



Cuadernos Latinoamericanos de Administración  
ISSN: 1900-5016  
ISSN: 2248-6011  
cuaderlam@unbosque.edu.co  
Universidad El Bosque  
Colombia

# RETOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO CON LA INCLUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D - FABRICACIÓN ADITIVA AM

**Díaz López, Jeimy Nataly**

RETOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO CON LA INCLUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D - FABRICACIÓN ADITIVA AM

Cuadernos Latinoamericanos de Administración, vol. XV, núm. 27, 2018

Universidad El Bosque, Colombia

**Disponible en:** <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=409658132012>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

# RETOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO CON LA INCLUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D - FABRICACIÓN ADITIVA AM

Jeimy Nataly Díaz López [1]  
Universidad Militar Nueva Granada., Colombia  
u9500793@unimilitar.edu.co

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=409658132012>

Recepción: 24 Octubre 2018  
Aprobación: 14 Diciembre 2018

## RESUMEN:

La fabricación en 3D o fabricación aditiva, es una herramienta de la revolución industrial 4.0, lo que significa que la industria tiene un nuevo reto para innovar con esta nueva tecnología, teniendo cambios en los procesos de la cadena de suministro de muchas empresas, simplificando la producción de productos personalizados o cambiantes, eliminando procesos de alistamiento, disminuyendo desperdicios y costos de reprocesos, aplicando valor a la mayoría de negocios y generando utilidades. Con las aplicaciones tecnológicas de este nuevo paradigma de producción de bienes, se impactan varios sectores empresariales, entre ellos, la industria logística, pero a la vez, se benefician muchas empresas. En el análisis de resultados, se muestra que la producción en masa, es una desventaja para esta tecnología emergente.

**PALABRAS CLAVE:** fabricación aditiva (AM), Impresoras 3D, Impresión 3D, prototipado, innovación.

## ABSTRACT:

The 3D manufacturing or additive manufacturing is a tool of the industrial revolution 4.0, which means that the industry has a new challenge to innovate with this new technology, having changes in the supply chain processes of many companies, simplifying the production of personalized or changing products, eliminating enlistment processes, reducing waste and reprocessing costs, applying value to most businesses and generating profits. With technological applications of this new paradigm of goods production, several business sectors are impacted, among them, the logistics industry, but at the same time, many companies benefit. In the analysis of results, it shows that mass production, is a disadvantage for this emerging technology.

**KEYWORDS:** additive manufacturing (AM), 3D printers, 3D print, prototyping, innovation.

## 1. INTRODUCCIÓN

Por efectos de la globalización del mercado, en el mundo abunda la competencia entre empresas, mercados y productos; cada vez, es más sencillo encontrar bienes suplementarios y ahora con la era digital, el mundo se mueve a pasos agigantados y poco a poco, va dejando de ser lo que se conoce para poner nuevos desafíos, cambios que exigen repensar las formas en las relaciones de las actividades, tanto cotidianas como industriales.

Así, desde en el enfoque de los procesos industriales, se ha venido evolucionando a partir de la primera revolución industrial, que surgió con la energía de vapor, mecanizando la producción en la agricultura, manufactura y transporte. (Daemmrich, 2017). La segunda Revolución Industrial, con la utilización de la energía eléctrica para la fabricación en masa (Schwab, 2015). La tercera Revolución Industrial, con el inicio de las nuevas tecnologías, que generan un impacto tanto en la información como en la comunicación (TIC), logrando que está última sea más sencilla, rápida y fluida independientemente de las distancias (Álvarez, 2018), y con la inclusión de plataformas digitales y de computadoras [4] se logra una extensión de mercados a nivel mundial (Hermann, Pentek, & Otto, 2016).

---

## NOTAS DE AUTOR

[1] Ingeniera industrial y Especialista en Gerencia en Logística integral de la Universidad Militar Nueva Granada. Colombia

Ahora en la cuarta Revolución Industrial, que fusiona y transforma tecnologías, en cuanto a velocidad, alcance e impacto de los sistemas (Schwab, 2015), como: robots, inteligencia artificial, maquinas programables, industrias inteligentes, logrando cambios significativos organizacionales y de procesos. (Amézquita, 2018).

