográficas a instalar en estos sistemas:

ESPECIFICACIONES	IR-198 - CÁMARA TERMOGRÁFICA PARA TCE (*) DE ALTA RESOLUCIÓN	IR-199 - CÁMARA TERMOGRÁFICA PARA TCE (*) DE MUY ALTA RESOLUCIÓN
SENSOR TÉRMICO	384x288	640x480
GESTIÓN DE IMAGEN		
Distancia de medida	De 3 a 10 metros	De 3 a 10 metros
¿Monitoriza varias personas a la vez?	Sí	Sí
Autocalibración de cuerpo negro (<i>Blackbody</i>)	Sí	Sí
Grabación de vídeo continua	Sí	Sí
Campo de visión (FOV)	25° x 19°	34° x 26°
Distancia focal	18 mm	18 mm
Sensibilidad térmica	$\leq 0,06^{\circ}\text{C}$	$\leq 0,06^{\circ}\text{C}$
Precisión	$\leq \pm 0,3^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 0,3^{\circ}\text{C}$
Margen de temperatura	De 20 a 50 °C	De 20 a 50 °C
Temperatura de funcionamiento	De 0 a 40 °C	De 0 a 40 °C
Cámara CCD integrada	1920x1080	1920x1080
CARACTERÍSTICAS		
Accesorios incluidos	Cámara térmica, <i>Blackbody</i> Cable para conexión Ethernet, Alimentador	Cámara térmica, <i>Blackbody</i> , Cable para conexión Ethernet, Alimentador

Tabla 7 (Especificaciones técnicas de las cámaras ofrecidas por PROMAX)

Una vez que esté en función el sistema de medición de temperatura corporal, es posible visualizar el paso de las personas en tiempo real, en visión térmica u óptica. Es posible realizar capturas de pantalla, almacenar y visualizar los eventos con temperaturas excesivas que se han producido, con un pop-up de alarma en caso de que detecte una persona con fiebre.

Estos eventos están filtrados por el “face-detection”, que permite eliminar la detección de muchas falsas alarmas. Es decir, si por ejemplo una determinada persona tiene en la mano un vaso de Té caliente a una temperatura de más o menos 40°C, la cámara termográfica enfocará y medirá la temperatura de la cara de la persona, dejando de lado el vaso caliente que será percibido por el objetivo térmico.

Hasta ahora se ha comentado el uso de cámaras térmicas fijas para la detección de temperatura en zonas comunes, pero también existen cámaras portátiles que pueden ser de gran ayuda para evaluar pacientes.

Aclaremos los tipos de termómetros utilizados actualmente en hospitales, según Essenziale:

Existen varios tipos de termómetros, y los que son usados por los médicos generalmente son los de mercurio y los termómetros digitales; estos se usan para vigilar constantemente la temperatura corporal de sus pacientes y ver si presentan fiebre, para estudiar las causas de la misma y asegurarles a estos pacientes su bienestar y salud.

Cuando hay fiebre en estos pacientes, podría significar que el cuerpo se encuentra combatiendo alguna enfermedad, algún virus, bacteria o infección, y durante al menos tres días los especialistas deben vigilar la temperatura con estos termómetros clínicos que son muy precisos, algunos prefieren los tradicionales de mercurio, temen a los avances tecnológicos, por lo que deben tener paciencia para poder medir la temperatura en personas que no deseen colaborar con esto, mientras que hay termómetros con detección de infrarrojo que se usan para medir la temperatura del oído o de la frente y los resultados son mucho más rápidos. (Essenziale, 2020)

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.

Por tanto, el uso de cámaras térmicas portátiles podría sustituir a los primeros termómetros (los de mercurio y los digitales) con la ventaja de que no necesitan contacto con el paciente y por tanto no será necesaria la limpieza y desinfección del equipo, así como la rapidez con la que ofrecen los resultados (pocos segundos).

Las empresas mencionadas anteriormente también ofrecen estos equipos. Cada cámara puede oscilar entre los 1.500 y los 12.000€.

6. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Tras realizar el trabajo se han podido obtener varias conclusiones. La pandemia del Covid-19 ha afectado en muchos aspectos de la sociedad, pero especialmente en el sanitario, el cual se ha visto colapsado y desbordado, debido, en parte, a la falta de medios.

Esto nos hace reflexionar para que en un futuro no ocurra algo similar y ante una situación de estas características existan otro tipo de soluciones.

Esto será imposible sin la implantación, desarrollo y mejora continua de las nuevas tecnologías que deberán instalarse para llegar a los hospitales 4.0.

En este trabajo se han propuesto algunas iniciativas en concreto, como la instalación de equipos de impresión 3D y cámaras termográficas en hospitales, las cuales son una inversión rentable y útil a corto, medio, y largo plazo, pero los responsables de la sanidad deberán apostar también por otros medios para mejorar la calidad de los centros sanitarios a medida que avancen las tecnologías, manteniendo una renovación constante en cuanto a la ingeniería y la medicina.

Como trabajo futuro sería interesante mejorar los diseños de los modelos 3D mencionados en el trabajo, consiguiendo su normalización y homologación sanitaria, para poderlos utilizar como productos sanitarios o EPIs, ya que, debido a que no es muy habitual la fabricación de los mismos con impresión 3D, no están todavía muy claras las especificaciones que deben tener y actualmente, debido a la situación del Covid-19, hay cambios constantes en la guía de fabricación para mascarillas y ropa de protección establecida por UNE.

Por ello, será fundamental la labor de técnicos especializados que ante tantas iniciativas surgidas, sepan diferenciar los criterios técnicos que cumplan con las normativas correspondientes en cuanto a los nuevos diseños y sus métodos de fabricación.

7. BIBLIOGRAFIA

- 20MINUTOS. (13 de abril de 2020). El hospital de Ifema instala una cámara que mide la temperatura corporal en directo. *20MINUTOS*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/4225332/0/el-hospital-de-ifema-instala-una-camara-que-mide-la-temperatura-corporal-en-directo/>
- 3dlink. (19 de abril de 2018). *Tecnología Multi Jet Fusion (MJF) – Impresión 3D en Poliamida sin Láser*. Obtenido de <https://3dlink.me/tecnologia-multi-jet-fusion-mjf/#>
- AEMPS. (1 de abril de 2020). Situación actual de evaluación de respiradores artificiales en proceso de autorización por la AEMPS. Madrid, España.
- AIDIMME. (7 de abril de 2020). *AIDIMME*. Obtenido de AIDIMME dispone de tecnología y desarrollos 3D que permiten fabricar 780 soportes en cada bandeja para protectores faciales: <http://actualidad.aidimme.es/2020/04/07/aidimme-fabrica-780-protectores-faciales-impresion-3d-diseno-desarrollo-servicio-contra-coronavirus/?elqTrackId=c218c19ef53b4160b44329b9ed9de6fa&elqaid=4271&elqat=2>
- AlcalaHoy. (4 de abril de 2020). Un nuevo respirador diseñado en Alcalá es aprobado por Sanidad y ya se fabrica en cadena. *Alcala Hoy*.
- AragonIndustria4.0. (2017). La impresión 3D se instala en los hospitales españoles. Obtenido de <https://aragonindustria40.es/index.php/caso-de-exito/la-impresion-3d-se-instala-en-los-hospitales-espanoles/>
- AspOzono. (2020). El ozono como biocida: Eficacia y regulación. Obtenido de <https://www.aspozono.es/ozono-como-biocida.asp>
- Bellus3D. (2020). *Get Bellus3D Face Mask Fitters*. Obtenido de <https://www.bellus3d.com/solutions/mask-fitter>
- Clínica, E. (2020). Estalella GM, Zabalegui A, Guerra SS, GESTION Y LIDERAZGO DE LOS SERVICIOS DE ENFERMERIA EN EL PLAN DE EMERGENCIA DE LA PANDEMIA COVID-19: LA EXPERIENCIA DEL HOSPITAL CLINIC DE BARCELONA.
- ElImparcial. (25 de marzo de 2020). Impresión en 3D contra el Covid-19: viseras en 3 horas y mil mascarillas en 3 días. *El Imparcial*. Obtenido de

- <https://www.elimparcial.es/noticia/211409/sociedad/impresion-en-3d-contra-el-covid-19:-viseras-en-3-horas-y-mil-mascarillas-en-3-dias.html>
- Esenziale. (2020). MEJORES TERMÓMETROS CLÍNICOS O MÉDICOS. *Esenziale*. Obtenido de <https://esenziale.com/salud/termometro-clinico-medico/>
- Expansión. (6 de abril de 2020). Lupeon fabrica adaptadores en 3D para multiplicar la capacidad de respiradores. *Expansión*. Obtenido de <https://www.expansion.com/galicia/2020/04/06/5e8b383be5fdea1a4f8b45e3.html>
- Fernandez, J. (6 de abril de 2020). Coronavirus makers: el virus bueno. *elPeriódico*. Obtenido de <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20200406/coronavirus-makers-el-virus-bueno-7910535>
- filament2print. (s.f.). PLACTIVE AN1 Copper3D - Antibacteriano. Obtenido de <https://filament2print.com/es/pla-especial/994-plactive-copper3d-antibacteriano.html>
- Granda, G. (abril de 2020). Cómo funcionan las cámaras termográficas, las grandes aliadas contra el coronavirus. *LA RAZON*. Obtenido de <https://www.larazon.es/tecnologia/20200425/kvf6bfsr55a7ldpodfszg6jefm.html>
- impresoras3d.com*. (12 de abril de 2020). Obtenido de <https://www.impresoras3d.com/mascarillas-con-impresion-3d-resolucion-de-dudas/>
- INFAIMON. (13 de agosto de 2019). Aplicaciones de la visión artificial en el sector sanitario y científico. *INFAIMON*. Obtenido de <https://blog.infaimon.com/termografia-medica-usos-objetivos/>
- RTActualidad. (3 de abril de 2020). Instalan 60 impresoras 3D en un hospital de París para producir equipamiento en escasez. *RT Actualidad*. Obtenido de <https://actualidad.rt.com/actualidad/348646-instalan-60-impresoras-3d-hospital>
- seguridad, C. d. (4 de abril de 2020). Soluciones térmicas de By Demes Group para detectar el COVID-19. Obtenido de <https://cuadernosdeseguridad.com/2020/04/soluciones-termicas-by-demes-seguridad/>
- UNED. (23 de MARZO de 2020). La UNED fabrica mascarillas con impresoras 3D en su sede de Barbastro. Obtenido de

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura**
Universidad Zaragoza

http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,70654524&_dad=portal&_schema=PORTAL

<https://www.altaico.es/que-es-y-como-funciona-una-camara-termica-termografica/>

8. ANEXOS

Anexo I: Métodos de ensayo para la determinación de los requisitos de funcionamiento de las mascarillas quirúrgicas:

Este anexo pretende explicar los métodos de ensayo a realizar para evaluar los requisitos de funcionamiento de las mascarillas quirúrgicas, según la norma UNE-EN 14683:2019+AC. Estos métodos se corresponden con los anexos B, C y D de la norma.

- **Anexo B: Método para la determinación in vitro de la eficacia de filtración bacteriana (BFE).**

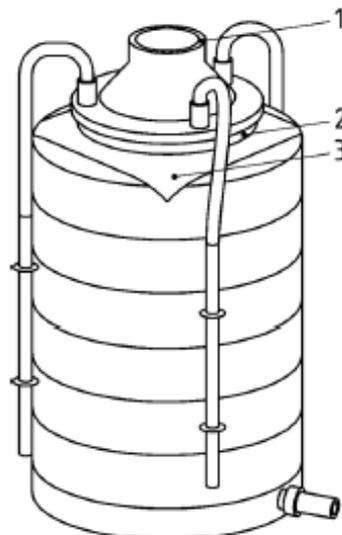
Fundamento del método

Una muestra del material de la mascarilla se fija entre un impactador en cascada de seis etapas y una cámara del aerosol. Se introduce un aerosol de *Staphylococcus aureus* en la cámara de aerosolización y se hace pasar a través del material de la máscara y del impactador utilizando vacío. La eficacia de filtración bacteriana (BFE) de la mascarilla está dada por el número de unidades formadoras de colonias que pasan a través del material de la mascarilla quirúrgica, expresado como un porcentaje del número de unidades formadoras de colonias presentes en el aerosol de inoculación.

