

INFORME TRIMESTRAL

ENERO-MARZO 2021

PROGRAMA PIDDE

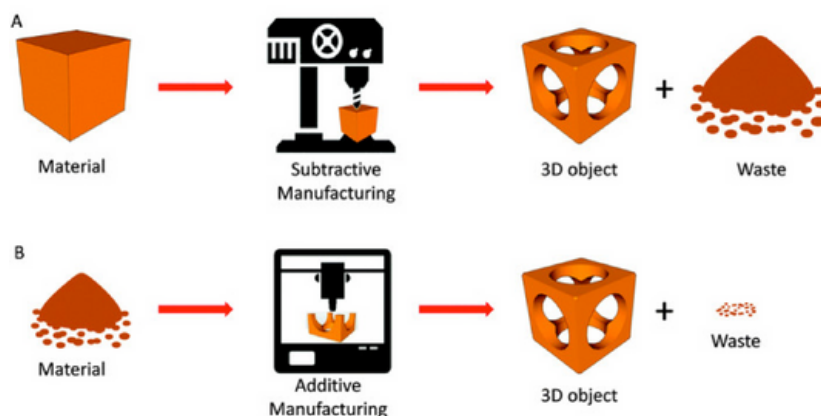
A close-up photograph of a 3D printer in operation. The printer's nozzle is positioned above a partially completed cylindrical object with a blue and white vertical striped pattern. The printer's frame and various mechanical components are visible in the background, which is softly blurred. The lighting is warm, highlighting the texture of the printed material.

MATERIALES
AVANZADOS



INFORME DE TENDENCIAS 4

La Fabricación Aditiva (FA) es una tecnología que consiste en la fabricación de productos o componentes que consiste en la generación de un objeto en tres dimensiones a partir de la superposición de capas de material. A partir de un modelo en forma de datos se procesa el material a escala micrométrica para, capa a capa, generar el modelo real en tres dimensiones. Se define como aditiva porque el material se añade secuencialmente, en contraposición a la manufactura más tradicional (sustractiva) donde se quita material de un bloque sólido hasta quedar con la pieza final. Ejemplos de manufactura sustractiva son el torneado, el CNC o los procesos de corte en general como corte láser, corte por chorro de agua, corte por mecanizado...



COMPARATIVA FABRICACIÓN TRADICIONAL (A) VS FABRICACIÓN ADITIVA (B).

De esta manera, múltiples capas de un material se apilan hasta dar la forma definitiva al objeto que se esté construyendo, pudiendo variar el tipo de material, la altura de las capas, la manera en la que las capas se depositan unas sobre otras...

La fabricación aditiva está considerada como una de las tecnologías habilitadoras en el proceso de evolución y convergencia de las empresas del sector del plástico hacia el concepto de Industria 4.0. Esta tecnología permite fabricar piezas funcionales y con alto valor añadido, convirtiéndose en competencia de los procesos tradicionales de mecanizado y conformado. Comparada con las técnicas de fabricación tradicionales, esta tecnología reduce procesos intermedios como la producción de utillajes, por lo que permite obtener piezas hasta un 90% más rápido. Es más, al utilizar únicamente el material para la fabricación de la pieza no se generan deshechos, los componentes tienen un coste menor y se produce de manera más sostenible.

Debido a la evolución que ha experimentado dicha tecnología tanto en las máquinas impresoras 3D, como en los materiales de aporte (metálicos, plásticos, fibras, polímeros, etc.), hoy en día se presenta como una revolución industrial en cada vez más sectores industriales (biomedicina, aeroespacial, automoción, arquitectura, etc.) para la fabricación de prototipos o piezas funcionales de alto valor añadido.

Esta tecnología va de la mano de la creciente digitalización en últimas décadas, donde el uso de computadoras ha sustituido prácticamente por completo los antiguos procesos de las oficinas técnicas. La utilización de sistemas de simulación ingenieril (CAE) ha renovado los procesos de innovación y control de calidad. Incluso los sistemas de control de procesos de producción, han permitido optimizar la producción por encima de los límites considerados anteriormente.

La fabricación aditiva resuelve los conflictos entre diseño y producción, y suma otros valores, que han hecho que muchas empresas se centren en el desarrollo de esta tecnología.

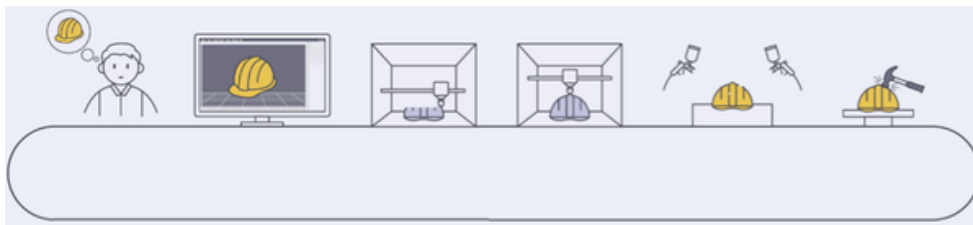
El sector de la producción por adición ha experimentado un crecimiento destacado en los últimos años debido a la rapidez, precisión y ahorro que permite. De hecho, según un estudio de mercado elaborado a partir de los datos del Wohlers Report 2020, el mercado mundial de la manufactura aditiva mueve cerca de 1.400 millones de dólares anuales. Cifra que se espera continúe creciendo en los próximos años.

Proceso de la FA.

El proceso de fabricación aditiva empieza con un modelo 3D de la pieza, que puede venir directamente del diseño realizado en oficina técnica o bien del escaneado de una determinada pieza. Éste, se transforma generalmente en un fichero digital en formato STL o AMF que representa la pieza mediante una malla triangular. Dependiendo de la tecnología, se debe incluir geometría auxiliar (soportes) para garantizar la fabricación.

Una vez se dispone del fichero STL verificado, se divide en finísimas capas. Este proceso de capeado se realiza en un software específico para estas tecnologías.

Dicho fichero se transmite a la máquina o impresora 3D, donde se asignan los parámetros de fabricación (los cuales dependen del tipo de tecnología de fabricación aditiva a utilizar y del material) y se procede a su fabricación. Cuando finaliza la fabricación, se extrae la pieza de la máquina, y se eliminan los soportes. Dependiendo de la tecnología de fabricación aditiva, del material y de los requerimientos de los clientes, será necesario aplicar algún postproceso, ya sea mecánico, químico o térmico, para el acabado final de la pieza o el prototipo, mejorando la calidad superficial o la resistencia del mismo.



ESQUEMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN ADITIVA.

Sectores de aplicación de la FA.

En general la fabricación aditiva se emplea para:

- Prototipos: piezas únicas o series cortas que no es posible fabricar de otra manera o que implicarían el uso de moldes caros.
- Pieza Funcional: piezas de alto valor añadido que no es posible fabricar de otra manera.
- Recubrimientos: aplicación de otros materiales a un sustrato al que aportan características distintivas, como pueden ser resistencia al desgaste, a la oxidación o al calor.

- Reparaciones: arreglos en piezas de alto valor añadido o elevado coste de producción que han sufrido desperfectos que si se repararan evitarían la fabricación total de la pieza.