El conjunto de innovaciones que promueve esta cuarta Revolución Industrial, exceden los márgenes de la tecnología, es un fenómeno, que sobrepasa las relaciones humanas, laborales, entre sectores y también las formas en las que se hacen las actividades cotidianas.

Debido a estos cambios, las industrias tendrán que adaptarse a modelos flexibles de producción, que permitan modificar productos, a la variabilidad de los perfiles en la demanda para ser competitivos en un mundo globalizado; por eso, la inclusión de nuevas tecnologías y la renovación de los procesos en las empresas, será crucial para mantenerse y tratar de conseguir nuevos mercados. (Acevedo, 2017).

Al mismo tiempo, siguen produciéndose una serie de acontecimientos, muchos de ellos, incluyen a las industrias que logran acercar tanto a empresas como a consumidores, con un conjunto de tecnologías, que permiten la fabricación de un objeto real en tres dimensiones, a partir de materias primas, teniendo un diseño modelo creado en el computador. Estos conjuntos de tecnologías, se conocen popularmente como impresoras en tres dimensiones o impresoras 3D. (Soto, J. 2014).

Esta tecnología tiene un carácter disruptivo, donde pasa a ser más importante el diseño de los bienes que los bienes en sí, además, de comercializarse los bienes o sus partes, cobra relevancia el intercambio de los archivos digitales. Ver figura 1, (Vazhnov, 2014).

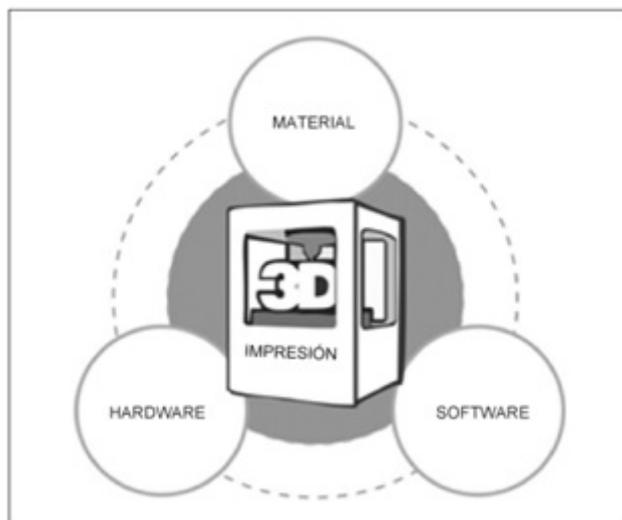


FIGURA 1.

Fuente: Vazhnov (2014)

Es por este motivo, que surge el interés de investigar, conocer e imaginar todo lo que la nueva tecnología de Impresión 3D puede hacer en el mundo y las aplicaciones que tiene en el sector industrial, y que podría cambiar la forma de ejecutar procesos, etapas del diseño y producción de piezas.

¿Es esta tecnología útil para una empresa?, ¿O es acaso una tecnología útil sólo para las poderosas multinacionales?; ¿vale la pena conocer un poco más?

Este artículo va a describir muy generalmente los conceptos y la funcionalidad de las impresoras 3D, y se va a centrar en los impactos de toda la cadena de suministro con la inclusión de esta nueva tecnología.

## 1.1. Definición y Conceptos

La manufactura aditiva, referida a impresión 3D, es definida por D' Aveni (2013), como: “un proceso de unir materiales para hacer objetos desde un modelo de datos 3D, usualmente capa sobre capa, a diferencia de la metodologías de fabricación sustractiva”.

La fabricación aditiva (Additive Manufacturing o AM), hace referencia a las tecnologías de fabricación que comparten el mismo principio: fabricación directa de un modelo físico generado a partir de un programa de diseño asistido por ordenador en tres dimensiones (3D CAD), sin necesidad de tener en cuenta la planificación para los procesos de fabricación. (Acevedo, 2016).

Las impresoras 3D, son máquinas capaces de realizar réplicas de diseños en tercera dimensión, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por computador, descargado de internet o recogido a partir de un escáner (Soto, 2014).