En la figura B.3 se muestra un esquema del aparato.

ADVERTENCIA – *Staphylococcus aureus* es un patógeno. Se deben cumplir las disposiciones legales nacionales y las instrucciones de utilización pertinentes cuando se trabaje con patógenos.

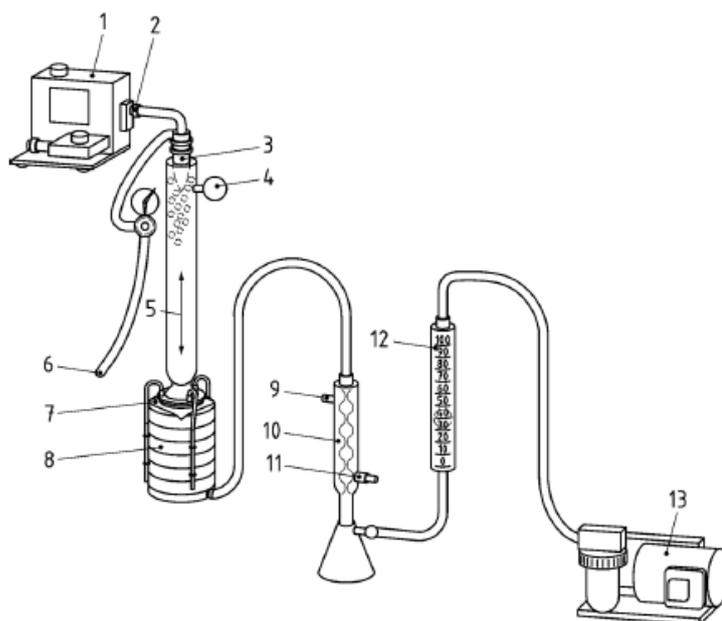
Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



Leyenda

- 1 Cono de entrada
- 2 Junta tórica del cono de entrada
- 3 Tela/mascarilla

Figura B.2 - Colocación de la muestra de ensayo en el impactador en cascada



Leyenda

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 Mecanismo impulsor | 8 Impactador en cascada |
| 2 Suspensión bacteriana | 9 Salida al desagüe |
| 3 Nebulizador | 10 Condensador |
| 4 Filtro | 11 Entrada de agua fría |
| 5 Cámara del aerosol | 12 Caudalímetro calibrado |
| 6 Fuente de aire a presión alta | 13 Compresor (bomba de vacío) |
| 7 Material objeto del ensayo | |

Figura B.3 - Ejemplo de aparato de ensayo de la BFE

Imágenes tomadas de la norma UNE-EN 14683:2019+AC

Muestras de ensayo

Las muestras de ensayo se deben cortar a partir de mascarillas completas. Una mascarilla completa se puede utilizar en lugar de una muestra cortada, siempre que se eliminen las extremidades, la mascarilla se disponga plana y se incorporen todas las capas (en caso de mascarillas plegadas, se ha de desplegar la mascarilla para ensayar una superficie lo más plana posible). Cada muestra debe tener unas medidas de 100 mm x 100 mm y debe incluir todas las capas de la mascarilla en el orden en que están colocadas en la mascarilla completa. El número de muestras que se deben ensayar es un mínimo de 5, pero este número puede ser mayor y se debe aumentar si es necesario para permitir obtener un AQL (nivel de la calidad aceptable, en inglés Acceptable Quality Level) de 4%. Todas las muestras ensayadas se deben tomar a partir de áreas representativas para incorporar todas/cualquier variación en la construcción. A menos que se indique lo contrario, el ensayo se debe efectuar con el interior de la mascarilla quirúrgica en contacto con el material de inoculación bacteriano.

Cada muestra de ensayo se debe acondicionar a $(21 \pm 5) ^\circ\text{C}$ y $(85 \pm 5)\%$ de humedad relativa durante un mínimo de 4 h para que alcance el equilibrio con la atmósfera antes del ensayo.

Procedimiento

Acudiendo a los anexos B.7 y B.8 de la norma veremos detalladamente el procedimiento a seguir para realizar los ensayos y el cálculo de la eficacia de filtración bacteriana, que se resume en el diagrama de bloques y la ecuación siguientes:

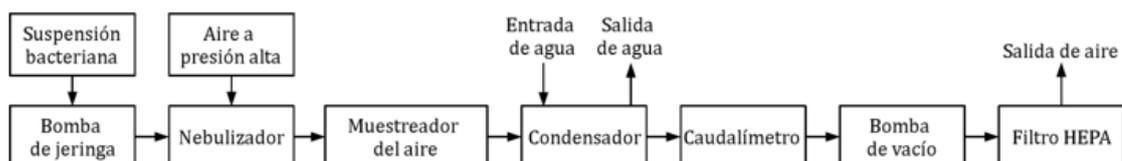


Figura B.1 - Fundamento del aparato de ensayo de la BFE

Cálculo de la eficacia de filtración bacteriana (BFE)

Para cada muestra de ensayo se calculará la eficacia de filtración bacteriana mediante la siguiente fórmula, obteniendo el resultado en tanto por ciento.

$$B = \frac{(C - T)}{C} \times 100$$

donde

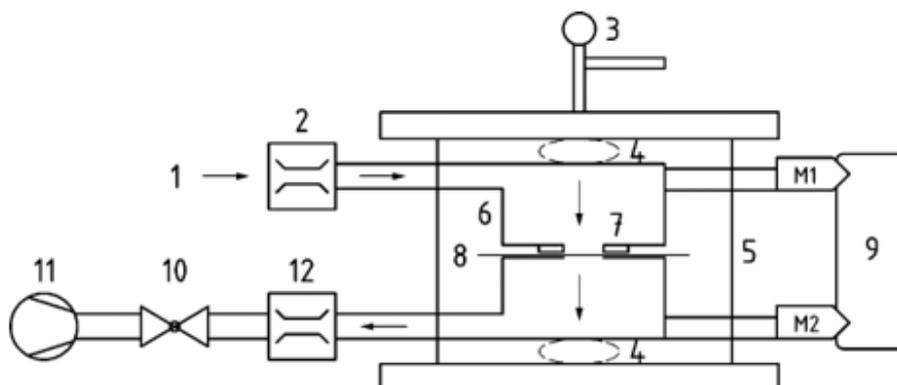
C es la media de los recuentos de placas totales para las dos series experimentales de control positivo;

T es el recuento de placas total para la muestra de ensayo.

- Anexo C: Método para determinación de la respirabilidad (presión diferencial).

Fundamento del método

Un dispositivo que mide la diferencia de presión necesaria para hacer pasar aire a través de un área superficial medida a un caudal constante de aire se utiliza para medir la presión de intercambio de aire del material de la mascarilla quirúrgica, según se muestra en la figura C.1. Para medir la diferencia de presión se utiliza un manómetro diferencial cuyas ramas contengan agua (o un manómetro digital). Para la medición del caudal de aire se utiliza un caudalímetro másico. Una bomba de vacío eléctrica hace pasar aire a través del aparato de ensayo y se utiliza una válvula de aguja para ajustar el caudal de aire.



Leyenda

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Entrada de aire | 7 | Anillo metálico (espesor 3 mm) |
| 2 | Caudalímetro másico | 8 | Material del filtro |
| 3 | Palanca para la fijación mecánica | 9 | Manómetro diferencial o manómetros M1 y M2 |
| 4 | Sistema para el ajuste final de la presión (ya sea en la parte superior o inferior) | 10 | Válvula |
| 5 | Sistema que garantiza la alineación óptima de las 2 partes del soporte de la muestra | 11 | Bomba de vacío incluyendo un tanque regulador de la presión |
| 6 | Soporte de la muestra con un mecanismo de sellado metálico | 12 | Caudalímetro másico para verificación de la ausencia de fugas (opcional) |

Figura C.1 – Aparato de ensayo para medir la presión diferencial

Imagen tomada de la norma UNE-EN 14683:2019+AC

Muestras de ensayo

Las muestras de ensayo son mascarillas completas o se deben cortar a partir de mascarillas completas. Si se utiliza una mascarilla completa, se eliminan las extremidades y se coloca la mascarilla plana de forma que se incorpore en todas las capas. Cada muestra debe ser capaz de suministrar áreas de ensayo circulares diferentes de 25 mm de diámetro. Si una muestra no puede proporcionar 5 áreas de ensayo de 25 mm de diámetro, el número de áreas de ensayo obtenidas debería ser representativo de la mascarilla completa. Para mascarillas gruesas y rígidas, el método de ensayo puede no ser adecuado dado que no se puede mantener un sello apropiado en el soporte de la muestra. El número de muestras que se deben someter a ensayo es como mínimo 5, pero puede ser mayor y se debería utilizar un número mayor si es necesario para obtener un nivel AQL del 4%. Todas las muestras a ensayar se deben tomar a partir de áreas representativas de la mascarilla que incorporen todas/cualquier variación en su construcción. A menos que se indique lo contrario, el

ensayo se debe efectuar de forma que la dirección del flujo de aire sea desde el interior de la mascarilla hasta el exterior de esta.

Cada muestra de ensayo se debe acondicionar a (21 ± 5) °C y (85 ± 5) % de humedad relativa durante un tiempo mínimo de 4 h.

El procedimiento para realizar el ensayo esta detallado paso a paso en el anexo C.4 de la norma, y en el C.5 se explica el cálculo de la presión diferencial:

Para cada muestra de ensayo se calculará la presión diferencial de cada área ensayada de la manera siguiente:

$$\Delta P = \frac{P1 - P2}{4.9}$$

Donde

P1 es la presión (Pa) medida en el manómetro 1 de la figura C.1 anterior. Lado de presión inferior aplicada al material.

P2 es la presión (Pa) medida en el manómetro 2. Lado de presión superior aplicada al material.

4.9 es el área (cm²) del material de ensayo

ΔP es la diferencia de presión por cm² expresada en Pa.

Nótese que, si se utiliza un manómetro diferencial, la diferencia de presiones P1 -P2 se obtiene directamente.

- **Anexo D: Limpieza microbiana.**

Muestreo

Las muestras de la mascarilla utilizadas para los ensayos se deberían suministrar en su envase primario original (caja dispensadora o equivalente) tal como se ofrecen al usuario final. Cuando se seleccionan 5 muestras, se toma la muestra superior, la muestra inferior y 3 mascarillas seleccionadas al azar. Si la mascarilla contiene un visor u otros accesorios, se deberían incluir en los ensayos.

Ensayos

Se pesa cada muestra antes del ensayo. La mascarilla completa se extrae de su envase y se coloca en una botella estéril de 500 ml que contiene 300 ml del líquido de extracción (peptona 1 g/l, NaCl 5 g/l y tensioactivo polisorbato 20, 2 g/l [por ejemplo, Tween 20, Alkest TW 20]).



La botella se dispone tumbada sobre un agitador orbital y se agita durante 5 min a 250 rpm. Después de esta etapa de extracción, se filtran 100 ml del líquido de extracción a través de un filtro de 0,45 μm de tamaño de poro, y el filtro se coloca sobre una placa de TSA para efectuar el recuento microbiano de aerobios viables totales. Se toma otra alícuota de 100 ml del mismo líquido de extracción y se filtra de la misma forma, y el filtro se coloca sobre una placa de agar dextrosa Sabouraud (SDA, en inglés Sabouraud Dextrose Agar) con cloranfenicol, para la evaluación de hongos. Las placas se incuban durante 3 días a 30 °C para las placas con medio TSA, y 7 días a temperatura comprendida entre (20 y 25) °C para las placas con medio SDA. Se puede utilizar un método de extracción alternativo y equivalente. En tal caso, el método de extracción utilizado se debe documentar en el informe del ensayo.

La carga biológica total se expresa sumando los recuentos obtenidos en ambos medios TSA y SDA.

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.

Anexo II: Información adicional sobre la mascarilla Nanohack.

La NanoHack ha sido desarrollada por Qactus, Copper3D y TOM Chile en respuesta al desabastecimiento de insumos médicos en el mundo. Puede ser usada por cualquier persona, aunque actualmente hay solo un tamaño disponible (talla adulta).