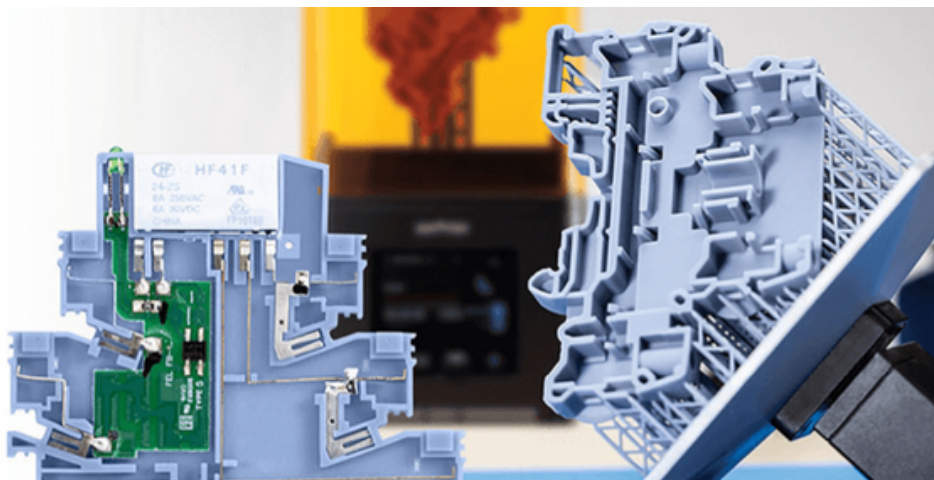
Los sectores de aplicación de la fabricación aditiva están estrechamente relacionados con la selección de materiales y tecnologías. Algunas de las principales aplicaciones de la tecnología de fabricación aditiva se clasifican por campo de especialización, como:

Productos de consumo electrónicos.

Este sector utiliza la fabricación aditiva para obtener prototipos y modelos de multitud de artículos para el hogar, equipos deportivos, juguetes, etc. Es el principal demandante de tecnologías de fabricación aditiva que permitan la fabricación digital directa de componentes finales con una alta complejidad geométrica y con necesidades de personalización.

En cuanto se consiga procesar materiales flexibles flexible y en pequeños espesores, los productos de consumo relacionados con la fabricación de textiles y el calzado empezaran a fabricarse de forma aditiva.

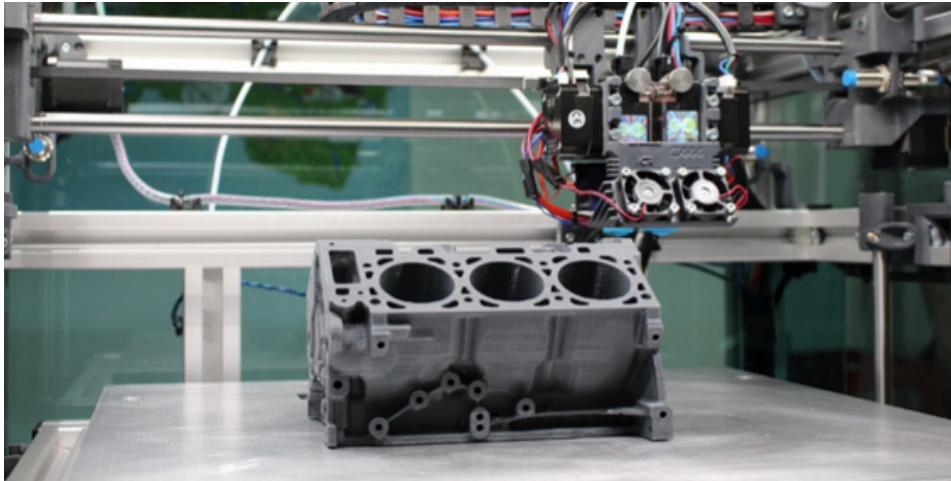
Los dispositivos y componentes electrónicos pueden beneficiarse de la deposición de materiales conductores mediante la impresión de componentes pasivos de circuitos como resistencias, condensadores y bobinas, diodos, diodos emisores de luz orgánicos (OLED) y las interconexiones de circuito.



FABRICACIÓN ADITIVA DE CARCASAS PARA COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Automoción.

En este sector se utiliza la fabricación aditiva mediante prototipos que permitan validar procesos de ingeniería y en especial procesos de diseño funcional y estético de componentes. La producción de piezas finales no es un hecho todavía, solo se utiliza en personalización de ciertos elementos en vehículos especiales. Se espera que los nuevos desarrollos de materiales y su aplicación en máquinas de gran tamaño y de alta velocidad puedan favorecer su utilización con los criterios de exigencia de producción de este sector.



FABRICACIÓN ADITIVA PARA PRODUCTOS DE AUTOMOCIÓN.

Medicina.

La aplicación de la fabricación aditiva en medicina permite la obtención de modelos físicos 3D a partir del procesamiento de imágenes médicas (escaneado 3D, TAC) y su aplicación en diferentes especialidades.

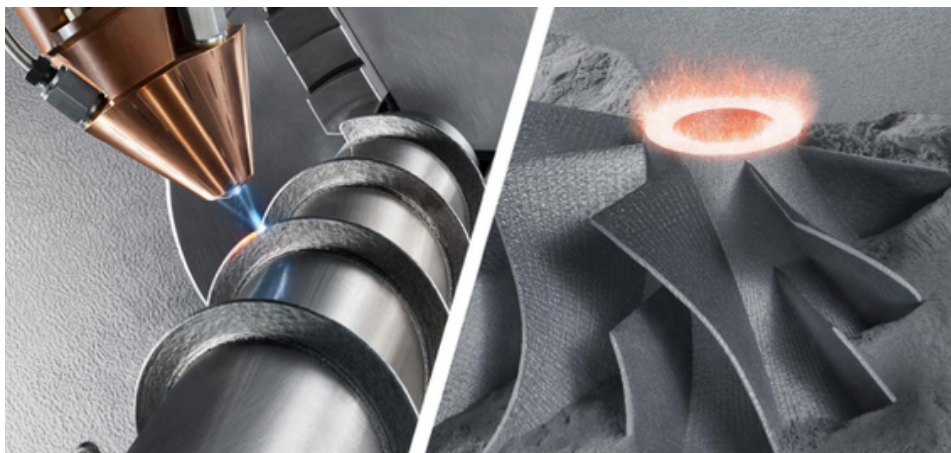
La utilización de tecnologías aditivas de prototipado rápido permiten que los procesos de planificación preoperatoria, producción de prótesis, preparación de plantillas y guías quirúrgicas se realicen con mayor calidad del diagnóstico, con mayor seguridad de la cirugía, menor tiempo y, con un coste inferior al obtenido mediante la utilización de tecnologías de fabricación convencionales. En el caso de los implantes específicos y personalizados se ha conseguido una óptima planificación del proceso de cirugía y una reducción del tiempo operatorio.



FABRICACIÓN ADITIVA PARA SECTOR SANITARIO.

Aeroespacial.