La impresión 3D y fabricación por adición, son términos que se suelen utilizar indistintamente, tanto en el ámbito industrial como empresarial, si bien el primero es de un corte más coloquial y genérico para designar al conjunto de tecnologías de fabricación por adición (Soto, 2014), ambos términos, tanto el que empleó 3D Systems, como el MIT se justifican, ya que muestran el punto de vista de extrapolar la idea en dos dimensiones, de la litografía y de la impresión convencional a tres. (Acevedo, 2016).

La fabricación aditiva, es el nombre técnico que engloba todas las tecnologías de impresión 3D, se trata de la fabricación de objetos tridimensionales por aportación de material, en vez de sustracción. La fabricación aditiva en un contexto social o como herramienta en sí, es una tecnología liberadora ya que destruye casi todas las limitaciones, que presentan las tecnologías de fabricación adicional. (Jorquera, 2017).

## 1.2. Cómo funcionan

La fabricación aditiva (AM) o las impresoras 3D, lo que hacen es crear un objeto con sus 3 dimensiones, y esto se consigue construyendo capas sucesivamente hasta conseguir el objeto deseado. Ver figura 2.

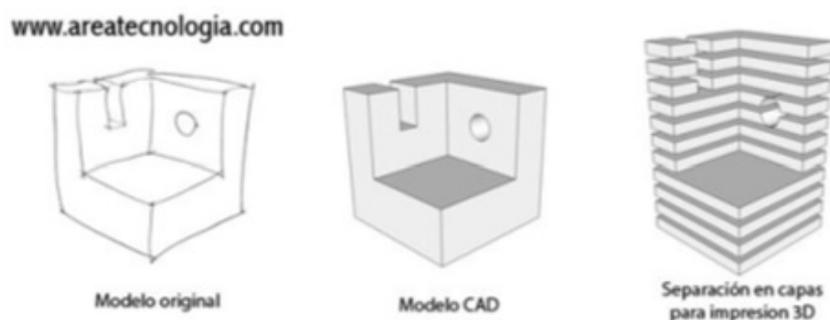


FIGURA 2.  
Como funcionan una impresora 3d.

Fuente: Área tecnología, 2016.

El proceso que utilizan estas impresoras para crear el objeto por capas se llama: proceso aditivo. Hoy en día ya existen, incluso escáner 3D, que nos pueden escanear un objeto y directamente verlo en nuestro computador para luego imprimir, sin necesidad de tener que dibujarlo. Esto lo hace todavía más sencillo, de hecho, con estos escáneres crear un objeto en 3D, es casi como hacer una simple foto. (Área tecnología, 2016).

Las máquinas de fabricación aditiva, realizan un proceso genérico, que está compuesto de (7) siete actividades secuenciales, desde su diseño hasta la obtención de la pieza para ser utilizada, estos pasos se describen a continuación (figura 3):

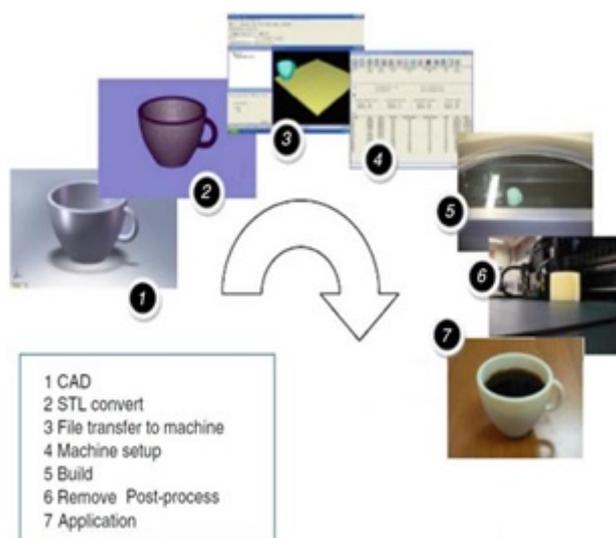


FIGURA 3.  
Proceso genérico AM.

Fuente: Acevedo (2016).