La fabricación de esta mascarilla se está realizando en Chile a través de una red de impresoras 3D, en la cual participan decenas de personas distribuidas en todo el país.

Actualmente sólo está disponible la mascarilla tamaño standard, que es adecuada para un adulto varón sobre 1,60 m de altura (aproximadamente). Estamos trabajando en una talla de menor tamaño para niños y personas con rostros pequeños.

La NanoHack está siendo sometida a numerosas pruebas clínicas para, eventualmente, ser considerada una EPP.

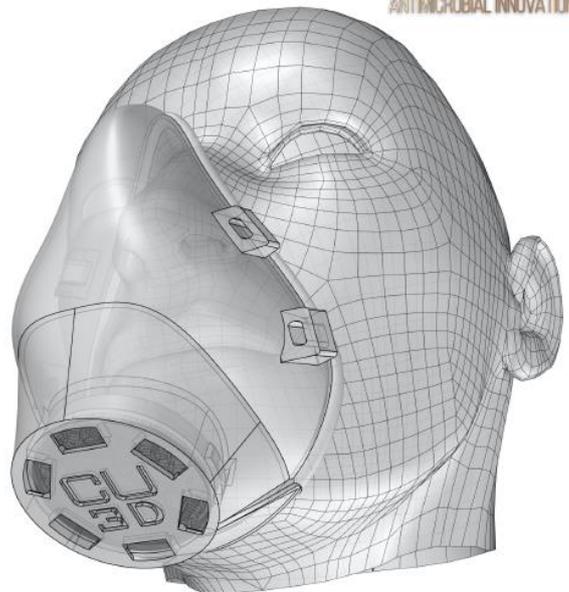
El precio actual de una unidad es de \$29.75.

Seguidamente se adjunta la ficha técnica de la mascarilla, así como la de los filtros necesarios para usarla:

NanoHack, La Evolución de la Mascarilla

COPPER 3D
ANTIMICROBIAL INNOVATIONS

Antimicrobial
Impresa en 3D
Reutilizable
Lavable



Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Las mejores innovaciones del mundo deben estar hechas con los mejores materiales del mundo

COPPER 3D
ANTIMICROBIAL INNOVATIONS

- **NanoHack** está impresa en 3D con el mejor material antimicrobial del mundo **PLACTIVE®** de **Copper3D®**
- **ISO10993** Material Biocompatible y Skin Contact Approved
- Material producido en Holanda por una empresa **ISO 9001/2015**
- Material **testado por NASA** para ser usado en la ISS
- Copper3D fue elegida **compañía del año 2019** en el congreso 3D Printing World, Mumbai, India.



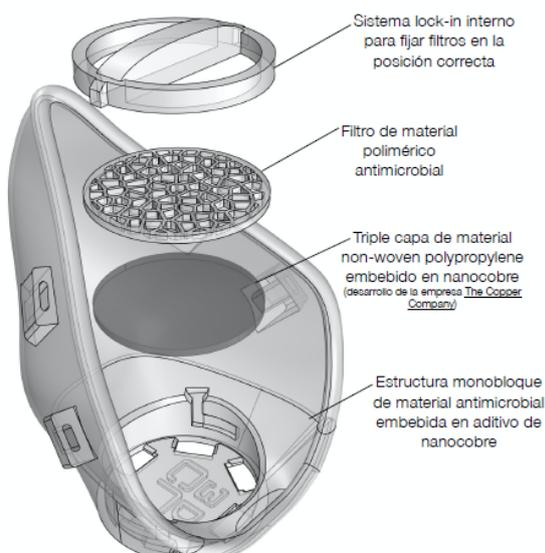
Produced by a ISO 9001/2015 company

11

Copper3D Inc. www.copper3d.com 3929 Harney Street, Omaha, Nebraska, USA.

Información importante de la NanoHack

COPPER 3D
ANTIMICROBIAL INNOVATIONS



NanoHack es un dispositivo de último recurso con el propósito de ofrecer protección contra partículas en el aire y evitar la propagación de aerosoles que contaminan las vías respiratorias. Los datos publicados^{1,2} han demostrado que los materiales de filtración utilizados por NanoHack (non-woven polypropylene de triple capa embebidos en nano-cobre, de la compañía *The Copper Company*, similar al material utilizado en las máscaras quirúrgicas o N95) logran una *eficiencia de filtración del 96,4% para microorganismos de 1 micra* y *del 89,5% para microorganismos de 0,02 micras*¹. Adicional a estas tres capas de material filtrante, NanoHack se ha diseñado con distintas capas de material polimérico antimicrobial (PLACTIVE®) y con su estructura de monobloque permiten tener una protección adicional contra el medio.

¹ Anna Davies, et al. Testing the Efficacy of Homemade Masks: Would They Protect in an Influenza Pandemic? Disaster Medicine and Public Health Preparedness. Available on C.U.D. 2013;doi:10.1017/dmp.2013.43.

² Borikow D, et al. (2007) Neutralizing Viruses in Suspensions by Copper Oxide-Coated Fibers. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, p. 2005-2007.

Copper3D Inc. www.copper3d.com 3929 Harney Street, Omaha, Nebraska, USA.

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Copper3D Inc. declaración de uso de NanoHack

COPPER 3D
ANTIMICROBIAL INNOVATIONS

-NanoHack de Copper3D Inc. es una mascarilla protectora facial impresa en 3D con un **standard de filtrado equivalente a N95**.

-NanoHack ha sido aprobada por la **National Institute of Health (NIH)** en USA¹ y ha sido testada con la **prueba "Fit Test" diseñada por 3M** que evalúa hermeticidad y calce de la mascarilla habiendo pasado exitosamente esta prueba.

-Si Ud. es un profesional de Salud y va a manipular la vía aérea, como en intubación, ventilación mecánica, fibrobroncoscopia o procedimientos similares, sugerimos **además usar un Face Shield** como elemento complementario a la NanoHack.

-Puede usarlo sin ninguna restricción en espacios comunes.

-Los filtros activos de non-woven deben usarse durante un **máximo de 24 horas** y cambiar una vez al día. Después de manipular el filtro activo, debe lavarse las manos y seguir las precauciones recomendadas por la autoridad sanitaria.

-NanoHack es un dispositivo basado en el polímero activo **PLACTIVE®**, que actualmente está siendo testado por NASA² y que se utiliza en los más prestigiosos hospitales de Norteamérica, Europa, Medio Oriente y países de Asia Pacífico.

-Para que NanoHack se ajuste y selle correctamente, **puede complementar el borde blando de la máscara con un poco de tape y cintas acolchadas** en las zonas de la nariz y las mejillas, especialmente si se va a utilizar durante largos periodos de tiempo.

-Tenga en cuenta también que si deja las bandas elásticas muy apretadas, puede lastimarse, no queremos que el uso de NanoHack sea contraproducente o le cause incomodidad, por lo que le pedimos que **la presión usada para sujeción sea la mínima** para mantener la mascarilla en posición sin que sea una presión incómoda.



¹ <https://3dprint.nih.gov/discover/3dpx-013667>

² <https://www.todaysmedicaldevelopments.com/article/copper3d-medical-device-antimicrobial-022719/>

Copper3D Inc. www.copper3d.com 3929 Herney Street, Omaha, Nebraska, USA.

Consideraciones de Limpieza

COPPER 3D
ANTIMICROBIAL INNOVATIONS



NanoHack está fabricada de material antimicrobial, sin embargo se recomienda su limpieza regular según las indicaciones de la OMS³

- 1. Lavado:** Lave el equipo con jabón y agua limpia.
- 2. Enjuague:** enjuague el equipo completamente con agua limpia.
- 3. Desinfectar:** desinfecte el equipo para inactivar cualquier patógeno restante. Use desinfección química, no autoclave. Diferentes países tienen diferentes protocolos de desinfección. Estos son los métodos y germicidas químicos más accesibles:
 - 3.1. Método 1:** el alcohol es eficaz contra el virus de la influenza. El alcohol etílico (70%) es un potente germicida de amplio espectro y se considera generalmente superior al alcohol isopropílico. Dado que el alcohol es inflamable, limite su uso como desinfectante de superficies a pequeñas superficies y úselo solo en espacios bien ventilados. El uso prolongado y repetido de alcohol como desinfectante también puede causar decoloración, hinchazón, endurecimiento y agrietamiento de ciertos plásticos.
 - 3.2. Método 2:** La mayoría de las soluciones de blanqueador doméstico contienen hipoclorito de sodio al 5% (50,000 partes por millón de cloro disponible). Dilución recomendada: la dilución 1: 100 de hipoclorito de sodio al 5% es la recomendación habitual. Use 1 parte de lejía por 99 partes de agua fría (dilución 1: 100) para desinfectar las superficies. Ajuste la proporción de lejía al agua según sea necesario para lograr la concentración adecuada de hipoclorito de sodio. Por ejemplo, para las preparaciones de lejía que contienen hipoclorito de sodio al 2.5%, use el doble de lejía (es decir, 2 partes de lejía por 98 partes de agua).
- 4. Enjuague:** si utiliza desinfección química, enjuague con agua estéril o limpia (es decir, agua hervida durante 5 minutos y enfriada). Se prefiere el agua estéril para enjuagar el desinfectante químico líquido residual de un dispositivo respiratorio que ha sido desinfectado químicamente para su reutilización, porque el agua corriente o destilada puede albergar microorganismos que pueden causar neumonía. Sin embargo, cuando no es posible enjuagar con agua estéril, enjuague con agua corriente o agua filtrada (es decir, agua que pasa a través de un filtro de 0.2 µ). Se recomienda la desinfección por inmersión con un tiempo de contacto de 30 minutos.
- 5. Equipo seco:** siga el paso anterior mediante un enjuague con alcohol y secado al aire forzado.
- 6. Almacenar:** Almacene el equipo seco en paquetes cerrados.

³ <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/operational-guide-for-hci>

Copper3D Inc. www.copper3d.com 3929 Herney Street, Omaha, Nebraska, USA.

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Sistema de Filtros Antimicrobiales

COPPER 3D
ANTIMICROBIAL INNOVATIONS



NanoHack utiliza un sistema de filtros activos (antimicrobiales) con densidades diferenciadas en tres capas de Non Woven Polypropylene, el mismo material que usan las mascarillas N95 y quirúrgica.

Cada kit para 7 días viene con tres capas de filtros (A, B y C), con densidades diferentes que puedes combinar dependiendo de la carga viral que esperas tener. Recomendamos usar las tres capas de filtro solo en el caso de que vayas a estar expuesto a una gran carga viral (personal de salud en UTI o UCI).

Para el resto de las situaciones que implican una exposición viral media o baja, con los filtros A y B es suficiente, gramaje y densidad equivalente a mascarilla quirúrgica. Recomendamos eliminar estos filtros luego de un uso continuado de unas 24 horas.

Copper3D Inc. www.copper3d.com 3929 Herney Street, Omaha, Nebraska, USA.



COPPER 3D
ANTIMICROBIAL INNOVATIONS

NanoHack, La Evolución de la Mascarilla

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



FILTRO 3 EN 1 PARA USO MASCARILLA #NANO HACK COPPER3D

DESECHABLE

THE COPPER COMPANY

www.thecoppercompany.cl
Info@thecoppercompany.cl

COMPOSICIÓN

- 1 FILTRO TNT 80 GRAMOS
- 1 FILTRO TNT 40 GRAMOS
- 1 FILTRO PÓLYESTER 120 GRAMOS
- TERMOFIJADO CON NANOPARTÍCULAS DE COBRE

TECNOLOGÍAS



TECNOLOGÍA CON MICROPARTÍCULAS DE COBRE



AYUDA A PREVENIR LA REPRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS



RESISTENTE A LA HUMEDAD, HIPoALERGÉNICO Y ASÉPTICO

DURABILIDAD

FILTROS DESECHABLES, RESISTE UN USO DIARIO



PACKAGING

SOBRE CARTÓN 15X10 CM.
CONTIENE UNA UNIDAD.