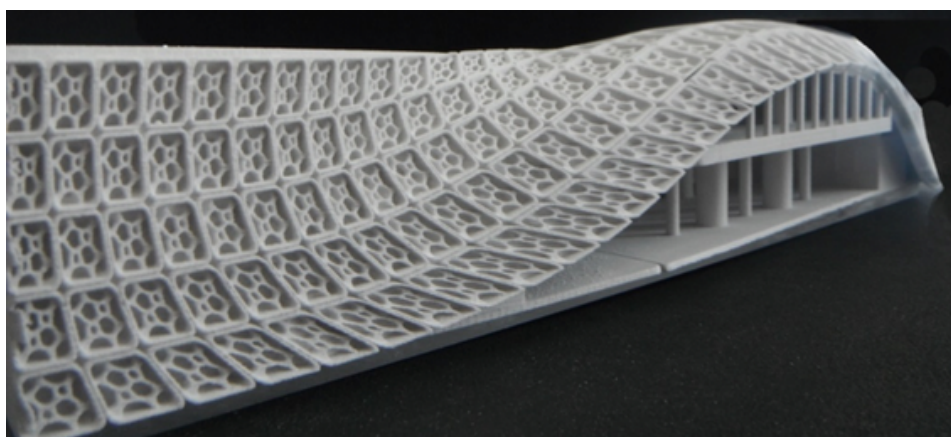
Este mercado exige que la fabricación aditiva responda a altas exigencias de comportamiento mecánico y térmico, reducción de peso y mínimas pérdidas de material de ciertos componentes, tanto en materiales poliméricos como metálicos, principalmente titanio y aleaciones de níquel. La sinterización selectiva de polvo metálico se ha convertido en una solución de fabricación, reparación y mantenimiento de ciertos componentes, como alabes de turbinas, así como para la fabricación de utillaje aeronáutico de alto valor añadido.



FABRICACIÓN ADITIVA PARA SECTOR AEROSPAECIAL.

Arquitectura.

La fabricación de maquetas y prototipos en el ámbito de la arquitectura y la construcción ha tenido, y tiene todavía, una componente artesanal muy importante. El desarrollo de los sistemas de diseño asistido, con su consiguiente evolución hacia los sistemas de modelado sólido y los actuales sistemas BIM en edificación, ha permitido obtener maquetas digitales, infografías y animaciones virtuales de los proyectos con una calidad muy atractiva. Sin embargo, todavía no se puede decir lo mismo respecto de las maquetas físicas, obtenidas a partir de ese modelo digital del proyecto a través de máquinas de construcción aditiva de maquetas y prototipos. La impresión 3D puede convertirse en el complemento imprescindible de estudios de arquitectos y diseñadores.



APLICACIONES DE LA FABRICACIÓN ADITIVA PARA LA ARQUITECTURA.

Tipos de tecnologías de fabricación aditiva.

Existen múltiples tecnologías que forman todo el catálogo de posibilidades dentro de la fabricación aditiva. Estos procesos suelen tener una denominación que describe el proceso y crea una marca asociada a una empresa. Por eso, dependiendo de la compañía dedicada al campo de la fabricación aditiva se pueden ver muchos nombres como LENS, EBM, SLA, SLS, etc. Muchos de estos nombres han cobrado relevancia por el hecho de ser comercializados por empresas punteras del sector o por haber sido desarrollados antes que otros, hecho que los convirtió en el primer proceso de un tipo concreto y que por tanto, su nombre comercial dio nombre al proceso a falta de un consenso para nombrar las tecnologías de fabricación aditiva.

A medida que se ha desarrollado esta tecnología se ha procedido a una estandarización de ciertos parámetros que facilitan la aplicación y desarrollo de la técnica en cuestión. Por ello, las principales organizaciones de

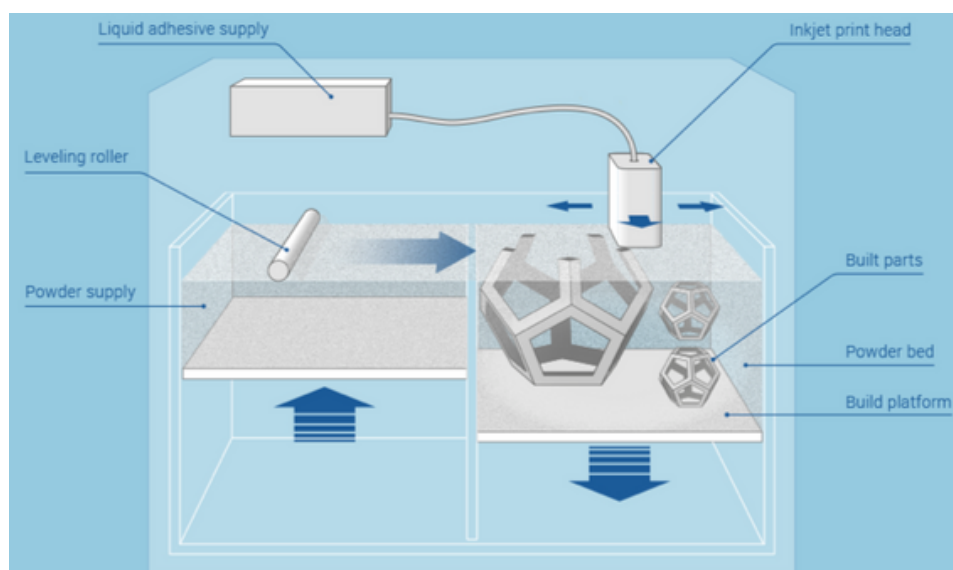
estandarización, lideradas por la ASTM (American Society for Testing and Materials) han generado diversas normas y estándares sobre la fabricación aditiva. Así, según las características principales de cada tecnología, se la FA se puede agrupar en siete categorías.

BINDER JETTING.

Descripción.

Los procesos de tipo inyección de aglutinante son una mezcla entre la inyección de material y la fusión de lecho de polvo. Un cabezal aplica un líquido aglutinante de forma selectiva sobre una capa de polvo de tal manera que se consigue un aglomerado de líquido curado y polvo con la forma de la sección transversal de la pieza. Terminada una capa, la máquina extiende una nueva capa de polvo y se repite el proceso. Con este tipo de tecnología se puede trabajar con una gran variedad de materiales, además de producir piezas de colores.

En el caso de los metales, es necesario un trabajo posterior para darle propiedades mecánicas, ya que la pieza formada por polvo aglomerado es frágil debido a la cantidad de poros en su interior. Lo más común es infiltrar otro material que rellene esos poros y que haga aumentar la resistencia de la pieza. En el caso del plástico, la necesidad de trabajo posterior es más reducida, ya que en la mayoría de casos solo es necesario, además de la limpieza del polvo sobrante, una capa protectora (de laca por ejemplo) que fortalezca la superficie.



PROCESO DE INYECCIÓN DE AGLUTINANTE. BINDER JETTING.

Materiales.

Se puede utilizar una amplia gama de materiales, según la aplicación que le vayamos a dar. Generalmente, el agente aglutinante es del tipo resina, con propiedades adhesivas o curable ante alguna fuente de energía (luz, calor...). Como material base se puede utilizar polvo polimérico, para el desarrollo de modelos, prototipos, etc. También se trabaja con metales, pudiendo obtener piezas de aleaciones férreas y no-férreas, también para prototipado u ornamentos incluso. Se fabrican también moldes de arena para colada, utilizando arena junto con el aglutinante para conformar el molde.

Ventajas e inconvenientes.

Las ventajas más evidentes de este tipo de tecnología son la velocidad de fabricación, de las más rápidas dentro de la fabricación aditiva y junto con la fusión de lecho de polvo, la que puede conseguir geometrías de mayor complejidad. Otro de sus puntos fuertes es que puede trabajar con casi cualquier material en forma de polvo, ya que al aglutinarse mediante otro material adhesivo no necesita tener en cuenta propiedades como el punto de fusión porque no es necesario, por ejemplo, el uso de ninguna fuente de energía para procesar el material.

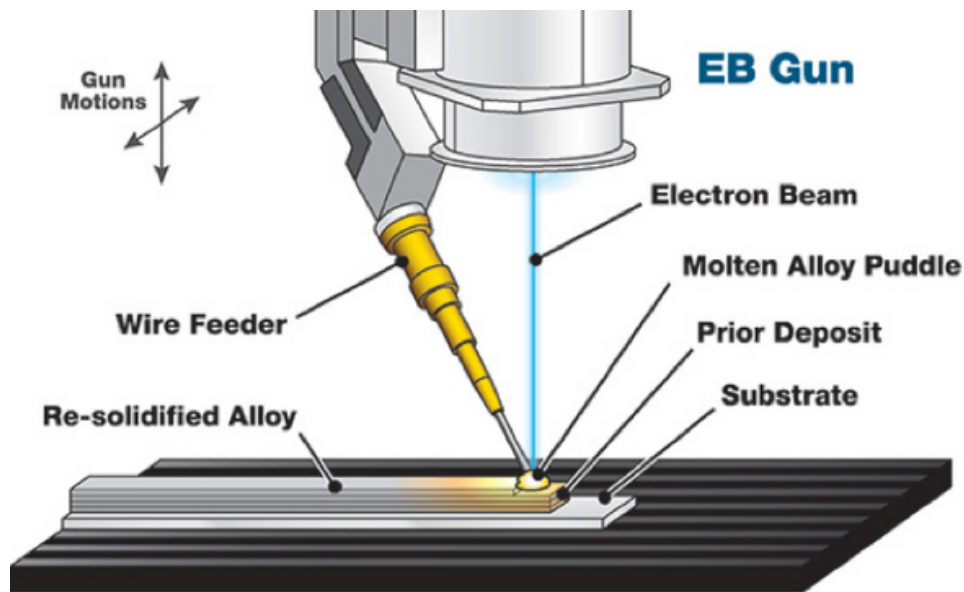
El principal problema de las piezas obtenidas por este método es que en esencia, son polvo pegado, sin ningún tipo de transformación física o química. Esto hace que las piezas no tengan propiedades mecánicas útiles, lo que hace necesario un proceso posterior sobre el componente fabricado para darle algún tipo de propiedad.

DIRECTED ENERGY DEPOSITION.

Descripción.

La deposición directa de energía (DED Directed Energy Deposition) consiste en aplicar un haz de energía sobre la pieza de forma localizada, de tal manera que se forme un baño de material fundido, a la vez, se aplica nuevo material, que en contacto con el haz de energía se funde antes de depositarse sobre ese baño. Mediante una boquilla, se aplica conjuntamente el haz de energía, que puede ser láser o haz de electrones, y el material de aporte fundido, que puede estar inicialmente en forma de polvo o en hilo. De esta manera, la boquilla se desplaza de forma programada sobre la superficie de trabajo generando un pequeño baño sobre el que aporta nuevo

material, cuando la boquilla se desplaza, el líquido que deja atrás solidifica creando una nueva capa al finalizar el recorrido. Tras una capa, la boquilla repite el proceso generando otra, y así de forma sucesiva.



PROCESO DE DEPOSICIÓN DIRECTA DE ENERGÍA. DIRECTED ENERGY DEPOSITION

Esta tecnología, en general se utiliza con tres finalidades distintas; al igual que los demás procesos de fabricación aditiva, se utiliza para generar objetos, aunque también se utiliza para reparar piezas dañadas y añadir partes o modificar una parte de un objeto ya existente; esto se debe a que generalmente todos los procesos DED permiten el movimiento libre de la boquilla con 4 o 5 ejes, de tal manera que pueden proyectar material sobre cualquier dirección.

Existen varios procesos categorizados como DED. Según el tipo de material de aporte, el tipo de energía aplicada u otros factores como el nombre comercial que la empresa que lo comercializa decide darle.

Por ejemplo los procesos DMD (Direct Metal Deposition) de la empresa POM, LENS (Laser Engineered Net Shaping) de la empresa Optomec, o EBFFF (Electron Beam Freeform Fabrication) de la empresa Sciaky están basados en deposición directa de energía.

Materiales.

Existen procesos que trabajan distintos materiales por DED, desde polímeros termoplásticos hasta metales o cerámicos, aunque generalmente se trabaja sobre metales. El rango de aleaciones metálicas utilizadas con este proceso abarca desde las aleaciones de acero (inoxidable y de herramientas), aleaciones de aluminio y de níquel. Al poder trabajar bajo atmósferas protectoras, también se producen piezas de titanio y aleaciones de este y aleaciones de cobalto.

Ventajas e inconvenientes.

Las principales ventajas de la deposición directa de energía enfrente de sus tecnologías competidoras, en el caso de procesado de metales, las tecnologías basadas en PBF (Powder Bed Fusion), fusión de lecho de polvo, son un mayor tiempo de deposición de material y la posibilidad de generar piezas de mayor tamaño que las que se obtendrían por PBF. Como se ha descrito con anterioridad, los procesos DED son idóneos para las reparaciones o modificaciones de piezas ya construidas. En el caso de materiales sensibles al aire, es necesario trabajar bajo una atmosfera adecuada; En este caso las tecnologías DED también aventajan a las PDF, ya que estas necesitan que toda la cámara de trabajo se encuentre en la atmosfera adecuada, mientras que algunas tecnologías DED añaden a la boquilla canales de gas que proyectan una atmosfera protectora solo sobre el baño de material (como una soldadura TIG), de esta manera solo se protege la parte necesaria evitando la necesidad de tener una máquina para soportar dichas atmosferas.

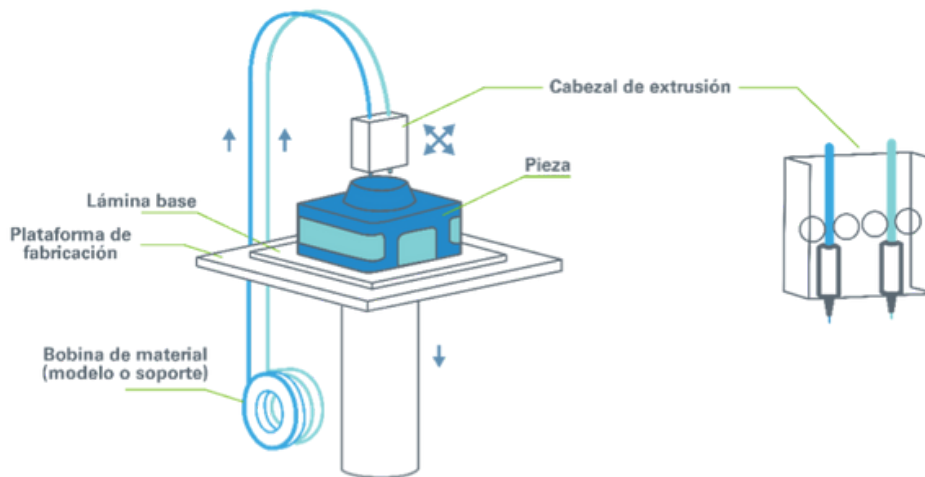
Las principales desventajas del DED, están en su acabado superficial, más vasto que el generado por PBF, necesitando un mecanizado posterior. También presenta ciertas limitaciones con algunas geometrías complejas, sobre todo con partes huecas.

MATERIAL EXTRUSION.

Descripción.