MODO DE USO

LAVARSE LAS MANOS CON JABÓN ANTES DE MANIPULAR LOS FILTROS. PONER LOS FILTROS DE AQUELLO AL ORDEN INDICADO EN EL ENVASE. LAVARSE LAS MANOS DESPUÉS DE BOTAR LOS FILTROS

TESTEOS

TNT CON IMPREGNACIÓN COBRE MÉTODO BASADO EN ISO 20743 - TEXTILES - DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ANTIBACTERIAL FINISHED PRODUCTS.
TEST DE TOXICIDAD ORAL (TEST LD50 MAYOR 2000MG/KG.
TEST DE TOXICIDAD INHALATORIO (TEST LO50) MAYOR A 1,4 MG/L.
TEST DE TOXICIDAD DÉRMICA - SUPERIOR A 2000 MG/KG.

VENTA

DISPONIBILIDAD PACK DE 7 DIAS
Y/O PACK DE 30 DIAS

Anexo III: Iniciativas para la elaboración de viseras o pantallas faciales.

El primer diseño pertenece a la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Universidades, empresas y particulares suman esfuerzos a través de la impresión 3D para fabricar material sanitario como viseras, mascarillas o respiradores.

La Complutense es una de las universidades que, a través del departamento de Delineación e Impresión 3D de Físicas, está fabricando gafas de protección que van a utilizarse en cuatro hospitales de Madrid: la Fundación Jiménez Díaz, el Carlos III, el Montepríncipe y el Infanta Leonor.

Las viseras fabricadas por la UCM (figura 19) incluyen pantallas de acetato articuladas que protegerán y cubrirán completamente la cara a los sanitarios españoles. "A diferencia de las que ya hay en el mercado, las gafas de protección impresas en la UCM llevan piezas articuladas que permiten levantar la visera sin necesidad de quitárselas", explica la universidad.

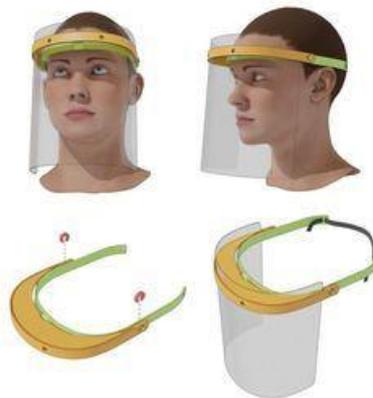


Figura 19 (Viseras fabricadas por la UCM)

El proyecto, liderado por José Luis Corral Pumarega, permite tener lista una visera en 3 horas, "lo que significa que en un corto

periodo de tiempo se podrá abastecer en cantidades suficientes y mantener protegidos a una buena parte de los sanitarios". (ElImparcial, 2020).

También se ha sumado a la iniciativa la UNED de Barbastro:

La UNED de Barbastro se ha sumado a la iniciativa de un grupo de empresas de Huesca que ante la falta de material sanitario de protección durante esta alerta por coronavirus han puesto sus impresoras 3D a fabricar mascarillas que están siendo repartidas por los hospitales y centros de salud de la zona.

La impresora 3D del centro de la UNED de Barbastro está fabricando bajo demanda mascarillas, al igual que lo están haciendo las 34 impresoras de la provincia. "No hemos dudado en colaborar en este momento de emergencia en la medida de nuestras posibilidades en la iniciativa de un grupo de empresarios de Huesca. Tenemos una impresora 3D que adquirimos hace cuatro meses para impartir un curso sobre impresión 3D, ahora estamos fabricando mascarillas para los centros sanitarios de Huesca" ha asegurado Carlos Gómez Mur, director de centro de la UNED en Barbastro.

La impresora 3D fabrica la diadema (figura 20) y luego se inserta el acetato y las bridas (figura 21), de ello se encarga el técnico de Sistemas del centro de la UNED en Barbastro, Manuel Domínguez García. En total, fabrica 10 mascarillas al día que la Guardia Civil recoge y distribuye a los hospitales y centros de salud que reclaman. (UNED, 2020)

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



Figura 20 (Impresora fabricando la diadema)



Figura 21 (Diadema y acetato)



Figura 22 (Diadema y bridas)

El tiempo medio de producción de una visera de este tipo en una impresora común sería de 3 o 4 horas.

Por lo que a continuación veremos otra iniciativa mucho más productiva, reduciendo los tiempos de producción, utilizando otra tecnología de impresión.

Al igual que para la fabricación de la media máscara mencionada anteriormente, HP ofrece el diseño de un protector facial imprimible en 3D desarrollado por el Instituto Tecnológico AIDIMME:

El Instituto Tecnológico AIDIMME ha diseñado y fabricado mediante Fabricación Aditiva una estructura de apoyo (arnés) para el

montaje de pantallas de protección facial para los profesionales más expuestos al contagio por coronavirus Covid-19, el SARS-CoV-2.

Con un ingenioso y sencillo enfoque, la tecnología del Centro Tecnológico permite fabricar diariamente en una sola tirada 780 estructuras para pantallas, multiplicando así la productividad y rentabilidad del uso de la fabricación aditiva para esta aplicación.



Colocación de la pantalla y pruebas realizadas por el Centro Nacional de Medios de Protección.

Figura 23

Pruebas superadas:

El conjunto de arnés, banda, y visor ha superado con éxito el requisito específico de la norma UNE EN-166 relacionado con la protección frente a salpicaduras, que es el aspecto más crítico que se exige para las pantallas de protección.

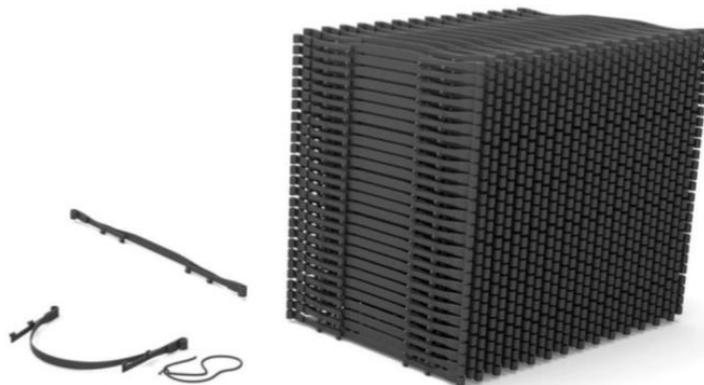
La estructura, la banda, y el visor han sido remitidos al Centro Nacional de Medios de Protección, CNMP, dependiente del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo para evaluar su uso en el marco esta crisis sanitaria como barrera de protección para la nariz, la boca y los ojos frente a la exposición al virus, sin pretensión de sustituir a los dispositivos homologados.

Diseño óptimo:

El fichero 3D desarrollado por AIDIMME es open-source y está diseñado exclusivamente para ser fabricado con tecnologías de fabricación aditiva de lecho de polvo MJF o SLS en material PA12, siempre con sistemas controlados que garanticen la repetitividad del proceso.

“La clave para la optimización del diseño ha sido, por un lado, utilizar el mínimo material para posicionar la lámina transparente adecuadamente, y por otro haber pensado en un desarrollo en el que no es necesario diseñar la pieza en su forma final, ya que los materiales son elásticos y pueden fabricarse con geometrías más favorables para la fabricación.”, según ha explicado el jefe de la Sección de Nuevos Procesos de Fabricación del Instituto Tecnológico AIDIMME, José Ramón Blasco y Mario Martínez, técnico de la sección.

El diseño del producto es un factor diferenciador, ya que la estructura es el componente crítico del sistema, y se ha realizado con una geometría diseñada para incorporar el máximo número de piezas por tirada, aumentando así la productividad y reduciendo a su vez los costes industriales.



Estructura de apoyo diseñada por AIDIMME para conformar una pantalla de protección.

Figura 24

La estructura de apoyo diseñada por AIDIMME debe acompañarse de una banda elástica de al menos 10 mm., y de un visor que tenga un factor de difusión de la luz que garantice el cumplimiento de la calidad óptica exigida en la norma UNE-EN 166, para adecuarse a los requerimientos del CNMP.

De esta forma, el sistema está compuesto por tres elementos de fácil montaje, la estructura principal obtenida por fabricación aditiva con tecnología multi-Jet Fusión (MJF) del fabricante HP; una lámina de termoplástico transparente perforada y biselada; y una goma para regulación y fijación del sistema a la cabeza del usuario. (AIDIMME, 2020)

Como se indica en el documento, para conseguir mayor efectividad y productividad se utiliza el método de MJF, ya mencionado en este trabajo (780 unidades diarias frente a un máximo de 10 que se podrían conseguir con una impresora común con FFF).

El material a utilizar, al igual que para las semimáscaras, es el PA 12, por lo que las condiciones de fabricación serán idénticas.

Accediendo a la propia página de AIDIMME podemos obtener indicaciones de impresión, montaje o limpieza que no serán objeto de este trabajo. Además, indican en la web que el Instituto Tecnológico AIDIMME ofrece el fichero mediante descarga bajo licencia Creative Commons con reconocimiento de autoría, que impide modificaciones y su explotación comercial.

Anexo IV: Tecnología MJF.

La tecnología Multi Jet Fusion (MJF) fue inventada y desarrollada por la compañía Hewlett-Packard (HP).

MJF es una tecnología basada en polvo que no utiliza láser. El lecho de polvo se calienta de forma uniforme en la salida. Se pulveriza un agente fusor en aquellos puntos en los que las partículas tienen que fundirse de forma selectiva.

Asimismo, se proyecta un agente de detalle sobre los contornos para mejorar la resolución de la pieza. A medida que las lámparas pasan sobre la superficie del lecho de polvo, el material proyectado captura el calor y éste se distribuye de forma igualada. (3dlink, 2018)

El proceso de fabricación por medio de Multi Jet Fusion puede dividirse en:

1. La generación del modelo 3D.
2. La Construcción de la pieza. Éste punto consiste en:
 - a) Un agente de fusión y un agente de detalle se inyectan para fundir selectivamente partículas de polvo y mejorar la resolución.
 - b) Las lámparas pasan sobre la superficie constantemente, el material inyectado captura y distribuye el calor.
 - c) El proceso continúa construyendo la pieza capa por capa. Al terminar cada capa, se vuelve a distribuir polvo por encima del lecho.
3. Post-procesamiento. Finalizada la construcción, se desplaza el lecho entero de polvo con las piezas incluidas a una cámara de procesamiento, donde se aplica un vacío integrado para eliminar la mayor parte del polvo suelto. A continuación, se aplica un chorro de gránulos a las piezas para eliminar todo el polvo residual restante antes de pasar al departamento de acabado. Las piezas producidas mediante Multi Jet Fusion pueden pulirse con arena y colorearse o impregnarse.

MULTI JET FUSION PROCESS:

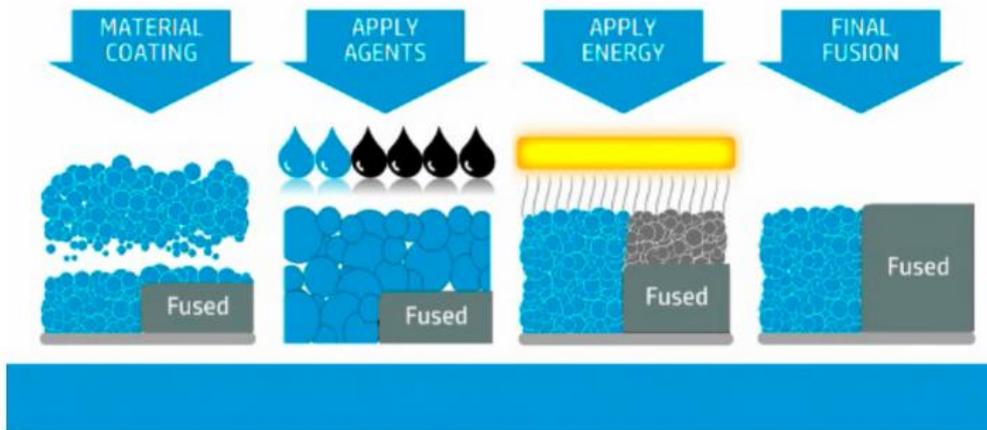


Figura 25

Ventajas y desventajas de la tecnología MJF:

Ventajas	Desventajas
<p>Alta velocidad de producción. HP afirma que MJF es hasta 10 veces más rápido que las tecnologías de la competencia, capaz de imprimir hasta 12000 voxels por pulgada lineal por capa (Los voxels son a 3D como los píxeles a 2D).</p>	<p>Aún no hay materiales cerámicos disponibles comercialmente.</p>
<p>Si bien la tecnología SLS siempre podrá producir piezas de un solo material, en MJF una pieza puede tener diferentes propiedades de los materiales al cambiar el tipo o la concentración del agente de fusión. HP afirma que es posible controlar de esta manera las propiedades mecánicas, térmicas, ópticas e incluso eléctricas de una pieza.</p>	<p>Esta funcionalidad aún no está disponible en las máquinas de primera generación, que solo pueden fabricar piezas de un solo material. Se supone que la segunda generación de impresoras HP es compatible con la impresión de múltiples materiales y de múltiples colores, pero actualmente no hay más información disponible.</p>

Su velocidad de impresión permite reducir costes y mejorar el rendimiento de sus procesos.	Polímero de alto rendimiento actualmente priorizado.
Permite obtener acabados de superficie de calidad, una resolución morfológica detallada y propiedades mecánicas más consistentes en comparación con procesos como el sinterizado selectivo por láser (SLS).	

Especificaciones para la tecnología MJF

Precisión estándar	$\pm 0.3\%$ (con límite inferior en ± 0.2 mm)
Tamaño típico de construcción	380 x 285 x 380
Espesor de la capa común	70 – 100 micras
Espesor mínimo de la pared	* 0.6 mm 0.7 mm
Detalle mínimo	0,25 mm.
Estructura de la superficie	Las piezas sin terminar suelen tener una superficie lisa, sin capas visibles y con un color gris piedra.

*Las características son solo indicativas, ya que hay diferentes tipos de máquinas disponibles.

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura**
Universidad Zaragoza

Anexo V: Situación actual de evaluación de respiradores artificiales en proceso de autorización por la AEMPS.

Situación actual de evaluación de respiradores artificiales en proceso de autorización por la AEMPS

Fecha de publicación: 1 de abril de 2020
Categoría: productos sanitarios, COVID-19
Referencia: PS 11/2020

Ante la situación sanitaria generada por el COVID-19, la AEMPS está recibiendo consultas de diferentes entidades y particulares informando sobre proyectos de fabricación de respiradores/ventiladores, tanto de impresión 3D como adaptaciones o prototipos nuevos. Todas estas consultas se responden directamente asesorando sobre los requisitos mínimos que estos productos deben cumplir para asegurar la calidad, seguridad y eficacia requerida para ser autorizados y poder ser usados en los pacientes que lo requieran. Estos requisitos mínimos de seguridad están definidos en [este documento](#) y se compartieron con la fundación COTEC para que los distribuyera a todos los proyectos de este calado.

Los respiradores son equipos invasivos muy precisos y complejos, diseñados para su utilización en el soporte vital de un paciente que está en una situación crítica. Su diseño y funcionalidad debe garantizar, además de cumplir con su función original, que su utilización no comprometa el estado clínico o la seguridad de los pacientes, ni la seguridad y la salud de los usuarios. Al igual que en el resto de los países de la Unión Europea, para comercializar estos dispositivos en España, éstos tienen que estar provistos del marcado CE, distintivo que declara la conformidad del producto con los requisitos de seguridad, eficacia y calidad establecidos en la legislación.

La crisis sanitaria de la COVID-19 está suponiendo un elevado y creciente número de pacientes que precisan soporte ventilatorio invasivo en las Unidades de Cuidados Intensivos. Esta situación sin precedentes genera una necesidad de ventiladores mecánicos por encima de la disponibilidad habitual. La AEMPS ha recibido varias propuestas de desarrollos de prototipos de respiradores/ventiladores. Para posibilitar su uso en condiciones de seguridad y así poder agilizar su disponibilidad en centros hospitalarios, la AEMPS ha elaborado un [documento](#) indicando la documentación técnica y pruebas mínimas que tienen que realizarse en estos productos antes de su utilización en pacientes. Debe de tenerse en cuenta que son prototipos y que, como tales, aún en condiciones de urgencia, solo es posible usarlos en el contexto de una investigación clínica que identifique su perfil de eficacia y seguridad. Es importante recordar que, como todo equipo de electromedicina, los ventiladores mecánicos emiten radiación electromagnética que puede afectar al funcionamiento del resto de equipos del paciente, o incluso a los pacientes del entorno. Igualmente, debe verificarse que el funcionamiento del prototipo no se ve afectado por la emisión electromagnética del resto de equipos habituales en una UCI. Además, deben probar su funcionalidad y mantenimiento de esta en el tiempo. Un equipo sin estas garantías mínimas podría no resultar útil al paciente que se le aplica, e incluso peligroso para el paciente y los que le rodean. Por este motivo, solo se autorizarán las investigaciones clínicas de aquellos proyectos que aporten la documentación y tests mínimos que se les ha indicado.

En este momento, trabajamos con 6 proyectos en un estado bastante avanzado. Existen otros proyectos que están en fases más tempranas de su desarrollo. A todos ellos, la AEMPS les ha ofrecido apoyo y soporte técnico continuo con el fin de agilizar el desarrollo y conseguir prototipos seguros que puedan ser probados dentro de protocolos de investigación clínica en los centros hospitalarios.

Anexo VI: Instalación de cámara termográfica en el hospital de Ifema y cámaras térmicas portátiles

El periódico 20 Minutos publica la iniciativa instalada en el hospital de Ifema de Madrid para hacer frente a la pandemia mediante la instalación de un sistema para la evaluación de la temperatura corporal:

La empresa china de equipamientos avanzados de videovigilancia Dahua ha donado al hospital de campaña de Ifema, que atiende a enfermos de coronavirus en Madrid, una cámara térmica capaz de medir en directo la temperatura de una persona que accede a la instalación.

En la parte trasera del dispositivo se muestra la cifra registrada por cada individuo analizado y en el visor térmico aparece la medición sobreimpresa en la frente de cada persona registrada.

"A la cámara le hemos incorporado inteligencia artificial, visión artificial", explica un representante de la división española de Dahua a la agencia Atlas. "En su campo de visión detectamos dónde está la persona, una vez sabemos dónde está, detectamos su cara y medimos en ella su temperatura. Podemos hacerlo hasta con tres personas a la vez".

De esta forma, la cámara es capaz de medir con gran precisión la temperatura de tres personas por segundo, que sumadas suponen 5.000 personas cada media hora y 10.000 cada hora.

Dahua ya ha puesto a disposición de otros países su tecnología de medición térmica. De hecho, en China desplegaron su primer lote de equipos el 24 de enero en la provincia de Wuhan, explica la empresa en una nota de prensa.

Según la propia firma, que en 2019 facturó 3.730 millones de dólares en ventas en todo el mundo, su tecnología de medición térmica se ha desplegado en "miles de lugares en China" y en Hong Kong, entre ellos "ejes de transporte, complejos comerciales y bancos".
(20MINUTOS, 2020).

Por otro lado, la empresa By Demes, pionera en el material electrónico para garantizar la seguridad en diferentes instalaciones, explica la importancia de las cámaras térmicas portátiles:

By Demes Group fue el primer distribuidor español de material electrónico de seguridad en trabajar con fabricantes provenientes de China. El país asiático fue el primero en sufrir la pandemia de COVID-19, convirtiéndose en pionero en el desarrollo de tecnologías de prevención y contagio.

De nuevo, By Demes Group ha seleccionado a HYUNDAI, AIRSPACE y DAHUA como fabricantes de referencia en esta solución innovadora de videovigilancia, teniendo en cuenta su experiencia con sus casos de éxito a nivel mundial, sus estándares de fabricación y certificaciones europeos.

Al tratarse de productos destinados a proteger la salud pública, para By Demes resulta fundamental poner a disposición de la sociedad, fabricantes y soluciones contrastadas y fiables. Y su liderazgo, con un stock permanente de más de 15 millones de euros y envíos en 24h, le permite abastecer a instaladores y usuarios finales de estos y otros sistemas necesarios en el menor tiempo posible.

Sin duda, estas nuevas soluciones de seguridad han venido para quedarse, más allá de la situación actual, gracias a las múltiples aplicaciones de las cámaras termográficas en los distintos sectores: aeropuertos, hospitales, centros de trabajo, etc.



Figura 26 (Cámaras termográficas By Demes)

Existe un antes y un después tras la aparición del COVID-19, y la tecnología jugará un papel fundamental y no será pasajera. Se ha demostrado que la detección precoz de los casos es clave para prevenir la expansión del virus, y para ello, las soluciones térmicas de By Demes Group resultan y resultarán de gran ayuda.

Cabe destacar, la participación de By Demes Group en varios proyectos de implantación de estos productos a nivel nacional, colaborando con diferentes integradores y pudiendo ver su rendimiento en campo, con un gran resultado en cuanto a su efectividad y precisión.

La compañía ofrece múltiples soluciones térmicas de seguridad aplicables a diferentes entornos y necesidades, según los requerimientos del proyecto a través de las cámaras térmicas o cámaras termográficas más avanzadas para la detección del COVID-19.

Mantener la distancia de seguridad es muy importante para la prevención del contagio, por lo que los equipos portátiles AIRSPACE, a diferencia de los termómetros de pistola, son capaces de medir la temperatura a distancias que oscilan entre 1 y 4,5 metros. Por otro lado, los sistemas portátiles AIRSPACE aportan una precisión lo más exacta posible en cuanto a las mediciones, siendo algo sumamente importante: son capaces de medir con una tolerancia que oscila entre

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura**
Universidad Zaragoza

+/-0,4 y +/-0,5 °C, en función del modelo. (Cuadernos de Seguridad, 2020).

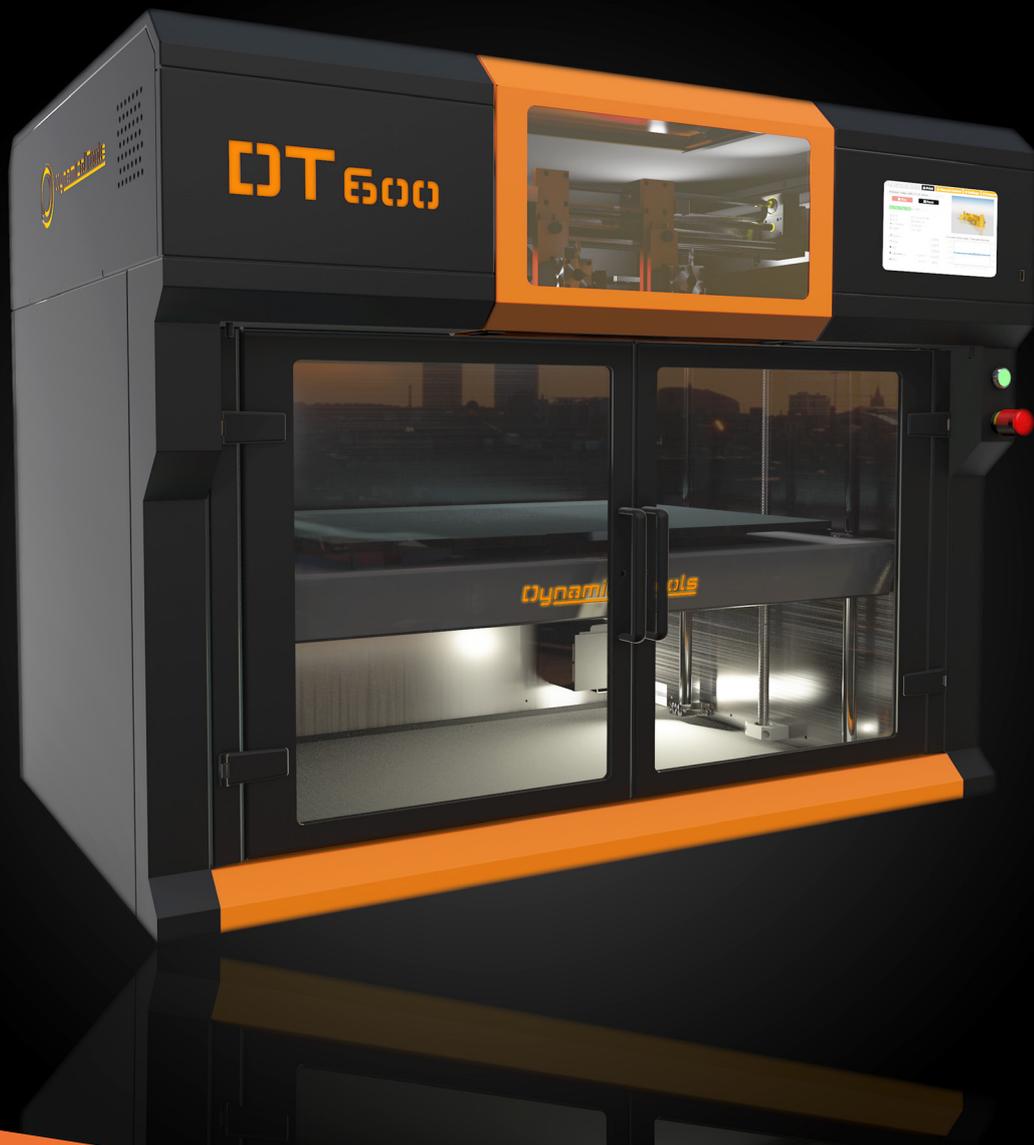
Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura**
Universidad Zaragoza