Los procesos de fabricación aditiva por extrusión de material consisten en extrudir material fundido, depositándolo selectivamente según el desplazamiento programado del cabezal generando capas con la forma de la sección transversal del objeto a construir. Este proceso parte de material en forma de hilo que se funde a través de una boquilla antes de ser depositado y posteriormente solidifica en la superficie de trabajo adhiriéndose al

material contiguo. Inicialmente esta tecnología se conocía por el nombre de FDM (Fused Deposition Modeling), modelado por deposición fundida, ya que era el nombre que le dio la empresa que comercializó este proceso, Stratasys.



PROCESO DE EXTRUSIÓN DE MATERIAL. MATERIAL EXTRUSION.

Esta tecnología es la que tiene mayor popularidad fuera del ámbito puramente industrial debido a la comercialización de pequeñas impresoras que permiten su adaptación al ámbito del pequeño comercio, oficina e incluso doméstico. En el campo industrial, las impresoras basadas en este proceso son las que tienen menor coste.

Materiales.

Los termoplásticos son los materiales más utilizados para extrusión de material, aunque se ha investigado para adaptar el proceso a cerámicos y metales en forma de pasta. Los polímeros más comunes son el PLA, PC y ABS. Muchas impresoras permiten trabajar con un segundo material de apoyo, que se encarga de cubrir las zonas del área de trabajo donde se necesita una superficie sobre la que imprimir una nueva capa de material. Estos materiales de apoyo acostumbran a ser solubles en algún medio para su eliminación posterior, aunque en las impresoras más humildes el material de apoyo es el mismo que el de la pieza, por tanto se necesitan operaciones de mecanizado posterior para eliminar dicho material.

Ventajas e inconvenientes.

Una de las principales ventajas de esta tecnología es la capacidad de

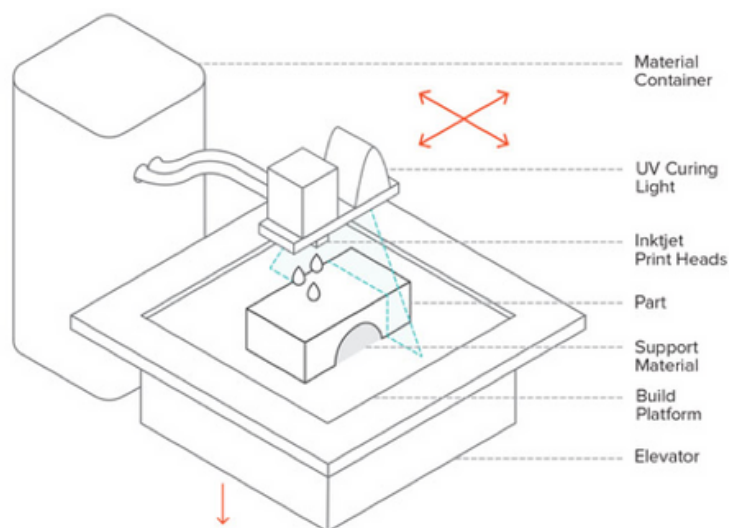
de realizar figuras de geometrías complejas apoyándose en material de soporte, ya sea soluble o del mismo material. Al trabajar con materiales poliméricos, su post-proceso es más sencillo. Es la tecnología de fabricación aditiva más económica, debido a la sencillez del mecanismo en comparación con otros procesos y la disponibilidad y bajo coste del material base.

Por el contrario, la resolución en el eje z (eje que forman la sucesión de las capas) es pobre comparado con otras tecnologías, haciendo necesario un trabajo de acabado si la pieza requiere una calidad superficial determinada, aumentando el tiempo y el coste del proceso.

MATERIAL JETTING.

Descripción.

Es un proceso con un funcionamiento similar a las impresoras de tinta sobre papel, que depositan tinta gota a gota sobre el papel. En este caso, un cabezal deposita material fluido gota a gota sobre una superficie, normalmente cera o polímeros fotosensibles. Una vez depositado el material, se polimeriza o cura mediante una fuente de calor o luz. Al ser un proceso basado en la deposición gota a gota, es difícil utilizar materiales cerámicos o metales aunque existen investigaciones en esa línea.



PROCESO DE INYECCIÓN DE MATERIAL. MATERIAL JETTING.

La inyección de material permite impresiones con más de un material, ya sea por necesidad de un material de soporte para la construcción de la pieza o para ensamblar durante la impresión dos o más piezas de distintos materiales y así evitar procesos posteriores de ensamblado.

Materiales.

Los materiales utilizados para la inyección de material son varios tipos de plásticos y ceras; los más típicos son el HDPE, PP, PMMA, ABS, entre otros. Ventajas e inconvenientes.

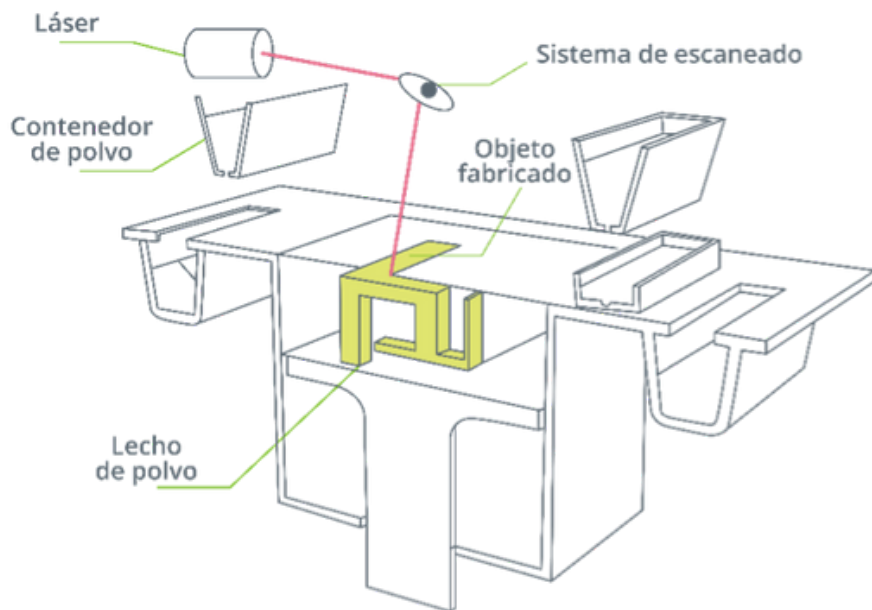
Entre las virtudes de este proceso está el alto nivel de acabado superficial de las piezas, haciendo prácticamente innecesarios los trabajos de acabado posteriores. Esta particularidad hace de la inyección de material una tecnología idónea para el desarrollo de moldes para fundición a la cera perdida, ya que se consiguen crear piezas de cera con un alto nivel de exactitud respecto a la pieza final.

Por el contrario, existe poca variedad de materiales que pueden ser utilizados, solo algunos tipos de polímeros y ceras cumplen con los requisitos de las máquinas actuales. Además, debido al proceso y al material, las propiedades mecánicas del producto son algo pobres.

POWDER BED FUSION.

Descripción.