Anexo VII: Ficha técnica impresora DT600

DynamicalTools



DT 600



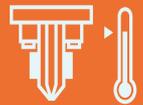
Wi-Fi



Protección de potencia



Procesador 1,6 GHz



Hot-End hasta 500°



Doble cabezal independiente



Fabricación híbrida



Cámara de monitorización



Sistema modular



Nivelación asistida



Entorno calefactado & HB



Notificación PUSH



Mecánica de precisión

Dynamical Tools · Advanced Production Tools S.A

CEEI ARAGON - C/ María de Luna 11, Nave 4 - 50018 Zaragoza - España | info@dynamicaltools.com

+34 608 584 113 | +34 976 514 285

www.dynamicaltools.com



ESPECIFICACIONES DT 600

Electrónica

Alimentación	240V, 50-60Hz
Máximo consumo de energía	3Kw/h
Conectividad	Wifi, Ethernet, Hot Spot, Mobile phone interface
Tipo de Drivers	Industrial Stepper Driver
Tipo de Motor	Industrial Stepper motor
Interface	7" Touch Screen LCD
Procesador	QuadCore 1,6 GHz

Datos de impresión

Precisión de fabricación	Standard ISO 2678-1
Diámetro del filamento	1.75mm
Software	Simplify 3D
Tipos de archivos	STL/OBJ/AMF
Diámetro de cabezal	0.4
*Otros diámetros opcionales	0.2, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2
Extrusor	Doble cabezal independiente
Modos de impresión	Twin Mode - Dual Mode - Single Mode
Materiales	Materiales técnicos como ABS, ASA, HIPS, PC, PP, EP, Wood, Flex, Fibra de carbono, conductivos o magnéticos.

Mecánica

Temperatura máxima de superficie de impresión	150° c
Temperatura máxima de extrusor	500° c.
Estructura de aluminio anodizado	
Sistema de extracción rápida de la superficie de impresión	
Ejes X/Y anti-backlash	
Husillos de bolas con tuerca flotante	
Sistema de guiado lineal de alta precisión	
Asistente de alineación de cabezales	
Sistema de fabricación modular para un bajo mantenimiento	

Dimensiones

Tamaño de impresora	1145X790X930 mm.
Volumen de construcción	600X450X450 mm.

Hotend con separación térmica de titanio
Entorno calefactado - Temperatura interior controlada.

IMPRESIÓN 3D PARA LA INDUSTRIA

Nuestro compromiso es acompañar a nuestros clientes durante la incorporación de la tecnología 3D en cada paso que sea preciso hasta conseguir sus objetivos.

Para ello nuestros productos están dotados de unos servicios imprescindibles ligados a nuestras impresoras como asesoramiento en postprocesados o elección de materiales, logrando la efectividad, producción y satisfacción que buscamos con nuestros clientes.

Iniciativas surgidas en el campo de la impresión 3D para fabricar elementos necesarios en la crisis del coronavirus y propuesta del equipamiento del que debería dotarse un hospital.



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura**
Universidad Zaragoza

Anexo VIII: Ficha técnica impresora HP Multi Jet Fusion 5200

Soluciones de impresión 3D de la serie HP Jet Fusion 5200



Soluciones de impresión 3D de

Impulsa el crecimiento de tu negocio y aumenta la producción con la solución de impresión 3D de plásticos más avanzada de HP

Ideal para entornos de producción medios que producen hasta 200 piezas por semana¹

Más información en:

hp.com/go/3DPrinter5200



Fabricación predecible

- Obtén calidad, desde los detalles finos y las aristas hasta las texturas, y un óptimo rendimiento a nivel industrial OEE.
- Produce piezas funcionales con la mejor isotropía de su clase.
- Maximiza el tiempo de actividad de tus equipos con componentes redundantes y los servicios de mantenimiento preventivo, asistencia y productividad de HP.



Ahorro revolucionario



- La mejor producción de su clase, i producción.

- Tiempo de impresión único, predecible y uniforme para cualquier tipo de pieza.
- Flujo de trabajo optimizado y la impresión 3D continua más económica de HP con sistema automatizado de mezcla de materiales, estación de procesamiento cerrada y unidad de enfriamiento natural.

Soluciones

HP 3D Process Control	HP 3D Center	HP SmartStream 3D Build Mar
 Consigue precisión dimensional y repetibilidad capaces de competir con la maquinaria industrial... más rápidamente.	 Haz un seguimiento, gestiona y optimiza tus procesos 3D con un software que ofrece supervisión remota en tiempo real, notificaciones preventivas y análisis de datos históricos.	 Prepara tus trabajos de impresión de forma rápida y fácil con todos los elementos que necesitas.
 Flexibilidad y agilidad, sin requerir el tiempo, la mano de obra ni los pasos asociados al ajuste fino del moldeo por inyección.		

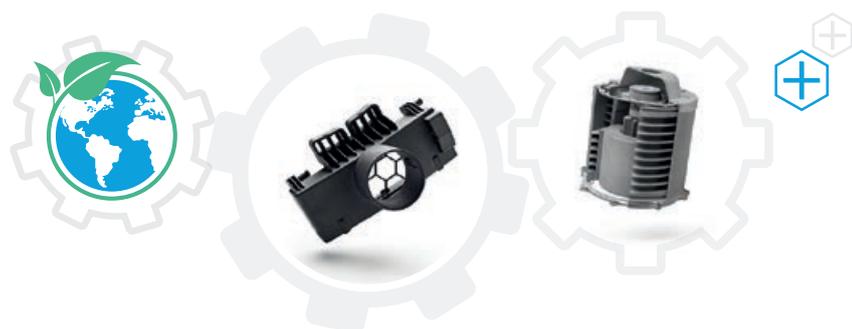
la serie HP Jet Fusion 5200



Entra en nuevas aplicaciones y amplía mercados

ductividad y economía
deal para entornos de

- Abarca más aplicaciones de piezas finales con nuevos niveles de precisión repetible y el mayor ahorro de su clase.
- Produce aplicaciones con propiedades flexibles y elastoméricas mediante el material de TPU.
- Ofrece una variedad de aplicaciones para diversos mercados con los materiales HP 3D de alta reutilización PA 11 y PA 12 hoy, y con nuevos materiales en el futuro¹.
- Cumple tus objetivos de sostenibilidad, con piezas que tienen una menor huella de carbono², y los materiales 3D de HP que ofrecen una reutilización líder del sector¹.



de software

anager

Integración con las soluciones de software líderes del sector

**AUTODESK®
NETFABB®**

Autodesk® Netfabb®
con HP Workspace

materialise
innovators you can count on

Materialise Build Processor
para la tecnología HP Multi Jet Fusion

SIEMENS

Siemens NX AM
para la tecnología HP Multi Jet Fusion

Nuevos materiales y aplicaciones: nuevas oportunidades de crecimiento

Expande tu actividad a nuevas aplicaciones y mercados con una cartera creciente de materiales 3D de HP que te permiten producir una gran variedad de piezas de calidad a bajo coste, así como alcanzar tus objetivos de sostenibilidad con una reutilización líder del sector¹.

Material HP 3D de alta reutilización PA 11: piezas flexibles³ y de calidad

Produce piezas funcionales con resistencia a los impactos y flexibilidad³. Este material termoplástico, fabricado con fuentes renovables⁴, proporciona propiedades mecánicas óptimas y un rendimiento uniforme, líder del sector, en la reutilización del polvo excedente¹.

Declaraciones⁵: biocompatibilidad, REACH, RoHS (para la UE, Bosnia-Herzegovina, China, India, Japón, Jordania, Corea, Serbia, Singapur, Turquía, Ucrania y Vietnam), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), declaración de composición para aplicaciones de juguetes



HP 3D PA 12 de alta reutilización con micro esferas de vidrio: piezas rígidas y de calidad con estabilidad dimensional

Produce piezas rígidas y funcionales a la vez que logra un 70 % de reutilización del polvo sobrante⁸ mediante este material termoplástico compuesto por micro esferas de vidrio. Es ideal para aplicaciones que requieren una alta rigidez, como carcasas, armazones, fijaciones y herramientas.

Declaraciones⁵: REACH, RoHS (para la UE, Bosnia-Herzegovina, China, India, Japón, Jordania, Corea, Serbia, Singapur, Turquía, Ucrania y Vietnam), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), UL 94 y UL 746A

Material HP 3D de alta reutilización PA 12: piezas resistentes de calidad a bajo precio⁶

Reduce el coste total de propiedad⁷ y produce componentes resistentes, funcionales y detallados con el material HP 3D de alta reutilización PA 12, un termoplástico resistente que permite una reutilización del polvo excedente líder del sector¹.

Declaraciones⁵: biocompatibilidad, REACH, RoHS (para la UE, Bosnia-Herzegovina, China, India, Japón, Jordania, Corea, Serbia, Singapur, Turquía, Ucrania y Vietnam), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), declaración de composición para aplicaciones de juguetes, UL 94 y UL 746A



Datos cedidos por cortesía de Prometal3D

Materiales certificados para la impresión 3D HP Jet Fusion

BASF Ultrasint® TPU01: piezas flexibles y funcionales. Produce piezas flexibles mediante este material de TPU, con un alto rendimiento, una calidad y un nivel de detalle excelentes, aptas para una amplia variedad de aplicaciones.



Probado y aprobado únicamente para la compatibilidad con las impresoras 3D HP Jet Fusion®

Guía de selección del portfolio de materiales para impresión 3D de HP

Usos y propiedades	Material HP 3D de alta reutilización PA 11	Material HP 3D de alta reutilización PA 12	HP 3D PA 12 de alta reutilización con micro esferas de vidrio	BASF Ultrasint® TPU01
Ayudas visuales y modelos de presentación	●	●	●	●
Prototipos funcionales	●	●	●	●
Piezas de uso final	●	●	●	●
Estabilidad dimensional	●	●	●	●
Pieza rígida funcional (mayor rigidez)	●	●	●	●
Pieza flexible (mayor elongación a la rotura)	●	●	●	●
Impacto	●	●	●	●
HDT (temperatura de deflexión térmica)	●	●	●	●
Biocompatibilidad médica ⁷ (directrices de USP Clase I-VI y e la FDA de Estados Unidos para dispositivos de superficie cutánea intacta)	●	●	●	●
Apariencia y sensación	●	●	●	●

Excelente
 Adecuado
 Correcto
 No recomendado
 En pruebas

Para obtener más información, visita: hp.com/go/3Dmaterials

Soluciones de procesamiento posterior recomendadas por HP

Solución de teñido Girbau DY130¹⁰

Con 50 años de experiencia en el diseño de equipos industriales y en el sector de los equipos de teñido, Girbau ofrece una solución de posprocesado para el acabado de teñido en las soluciones de impresión 3D de la serie HP Jet Fusion 5200¹⁰.