Las tecnologías PBF están basadas en el mismo principio que las primeras invenciones en el campo de la impresión 3D, un recipiente lleno de materia prima y un sistema de aplicación de energía que crea un sólido en la capa superficial del recipiente, una vez creada una capa de sólido, más materia prima recubre dicha capa y se repite el proceso. En el caso de la fusión de lecho de polvo, y su característica principal, es que la materia prima está en forma de polvo. Las fuentes de aplicación de energía son el láser o el haz de electrones. Un recipiente contiene polvo de un material, mediante una fuente de calor se funden selectivamente ciertas zonas de tal manera que el polvo se vuelve líquido y se une al polvo fundido adyacente. Una vez solidificado se obtiene una capa de material sólido, entonces, un mecanismo hace descender la superficie de trabajo y extiende otra capa de polvo virgen sobre la anterior.



PROCESO DE FUSIÓN DE LECHO DE POLVO. POWDER BED FUSION

Se repite el proceso hasta que se obtiene el sólido proyectado. Como en los demás tipos de tecnologías de fabricación aditiva, a lo largo de la historia se han desarrollado distintos procesos basados en PBF, que han recibido distintos nombres; entre varios procesos encontramos el sinterizado selectivo por láser (SLS Selective Laser Sintering) de la empresa DTM, donde un láser sinteriza polvo de polímeros termoplásticos. Para metales, existe el proceso EBM (Electron Beam Melting) de la empresa ARCAM; en este proceso se utiliza un haz de electrones como fuente de calor para polvos metálicos. También está el sinterizado directo de metal por láser (DMLS Direct Metal Laser Sintering), desarrollado por la alemana EOS, donde el material base son polvos metálicos.

Materiales.

Las tecnologías PBF permiten trabajar con un amplio rango de materiales, desde polímeros termoplásticos hasta metales. En el campo de los metales es la tecnología más utilizada para el desarrollo de nuevos componentes, por delante de las tecnologías DED. La mayoría de máquinas PBF están pensadas para trabajar bajo una atmósfera controlada, ya sea en vacío, como en las máquinas EBM, o bajo gas inerte; este hecho permite trabajar metales como el acero y metales y aleaciones de procesamiento más complejo, como las de titanio o cobalto.

Ventajas e inconvenientes.

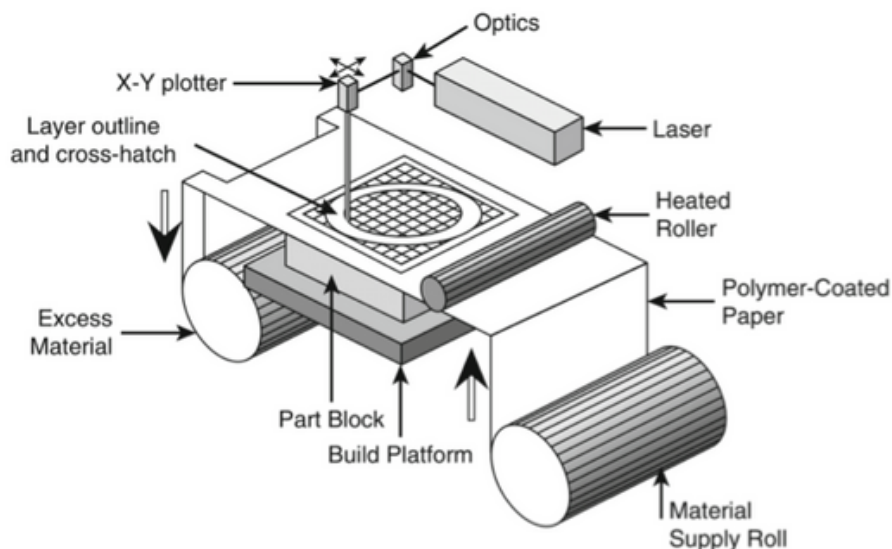
En comparación con otras tecnologías de fabricación aditiva que compiten con el lecho de polvo, esta, permite el desarrollo de componentes de alta complejidad geométrica, debido a que el propio polvo ejerce de material de soporte, de esta manera se facilita la construcción de, por ejemplo, partes huecas. Las tecnologías PBF permiten un gran nivel de acabado y una alta precisión geométrica.

Su punto flaco es básicamente el tamaño de los componentes que se pueden obtener, ya que el tamaño del objeto depende fuertemente del tamaño del recipiente que contiene el polvo; para obtener grandes piezas sería necesario disponer de una máquina de grandes dimensiones, cosa que implicaría un coste muy elevado, mayores complicaciones técnicas y un elevadísimo consumo de polvo. En este aspecto, la tecnología DED, sale ventajosa ya que lo único importante es el cabezal, encargado de depositar el material, la energía y, si fuera necesario, la atmosfera controlada. Así que los requerimientos técnicos del sistema para poder generar piezas de grandes dimensiones son muy inferiores a las máquinas de lecho de polvo. Otra carencia es la imposibilidad actual de trabajar con más de un material y la dificultad de utilizar esta tecnología para la adición de partes a componentes ya creados, o para la reparación de piezas.

SHEET LAMINATION.

Descripción.

Los procesos por laminación de hojas se basan en la superposición de materiales en forma de lámina, juntados de varias formas dependiendo del material de las láminas, de tal manera que se obtiene un sólido completo en tres dimensiones. Una de las primeras tecnologías de este tipo fue la impresión por laminación (LOM Laminated Object Manufacturing) donde una lámina de papel era cortada por láser con la forma deseada y se pegaba a la capa inferior con un producto adhesivo. Esta tecnología permite también trabajar con metales, donde una chapa metálica, se corta según la sección transversal y se adhiere a la inferior y luego a la posterior mediante remaches, adhesivo o por soldadura por ultrasonidos. El trabajo con metales generalmente implica un trabajo de mecanizado posterior para obtener la geometría deseada.



PROCESO DE LAMINACIÓN POR HOJAS. SHEET LAMINATION

Materiales.

Se pueden obtener distintos de objetos por laminación aditiva de distintos materiales. Generalmente, cualquier material que pueda ser conformado en forma de lámina se puede utilizar con este método. Uno de los más comunes y el primero en ser utilizado fue el papel. También existen máquinas que trabajan con metales, además existe la posibilidad de generar piezas multimaterial, ya que cualquier metal soldable puede ser utilizado, así que se pueden intercalar láminas de distintos materiales según las necesidades.

Ventajas e inconvenientes.

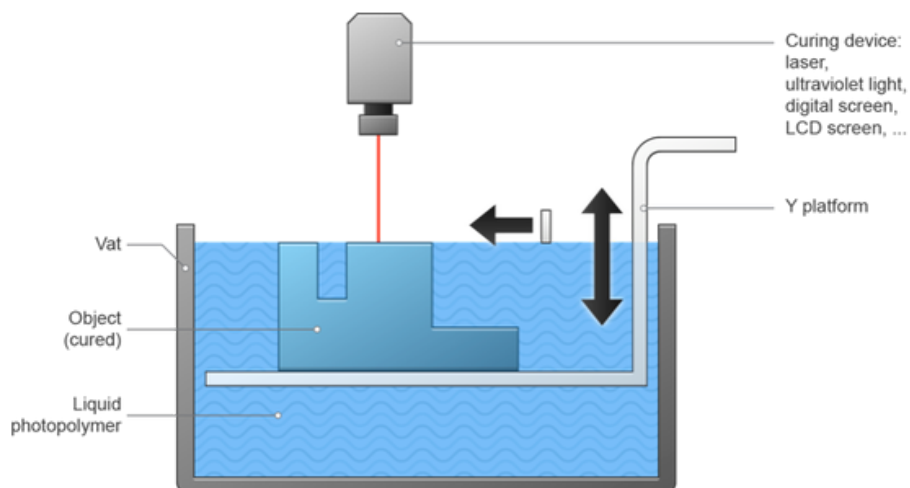
Una de las ventajas principales es la velocidad, las capas se obtienen relativamente rápido ya que solo es necesario cortar por el contorno de la sección, si necesidad de recorrer toda la superficie de esta como en las otras tecnologías. En las tecnologías que utilizan papel, sus propiedades mecánicas y físicas en general dependen fuertemente del adhesivo que se utiliza. Los materiales laminados son altamente conocidos y es una técnica existente desde hace muchos años por tanto la obtención de la materia prima es más económica que para otras tecnologías, por ejemplo las de base polvo. La posibilidad de trabajar con más de un material, sobre todo en metales. Además, el tipo de unión utilizado en metales es en estado sólido, por lo tanto se evita llevar el material a estado líquido y posterior solidificación; de esta manera se previenen los posibles defectos de solidificación o de la zona afectada térmicamente.