Para obtener más información, visita: coloringsystem.girbau.com

Maximiza el tiempo de actividad de tus equipos con los servicios de la solución HP Jet Fusion 3D

Explora nuevas oportunidades para aumentar la producción y acelerar el crecimiento con el asesoramiento y la asistencia de los servicios de las soluciones HP Jet Fusion 3D. Maximiza el tiempo de actividad, mejora el conocimiento y las habilidades de los operadores mediante la formación, y trabaja con los expertos en productividad de HP para lograr tus objetivos de fabricación digital. Obtén un acceso ágil a los expertos de HP para la resolución rápida de las incidencias y vuelve a trabajar en el plazo más breve posible.



- Prepara tu empresa para el éxito con los **servicios de productividad para la fabricación digital de HP**, que evalúan la preparación de tus instalaciones y proporcionan las mejores prácticas para el aumento de la producción.
- Mantén el control con los **servicios de formación en impresión 3D de HP**, que ayudan a tus empleados a mejorar el diseño de las piezas, la calidad y rendimiento de la impresión, la resolución de problemas y el rendimiento.
- Confía en los expertos de HP para realizar instalaciones, actualizaciones, reubicaciones y otras tareas con los **servicios de gestión del ciclo de vida de la impresión 3D de HP**, de modo que puedas centrarte en tu negocio.
- Aprovecha las opciones de asistencia remota e in situ que proporcionan los **servicios de asistencia a la impresión 3D de HP**. Vuelve a tener tus equipos a pleno funcionamiento más rápido con el servicio opcional de respuesta en cuatro horas.

Más información en
hp.com/go/3DPrinter5200

Acelera tu transición a la impresión 3D con los servicios financieros de HP

Benefíciate de la tecnología más novedosa para acelerar tu crecimiento, rentabilidad y competitividad.

Aprovecha los servicios financieros de HP para agilizar la obtención de valor. Disfruta de flexibilidad para cumplir tus planes tecnológicos y financieros mientras destinas el dinero a otras prioridades.

Las opciones de financiación incluyen una reducida cuota mensual para las soluciones de impresión 3D de la serie HP Jet Fusion 5200, que te ofrecen flexibilidad para:

- Evitar tener que efectuar un gran desembolso de efectivo por adelantado
- Ajustar los pagos con los ingresos mediante el uso de opciones de pago diferido o escalonado
- Simplificar tu administración: combina hardware y servicios en un mismo contrato
- Cambiar a medida que evolucionen tus necesidades, actualizando tus equipos cada 3–5 años

Las ofertas de financiación y servicios se encuentran disponibles a través de la compañía de servicios financieros de Hewlett-Packard y sus filiales y afiliados (conocidos en su conjunto como HPFSC) en algunos países, y se encuentran sujetas a la aprobación del crédito y la firma de la documentación estándar que solicita HPFSC. Los intereses y las condiciones se basan en la calificación de solvencia del cliente, los tipos de oferta, los tipos de servicios y/o equipos y las opciones. No todos los clientes son elegibles. No todos los servicios están disponibles en todos los países. Pueden aplicarse otras restricciones. HPFSC se reserva el derecho de cambiar o cancelar este programa sin aviso previo.

Más información en
hp.com/go/3DIntegratedFinancialSolutions

HP 3D como servicio (HP 3DaaS)¹¹: Obtén nuevos niveles de predicción de costes con la flexibilidad de escalar tu negocio a medida que crece

En el actual entorno empresarial, el modelo de negocio de «pago por uso» ofrece muchas ventajas si se orienta a los resultados. Los costes de capital se transforman en costes operativos, que se reparten a lo largo del tiempo. El pago por uso se centra en los resultados de negocio y no en los equipos o las transacciones.

Las soluciones de impresión 3D HP Jet Fusion están reinventando el diseño y la fabricación. Permiten la aceleración de los ciclos de diseño, la impresión de piezas funcionales a todo color¹² e incluso una producción en serie eficiente con piezas de calidad uniforme.

Acelera la transformación digital de tu fabricación con HP 3DaaS:

- **Predecible:** el precio basado en el uso por unidad producida con éxito¹³ te ofrece más seguridad respecto a tus costes variables
- **Cómodo:** la simplificación de la gestión de los pedidos y el inventario de consumibles ofrece nuevas eficiencias operativas
- **Asequible:** el pago mensual evita la inversión inicial y contribuye a ajustar tus costes directamente con tus ingresos¹⁴

HP 3DaaS Base incluye:

- Reabastecimiento automático de los consumibles 3D de HP
- Servicios de asistencia a la impresión 3D de HP, con asistencia remota y en tus instalaciones
- Panel de control en línea para un seguimiento fácil y cómodo de la facturación y el uso

Para obtener más información, ponte en contacto con tu representante comercial de HP en hp.com/go/3DaaS

Especificaciones técnicas

Impresoras 3D de la serie HP Jet Fusion 5200

Rendimiento de la impresora	Tecnología	Tecnología HP Multi Jet Fusion
	Volumen de producción efectivo	380 × 284 × 380 mm (15 × 11,2 × 15 pulgadas)
	Velocidad de producción ¹⁵	Hasta 5058 cm ³ /hr (309 in ³ /h)
	Grosor de la capa	0,08 mm (0,003 in)
	Resolución de impresión (x, y)	1200 ppp
Dimensiones (ancho × largo × alto)	Impresora	2210 × 1268 × 1804 mm (87 × 50 × 71 pulgadas)
	Envío	2300 × 1325 × 2027 mm (91 × 52 × 80 pulgadas)
	Área de funcionamiento	3700 × 3700 × 2500 mm (146 × 146 × 99 pulgadas)
Peso	Impresora	880 kg (1940 lb)
	Unidad de fabricación	140,5 kg (309,7 lb)
	Envío	1037,5 kg (2287 lb)
Red¹⁶	Gigabit Ethernet (10/100/1000Base-T), compatible con los siguientes estándares: TCP/IP, DHCP (solo IPv4) y TLS/SSL	
Disco duro	Disco duro de 1 TB con cifrado automático (AES 256)	
	Disco duro de 1 TB con cifrado automático (AES 256), conforme con TGC-OPAL 2.01	
Software	HP 3D Process Control, HP 3D Center, HP SmartStream 3D Build Manager y HP SmartStream 3D Command Center	
	Formatos de archivo compatibles	3MF, STL, OBJ y VRML (v2.0)
	Software certificado de otras empresas	Autodesk® Netfabb® para HP Workspace, Materialise Build Processor para la tecnología HP Multi Jet Fusion y Siemens NX AM para la tecnología HP Multi Jet Fusion
Alimentación	Consumo	12 kw ¹⁷
	Requisitos	De 380 a 415 V (línea a línea), 50 A máx., 50/60 Hz De 200 a 240 V (línea a línea), 80 A máx., 50/60 Hz
Certificaciones y declaración	Seguridad	Conformidad con IEC 60950-1+A1+A2; EE. UU. y Canadá (con certificación de UL); UE (conformidad LVD y MD, EN 60950-1, EN 12100-1, EN 60204-1 y EN 1010)
	Compatibilidad electromagnética	Conformidad con los requisitos de la Clase A, incluidos: EE. UU. (normas FCC), Canadá (ICES), UE (Directiva EMC), Australia (ACMA), Nueva Zelanda (RSM) y Corea (KCC)
	Información medioambiental	REACH
Garantía y asistencia	Un año de garantía de hardware limitada	

Estaciones de procesamiento 3D de la serie HP Jet Fusion 5200

Funciones	Mezclado, carga y tamizado automatizado; desempaqueado semimanual; contenedor de almacenamiento externo automatizado	
Dimensiones (ancho × largo × alto)	Estación de procesamiento	2990 × 934 × 2400 mm (117,7 × 36,8 × 94,5 in)
	Envío	2389 × 1176 × 2182 mm (94 × 46,3 × 85,9 in)
	Área de funcionamiento	3190 × 2434 × 2500 mm (125,6 × 95,8 × 99 in)
Peso	Estación de procesamiento	485 kg (1069 lb)
	Cargada	620 kg (1366 libras)
	Envío	620 kg (1366 libras)
Alimentación	Consumo	2,6 kW (normal)
	Requisitos	Voltaje de entrada monofásico de 200 a 240 V (línea a línea), 19 A máx., 50/60 Hz (línea neutral), 14 A máx., 50 Hz
Certificaciones y declaración	Seguridad	Conformidad con UL 2011, UL508A, NFPA 70 / NFPA 79, C22.2 N.º 14-13; EE. UU. y Canadá (con certificación de UL); UE (conformidad MD, EN 60204-1, EN 12100-1, EN 1127-1, EN-ISO 11201 y EN 1010)
	Compatibilidad electromagnética	Conformidad con los requisitos de la Clase A, incluidos: EE. UU. (normas FCC), Canadá (ICES), UE (Directiva EMC), Australia (ACMA), Nueva Zelanda (RSM) y Corea (KCC)
	Información medioambiental	REACH
Garantía y asistencia	Un año de garantía de hardware limitada	

Impresora con seguridad dinámica habilitada. Solo está diseñada para ser utilizada con cartuchos que incorporan un chip original de HP. Es posible que los cartuchos que incorporan un chip que no sea de HP no funcionen, y los cartuchos que funcionan actualmente pueden no funcionar en el futuro.
Más información en: hp.com/go/learnaboutsplies

Para más información, visita:
hp.com/go/3DPrinter5200
hp.com/go/3DPrint

Ponte en contacto con un experto en impresión 3D de HP o suscríbete a las últimas noticias sobre la impresión 3D de HP Jet Fusion:
hp.com/go/3Dcontactus



Proyecto cofinanciado por Minetur-SETSI TSI-100802-2014-1



Información sobre pedidos

Impresora	3FW25A	Impresora 3D HP Jet Fusion 5200
Accesorios	3FW27A	Estación de procesado 3D HP Jet Fusion 5200
	3FW29A	Unidad de fabricación 3D HP Jet Fusion 5200
	4QG11A	Kit de inicio para el contenedor de almacenamiento externo 3D HP Jet Fusion 5200
	MOP54B	Paquete de 5 unidades del contenedor de almacenamiento externo 3D de las series HP Jet Fusion 5200/4200
	5ZR21A	Semáforo 3D HP Jet Fusion 5200
	4QG10A	Unidad de enfriamiento natural 3D HP Jet Fusion 5200
	5ZR22A	Kit de inicio para la unidad de enfriamiento natural 3D HP Jet Fusion 5200
	5ZR19A	Kit de instalación de la impresora 3D HP Jet Fusion 5210
	5ZR23A	Kit de instalación de la impresora 3D HP Jet Fusion 5210 Pro
	5ZR20A	Kit de instalación de la estación de procesado 3D HP Jet Fusion 5210
	5ZR24A	Kit de instalación de la estación de procesado 3D HP Jet Fusion 5210 Pro
	3WL35A	Paquete de 3 unidades de carga de materiales 3D de la serie HP Jet Fusion 5200/4200 ¹⁸
	3FW24A	Paquete de 3 unidades de carga de materiales 3D de la serie HP Jet Fusion 5200/4200 ¹⁸
	UB8N4E	Servicio de kit de limpieza de consumibles a largo plazo de HP para la estación de procesado/unidad de fabricación 3D de la serie HP Jet Fusion 5200
	Impresora HP OfficeJet 7740 Wide Format All-in-One	Para obtener más información sobre la disponibilidad en tu región, consulta con tu especialista en impresión 3D de HP local
Accesorios recomendados de otros fabricantes	Howmand Forklift 5200	Consulta con tu especialista en impresión 3D de HP local
	Solución de teñido Girbau DY130 ¹⁰	Consulta con tu especialista en impresión 3D de HP local
Cabezales de impresión Originales HP	F9K08A	Cabezal de impresión HP 3D600

Certificaciones medioambientales



- Una experiencia más limpia y confortable con el sistema de impresión cerrado y la gestión del material automatizada¹⁹
- Residuos mínimos gracias a la reutilización del polvo líder del sector³
- Programa de recolección de los consumibles elegibles disponible en algunos países²⁰