Su principal desventaja son los acabados, más bastos que en otras tecnologías debido al espesor de las capas. Esto hace necesario un proceso de acabado posterior, que en papel es más sencillo, pero en metales requiere más recursos. En la laminación con metales existe el problema de la porosidad; los posibles defectos superficiales de la lámina y de sus capas superior y/o inferior pueden provocar que la unión entre capas no sea completa, dejando huecos en el interior que podrían afectar a las propiedades finales de la pieza.

VAT PHOTOPOLIMERIZATION.

Descripción.

Dentro de las tecnologías que conforman todo el espectro de la fabricación aditiva, la que es considerada la primera por ser la primera en ser comercializada es la fotopolimerización, más conocida por estereolitografía, el nombre comercial dado al sistema patentado por Charles Hull y comercializado por la empresa 3D Systems. El proceso consiste en, mediante un haz de energía, generalmente láser o UV, curar o polimerizar selectivamente la superficie de un baño de polímero fotosensible. Después, se cubre con polímero líquido la capa solidificada y se repite el proceso.



PROCESO DE FOTOPOLIMERIZACIÓN. VAT PHOTOPOLIMERIZATION.

Materiales.

Actualmente, el abanico de materiales que pueden ser procesados mediante fotopolimerización es bastante reducido, y como se puede deducir del nombre de la tecnología, está limitado a los polímeros o resinas fotosensibles.

Ventajas e inconvenientes.

Una de sus principales ventajas es la alta calidad del acabado superficial, y la precisión geométrica respecto al diseño. El proceso de impresión relativamente rápido y actualmente hay máquinas que permiten imprimir piezas de tamaño considerable, pudiendo llegar hasta los 200 kg. El mayor inconveniente es el precio del material base y la limitada variedad de estos; actualmente los polímeros y resinas utilizados tienen precios elevados en comparación con los materiales base de otras tecnologías. Otro de los inconvenientes, debido a que el material base es líquido, es que para generar geometrías complejas, es necesario imprimir estructuras de soporte, cosa que en los procesos en base polvo no es necesario, por ejemplo. El trabajo de limpieza posterior es ligeramente alto. Otro inconveniente es que el proceso de polimerización a partir de un líquido puede generar defectos internos como porosidades, que afectan a las propiedades del componente. Muchas veces, es necesario un procesamiento posterior para mejorar las propiedades de la pieza.

Ventajas de la FA.

Los procesos de fabricación de piezas convencionales están condicionados por una serie de limitaciones relacionadas con la obtención de ciertas formas, como agujeros con trayectoria curva, ángulos de desmoldeo, control de las colisiones de la herramienta con piezas de geometría compleja, sin olvidar que algunos procesos de fabricación no cumplen con un compromiso con la sostenibilidad en la fabricación y llevan asociados residuos relacionados con la utilización de los líquidos refrigerantes.

Las técnicas de fabricación aditiva se distinguen principalmente de las técnicas convencionales por dos características que, además, les confieren grandes ventajas competitivas en tanto en cuanto no encarecen el proceso de fabricación:

- La complejidad geométrica de la pieza a fabricar.

Materiales.

Actualmente, el abanico de materiales que pueden ser procesados mediante fotopolimerización es bastante reducido, y como se puede deducir del nombre de la tecnología, está limitado a los polímeros o resinas fotosensibles.

Ventajas e inconvenientes.

Una de sus principales ventajas es la alta calidad del acabado superficial, y la precisión geométrica respecto al diseño. El proceso de impresión relativamente rápido y actualmente hay máquinas que permiten imprimir piezas de tamaño considerable, pudiendo llegar hasta los 200 kg. El mayor inconveniente es el precio del material base y la limitada variedad de estos; actualmente los polímeros y resinas utilizados tienen precios elevados en comparación con los materiales base de otras tecnologías. Otro de los inconvenientes, debido a que el material base es líquido, es que para generar geometrías complejas, es necesario imprimir estructuras de soporte, cosa que en los procesos en base polvo no es necesario, por ejemplo. El trabajo de limpieza posterior es ligeramente alto. Otro inconveniente es que el proceso de polimerización a partir de un líquido puede generar defectos internos como porosidades, que afectan a las propiedades del componente. Muchas veces, es necesario un procesamiento posterior para mejorar las propiedades de la pieza.

Ventajas de la FA.

Los procesos de fabricación de piezas convencionales están condicionados por una serie de limitaciones relacionadas con la obtención de ciertas formas, como agujeros con trayectoria curva, ángulos de desmoldeo, control de las colisiones de la herramienta con piezas de geometría compleja, sin olvidar que algunos procesos de fabricación no cumplen con un compromiso con la sostenibilidad en la fabricación y llevan asociados residuos relacionados con la utilización de los líquidos refrigerantes.

Las técnicas de fabricación aditiva se distinguen principalmente de las técnicas convencionales por dos características que, además, les confieren grandes ventajas competitivas en tanto en cuanto no encarecen el proceso de fabricación:

- La complejidad geométrica de la pieza a fabricar.

- La personalización del diseño de la pieza a fabricar.

Estas dos características se pueden convertir en grandes ventajas en distintos sectores industriales.

Desde un punto de vista más global, la fabricación aditiva aporta una serie de claras ventajas como:

- Personalización del producto a un coste muy inferior en comparación a los procesos convencionales. La fabricación aditiva permite la obtención de productos personalizados adaptados a la morfología de los usuarios cuyas características y datos se recogen mediante sistemas de escaneado.

Esta personalización de productos se puede utilizar, por ejemplo, en la obtención de EPIs que mejoren el confort de los trabajadores puesto que se adaptan perfectamente a su morfología. Además son más ligeros, ya que se aprovechan todas las ventajas que aportan los procesos de fabricación aditiva.

- Desarrollo ágil de productos, desde la concepción del componente a su fabricación debido a que no exige el diseño y fabricación de utillajes especiales y otros periféricos que sí son necesarios en otros procesos productivos
- Ahorro de material. El material es añadido selectivamente y no sustraído desde un bloque, con lo que se limita el desperdicio de materiales.
- Fabricación de geometrías imposibles para los procesos convencionales. Las tecnologías de FA pueden producir piezas con casi cualquier forma y complejidad. Las tecnologías de FA, por ejemplo, pueden producir piezas y moldes con canales de circulación de fluidos con cualquier forma y ramificación; fabricar productos con huecos o cavidades internas o estructuras porosas; fabricar elementos con transiciones bruscas, características inusuales y ángulos negativos, algo prácticamente imposible de cualquier otro modo
- Fabricación de piezas sin necesidad de inversión en moldes o utillaje. La pieza se produce directamente a partir del fichero CAD 3D, sin necesidad de utilizar herramientas, lo que además permite reducir significativamente los costes y el tiempo de producción.

- Producción más rápida y más económica. La fabricación aditiva logra reducir hasta un 90% los tiempos de producción. Esto permite intensificar el ritmo de producción y reducir el coste por pieza. Los materiales que se utilizan para la impresión de pieza son a su vez económicos.
- Rentabilidad en la fabricación de series cortas y prototipos. La relación histórica entre volumen de producción y coste no se cumple en la manufactura aditiva. De este modo la producción de piezas a medida y en tiradas de bajo volumen se convierte en una opción rentable y viable
- Posibilidad de reparar piezas de alto valor añadido sin necesidad de volver a fabricar.
- Reducción de costes logísticos. La posibilidad de fabricar piezas mediante FA repercute directamente en una reducción drástica de los costes de almacenaje y de logística. Con esta tecnología las empresas pueden disponer de un stock virtual y fabricar en el momento aquellas piezas que necesiten.
- Ahorro energético. Emplear la FA en las líneas de producción es una interesante alternativa para reducir el consumo energético de las industrias. Las piezas fabricadas digitalmente pesan mucho menos y esto implica que las máquinas necesiten mucha menos energía para funcionar.
- Fabricación más sostenible. Mediante la FA se reducen los consumos energéticos y los costes de transporte ya que la materia prima ocupa menos espacio y se transporta de forma más sencilla. Además, la producción local se abarata y se evita la subcontratación de producciones en otros países. Todo ello consigue reducir de manera importante las emisiones contaminantes derivadas de los procesos productivos. Por otro lado, cabe mencionar que algunas tecnologías de FA permiten reciclar una importante parte del material que se ha usado durante el proceso de impresión. La manufactura aditiva consigue una producción más limpia y más respetuosa con el medio ambiente.

Desventajas de la FA.

En la actualidad, las tecnologías de fabricación aditiva tienen algunos inconvenientes que deben ser tenidos en cuenta de cara a la elección de la tecnología más adecuada a las necesidades y los requerimientos del producto a fabricar. Algunos de estos inconvenientes son:

- La fabricación en capas produce lo que se conoce con el nombre de efecto escalera provocando que el trazado de geometrías curvas se complique y el acabado superficial tenga una rugosidad elevada.
- La operación de fabricación, como tal, en algunas tecnologías puede resultar lenta, por lo que es típicamente conveniente para series de producción pequeñas.
- Los materiales utilizados en algunas de las tecnologías pueden no ser los idóneos para el producto que se busca fabricar.
- La deposición en capas produce materiales anisotrópicos. Es posible que el comportamiento ante los esfuerzos que reciban los componentes en servicio sea inadecuado.
- Las tolerancias obtenidas son todavía mayores que en otros métodos de fabricación.
- Inversiones elevadas. A pesar de que el coste de esta tecnología ha disminuido de forma significativa en los últimos años, algunos equipos, sobre todo en la tecnología de aporte de material metálico, siguen teniendo precios elevados.
- No obstante, dado el importante desarrollo que está teniendo la FA se espera que estas desventajas se solucionen a corto-medio plazo a medida que crezca su implantación de dicha en las empresas

Conclusiones

La Fabricación Aditiva está revolucionando la forma de plantear la fabricación de prototipos y piezas finales, ya que la técnica de adición de material permite formas y estructuras impensables en los procesos tradicionales de sustracción de material.

Las posibilidades del nuevo modelo permiten desde la fabricación de formas nuevas, hasta unos aprovechamientos de material extraordinarios, pasando por la creación de piezas con estructura multimaterial. También es posible hoy la reparación de grandes piezas de alto valor añadido sin tener que hacerlas nuevas, o se pueden, igualmente, generar recambios in situ y así reducir drásticamente el volumen almacenado de recambios y los gastos de envío hasta el usuario final.

La FA es una tecnología que actualmente es explotada industrialmente por empresas ligadas al sector aeroespacial, automoción, sector biomédico, etc. No obstante, al tratarse de una tecnología en auge, se espera que la demanda de soluciones concretas por parte de pequeñas y medianas empresas vaya en aumento.

Los retos a corto y medio plazo a los que se enfrentan las empresas a la hora de incorporar estas tecnologías están relacionados con diferentes aspectos, no solo vinculados al proceso de diseño y de fabricación en sí mismos, sino también los relacionados con procesos auxiliares, como la selección del material, el acabado de las piezas obtenidas, e incluso el control de calidad de las mismas. A continuación, se describen algunos de los más relevantes:

- Entender los nuevos métodos de diseño de productos que exige la fabricación aditiva. Los diseñadores deben tener en cuenta desde el principio todas las particularidades del proceso de fabricación, de forma que se aprovechen todas las ventajas que aporta la tecnología (menos material, geometrías complejas, etc.).

Las empresas deben conocer y controlar aspectos como el tamaño de las piezas que se pueden obtener, su nivel de acabado superficial, la velocidad de fabricación, la productividad, los métodos de validación e incluso el coste de los equipos.

- Materias primas disponibles. Actualmente la cartera de materiales que pueden ser procesados con tecnologías de fabricación aditiva es limitada, tanto en materiales poliméricos y cerámicos como en metálicos. Aunque está creciendo de forma significativa en los últimos años, el desarrollo de nuevos materiales es clave para la introducción de estas tecnologías en la industria.

- Una de las principales trabas que encuentra la fabricación aditiva es su inclusión en la cadena de producción industrial. El reducido tamaño actual de las maquinas industriales de fabricación aditiva junto con los tiempos de carga y descarga de material y la pieza final y la velocidad de fabricación de esta hacen que sea difícil adaptar las impresoras a cadenas de producción, sobre todo las de grandes tiradas de productos. Una de las tendencias de investigación se centra en mejorar la automatización y la conexión de la impresora con los otros procesos de la cadena de acabado.

Referencias bibliográficas.

- [1] Fabricación aditiva. Oportunidades y claves para su incorporación en la empresa. IMH.
- [2] Estudio comparativo de los métodos de fabricación aditiva para el titanio y sus aleaciones. UPC.
- [3] Julien Gardan: Additive Manufacturing Technologies: State of the Art and Trends, 2015, pp. 1–15.
- [4] Loughborough University. [Accessed: Aug. 12, 2017].
- [5] B. Dutta, S. Palaniswamy, et al.: Additive Manufacturing by Direct Metal Deposition, 2011, pp. 33–36.
- [6] R.J. Hebert: Viewpoint: Metallurgical Aspects of Powder Bed Metal Additive Manufacturing, Springer US, 2016, pp. 1165–75.
- [7] Lawrence E. Murr, Sara M. Gaytan, et al.: Metal Fabrication by Additive Manufacturing Using Laser and Electron Beam Melting Technologies, The Chinese Society for Metals, 2012, pp. 1–14.
- [8] E Herderick: Additive Manufacturing of Metals: A Review, 2011, pp. 1413–25.
- [9] Edward D. Herderick: Progress in Additive Manufacturing, 2015, pp. 580–81.
- [10] Justin Scott and Project Leader: Additive Manufacturing : Status and Opportunities, 2012.