No olvides reciclar tu hardware de impresión y los consumibles de impresión elegibles. Descubre cómo en nuestra página web: hp.com/ecosolutions

Agentes Originales HP	V1Q63A	Agente de fusión HP 3D700 de 5 litros
	V1Q64A	Agente de detalle HP 3D700 de 5 litros
Otros consumibles	V1Q66A	Rodillo de limpieza HP 3D600
Materiales 3D de alta reutilización Originales HP²¹	V1R10A	Material HP 3D de alta reutilización PA 12 de 30 litros (13 kg)
	V1R16A	Material HP 3D de alta reutilización PA 12 de 300 litros (130 kg)
	V1R34A	Material HP 3D de alta reutilización PA 12 de 300 litros (130 kg) ²²
	V1R20A	Material HP 3D de alta reutilización PA 12 de 1400 litros (600 kg) ^{18, 23, 24}
	V1R12A	Material HP 3D de alta reutilización PA 11 de 30 litros (14 kg)
	V1R18A	Material HP 3D de alta reutilización PA 11 de 300 litros (140 kg)
	V1R36A	Material HP 3D de alta reutilización PA 11 de 300 litros (140 kg) ²²
	V1R24A	Material HP 3D de alta reutilización PA 11 1700 (750 kg) ^{18, 23, 24, 25}
	V1R11A	HP 3D PA 12 de alta reutilización con micro esferas de vidrio de 30 litros (15 kg)
	V1R22A	HP 3D PA 12 de alta reutilización con micro esferas de vidrio de 300 litros (150 kg)
	V1R35A	Material de producción HP 3D PA 12 de alta reutilización con micro esferas de vidrio de 300 litros (150 kg) ²²
	V1R23A	HP 3D PA 12 de alta reutilización con micro esferas de vidrio de 1400 litros (700 kg) ^{18, 24}
	Materiales certificados para la impresión 3D HP Jet Fusion⁹	BASF Ultrasilent [®] 3D TPU01 ¹¹
Servicios para la solución HP Jet Fusion 3D	UB4P2E	Servicio de nivel 1 de evaluación de la preparación del emplazamiento de fabricación digital de HP para las soluciones de impresión 3D HP Jet Fusion de las series 5200/4200
	UB6Y0E	Servicio de preparación para la impresión de HP para la solución de impresión 3D HP Jet Fusion de la serie 5200
	UB4P0E	Servicio de transición a la tecnología de fabricación digital de HP para las soluciones de impresión 3D HP Jet Fusion de las series 5200/4200
	UC0C4E	Servicio de implementación del software de control de procesos 3D de HP para las impresoras 3D HP Jet Fusion de la serie 5200
	UB9V8E	3 años de asistencia de hardware Production Care in situ al siguiente día laborable de HP con DMR* para la impresora 3D HP Jet Fusion 5200
	UB9X6E	3 años de asistencia de hardware Production Care in situ al siguiente día laborable de HP para la unidad de fabricación 3D HP Jet Fusion 5200
	UB7R3E	3 años de asistencia de hardware Foundation and Production Care in situ al siguiente día laborable de HP para la estación de procesado 3D HP Jet Fusion 5200
	UB4P5E	1 año de asistencia prioritaria de HP para las soluciones de impresión 3D HP Jet Fusion de las series 5200/4200

*DMR: retención de soporte defectuoso

¹ Reutilización del polvo excedente líder del sector basada en el uso del material HP 3D de alta reutilización PA 11 y PA 12 con las densidades de empaquetado recomendadas y en comparación con la tecnología de sinterizado selectivo por láser (SSL). Ofrece una excelente reutilización del polvo excedente sin sacrificar el rendimiento mecánico. Pruebas realizadas de acuerdo con los estándares ASTM D638, ASTM D256, ASTM D790 y ASTM D648 usando un escáner 3D. Pruebas supervisadas mediante controles de procesos estadísticos.

² Baja huella de carbono por pieza impresa con HP Multi Jet Fusion en tiradas de 1500 unidades o menos, en comparación con piezas moldeadas por inyección. Datos obtenidos de un estudio de evaluación del ciclo de vida revisado por expertos y que cumple con la norma ISO 14040/44.

³ Probado de acuerdo con ASTM D638, ASTM D256 y ASTM D648 usando HDT a diferentes cargas con un escáner 3D para la estabilidad dimensional. Pruebas supervisadas mediante controles de procesos estadísticos.

⁴ El polvo HP 3D de alta reutilización PA 11 se elabora con un contenido de carbono 100 % renovable derivado de plantas de ricino cultivadas sin OGM (organismos genéticamente modificados) en áreas áridas que no compiten con los cultivos alimentarios. El material HP 3D de alta reutilización PA 11 se fabrica con fuentes renovables y se puede producir junto con algunas fuentes no renovables. Un recurso renovable es un recurso orgánico natural que se puede renovar a la misma velocidad a la que se consume. El contenido renovable representa la cantidad de átomos de carbono en la cadena procedentes de fuentes renovables (en este caso, semillas de ricino) de acuerdo con el estándar ASTM D6866.

⁵ Para obtener más información, visita hp.com/go/statementsPA11, hp.com/go/statementsPA12, y hp.com/go/statementsPA12GB.

⁶ Basado en pruebas internas y datos públicos sobre las soluciones disponibles en el mercado en abril de 2016. Análisis de costes basado en: precio de configuración de la solución estándar, precio de los consumibles y costes de mantenimiento recomendados por el fabricante. Criterios de coste: impresión de 1,4 cámaras de producción al día/5 días a la semana a lo largo de un año de piezas de 30 cm³ al 10 % de densidad de empaquetado en el modo de impresión rápida usando el material HP 3D de alta reutilización PA 12 y la tasa de reutilización del polvo recomendada por el fabricante, e imprimiendo de acuerdo con determinadas condiciones de fabricación y geometría de las piezas.

⁷ En comparación con las tecnologías de sinterizado selectivo por láser (SSL) y modelado por deposición fundida (MDF), la tecnología HP Multi Jet Fusion puede reducir los requisitos de energía generales necesarios para lograr una fusión completa y reducir los requisitos del sistema para grandes hornos sellados al vacío. Además, la tecnología HP Multi Jet Fusion utiliza menos energía de calentamiento que los sistemas de SSL con el fin de mejorar las propiedades y tasas de reutilización de los materiales y reducir al mínimo los residuos.

⁸ Las soluciones de impresión 3D HP Jet Fusion que usan HP 3D PA 12 de alta reutilización con micro esferas de vidrio ofrecen un 70 % más de reutilización del polvo excedente, produciendo piezas funcionales en cada lote. En el caso de las pruebas, se envejece el material en condiciones de impresión reales y se realiza un seguimiento del polvo por generaciones (en el peor de los escenarios para reciclar). A continuación, se fabrican piezas de cada generación y se prueban sus propiedades mecánicas y su precisión.

⁹ Ninguna información contenida en este documento debe interpretarse como una garantía adicional de HP. Las únicas garantías de los productos y servicios de HP quedan establecidas en las declaraciones de garantía expresa que acompañan a dichos productos y servicios, y en los contratos escritos entre el cliente y HP en referencia a dichos productos y servicios de HP. HP considera que la información contenida en este documento es correcta según el estado actual del conocimiento científico y la fecha de su publicación. Sin embargo, en la medida en que lo permita la legislación vigente, HP RENUNCIA EXPLÍCITA O IMPLÍCITA, RESPECTO A LA PRECISIÓN, INTEGRIDAD, NO INFRACCIÓN DE DERECHOS, COMERCIALIZACIÓN E IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO CONCRETO (INCLUSO SI HP ES CONSCIENTE DE DICHO PROPÓSITO) CON RESPECTO A CUALQUIER INFORMACIÓN PROPORCIONADA. Excepto en la medida en que lo impida la ley, HP no se responsabiliza de errores u omisiones técnicos o editoriales que puedan existir en esta información, que está sujeta a cambios sin aviso previo. HP no se responsabiliza de los daños o pérdidas de cualquier tipo que puedan producirse como resultado del uso o la confianza en esta información. Los materiales de impresión 3D HP Jet Fusion no han sido diseñados, fabricados o probados por HP con el fin de que cumplan los requisitos legales para piezas impresas específicas en 3D y sus usos. Los destinatarios son responsables de determinar la adecuación de los materiales de impresión HP Jet Fusion a sus propósitos y usos, garantizando el cumplimiento de las leyes y reglamentos aplicables y teniendo en cuenta las consideraciones de seguridad o rendimiento que puedan derivar del uso, manipulación o almacenamiento del producto.

¹⁰ Este producto solo está disponible en Europa y en América. HP no diseña, fabrica ni vende el producto de Girbau ni ofrece ninguna garantía para los productos de Girbau. HP considera que la información contenida en este documento es correcta según el estado actual del conocimiento científico y la fecha de su publicación. Sin embargo, en la medida en que lo permita la legislación vigente, HP RENUNCIA DE FORMA EXPRESA A CUALQUIER REPRESENTACIÓN O GARANTÍA, EXPLÍCITA O IMPLÍCITA, RESPECTO A LA PRECISIÓN, INTEGRIDAD, NO INFRACCIÓN DE DERECHOS, COMERCIALIZACIÓN E IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO CONCRETO (INCLUSO SI HP ES CONSCIENTE DE DICHO PROPÓSITO) CON RESPECTO A CUALQUIER INFORMACIÓN PROPORCIONADA. Excepto en la medida en que lo impida la ley, HP no se responsabiliza de errores u omisiones técnicos o editoriales que puedan existir en este documento ni de los daños o pérdidas de ningún tipo o naturaleza que resulten del uso o la confianza en esta información, que está sujeta a cambios sin previo aviso. Los destinatarios del producto Girbau son responsables de determinar la idoneidad de los productos Girbau con los productos HP Jet Fusion 3D, garantizar el cumplimiento de las leyes y regulaciones aplicables y ser conscientes de que pueden surgir otras consideraciones de seguridad o rendimiento al usar, manipular o almacenar el producto.

¹¹ HP 3DaaS Base está disponible actualmente en Estados Unidos, Canadá, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y el Reino Unido.

¹² Las piezas a todo color solo están disponibles con las impresoras 3D a color HP Jet Fusion.

¹³ Una unidad producida con éxito es un trabajo de impresión que finaliza con el código de salida vjob_completed_successfully.

¹⁴ El precio por uso indicado de HP 3DaaS Base es válido durante un año.

¹⁵ Basado en el uso del material 3D HP de alta reutilización PA 12, con un grosor de la capa de 0,11 mm (0,0043-in) y 8,45 s/capa.

¹⁶ La solución de impresión 3D HP Jet Fusion debe conectarse a HP Cloud para garantizar el funcionamiento correcto de la impresora y ofrecer una mejor asistencia.

¹⁷ Potencia media para el material 3D HP de alta reutilización PA 11 y PA 12 en modo de impresión equilibrado.

¹⁸ Este número de producto es vendido directamente por HP.

¹⁹ En comparación con el proceso de recuperación de impresión manual utilizado por otras tecnologías basadas en polvo. El término «más limpio» no se refiere a los requisitos de calidad del aire en interiores ni está relacionado con las normativas de calidad del aire o las pruebas que puedan aplicarse.

²⁰ Los consumibles de impresión aptos para el reciclaje varían según la impresora. Para saber cómo participar y conocer la disponibilidad del programa HP Planet Partners, visita hp.com/recycle; es posible que este programa no esté disponible en tu zona. En los lugares donde este programa no está disponible, y para otros consumibles no incluidos en el programa, consulta con las autoridades locales de gestión de residuos cuál es el método apropiado para desecharlos.

²¹ «Litros» hace referencia al tamaño del contenedor de materiales, no al volumen de los mismos. El volumen de los materiales se mide en kilogramos.

²² Solo compatible con las soluciones de impresión 3D HP Jet Fusion 5210/5210 Pro.

²³ Solo compatible con la solución de impresión 3D HP Jet Fusion 5210 Pro.

²⁴ Requiere equipo adicional para la gestión de los materiales.

²⁵ Se prevé que esté ampliamente disponible en el primer semestre de 2020.