- **Diseñar en CAD:** Realizar el diseño e ingresar a un programa asistido por ordenador en tres dimensiones.
- **Convertir formato de archivo propio de la máquina AM. STL vs. AMF** (ésta última es un formato de archivo estándar mejorando a stl).
- **Transferir y manipular el archivo por la máquina:** Se puede visualizar la pieza para verificar que todo esté acorde con el diseño antes de enviar a fabricar.
- **Configurar la máquina:** Los parámetros deben ser ajustados antes de iniciar la fabricación de la pieza, estas configuraciones pueden variar de acuerdo a la máquina, a sus características y funciones internas.
- **Fabricar la pieza:** Con las actividades anteriores, la máquina procesa las órdenes finalizando en la fabricación de la pieza deseada.
- **Obtener y limpiar la pieza:** de ser necesario se debe retirar material sobrante, retirar elementos auxiliares de soporte o simplemente retirar la pieza.
- **Colocar en servicio la pieza:** Luego de ser fabricada y limpiada, la pieza estará lista para ser utilizada.

### 1.3. Cómo se clasifican

El término Impresión 3D, abarca una amplia gama de impresión tecnológica, que aplica a diferentes enfoques. Pero, de acuerdo con una encuesta del año 2016, se muestra en la figura 4, que se utilizan principalmente tres tecnologías, las cuales son: la sinterización selectiva por láser; modelado por deposición fundida; y, la estereolitografía.

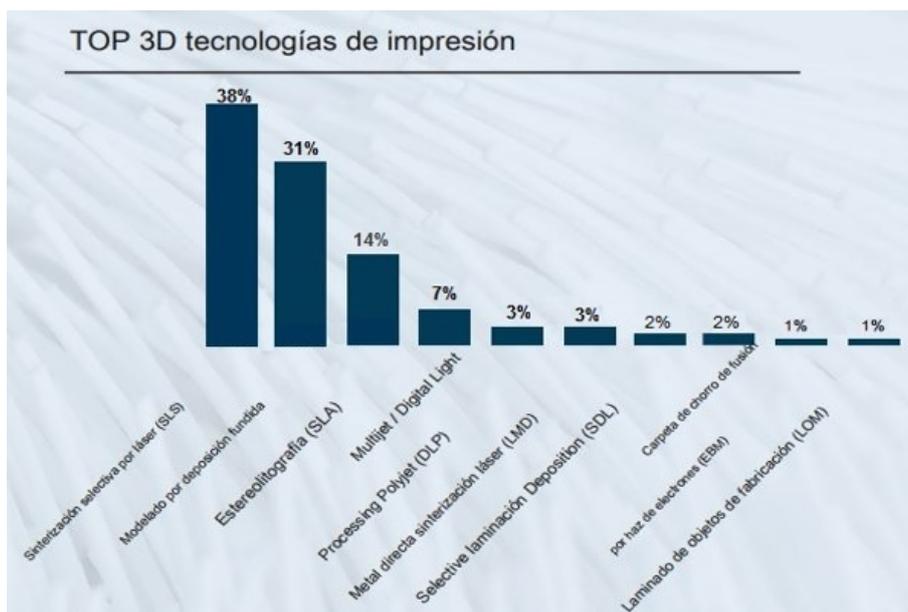


FIGURA 4.  
Top Tecnologías de Impresión 3D  
Fuente: Sculpteo.com. Service for your 3D design.

Al respecto, la **Sinterización selectiva por láser (SLS)**: utiliza el láser para fundir material de alimentación en polvo, en el objeto deseado. Siendo lo que más se estableció en contextos profesionales e industriales, ya que también permite la impresión de materiales a base de metal. (Heutger, & Kückelhaus, 2016).

Una de las principales ventajas, que presenta sobre las demás tecnologías de fabricación aditiva, es que el lecho de polvo actúa como soporte de la pieza que se está fabricando, por lo que el diseño adicional de estructuras de soporte es innecesario, aligerando la carga de diseño y el esfuerzo de la extracción de la pieza sustancialmente. (Acevedo, 2016). Ver figuras 5 y 6.

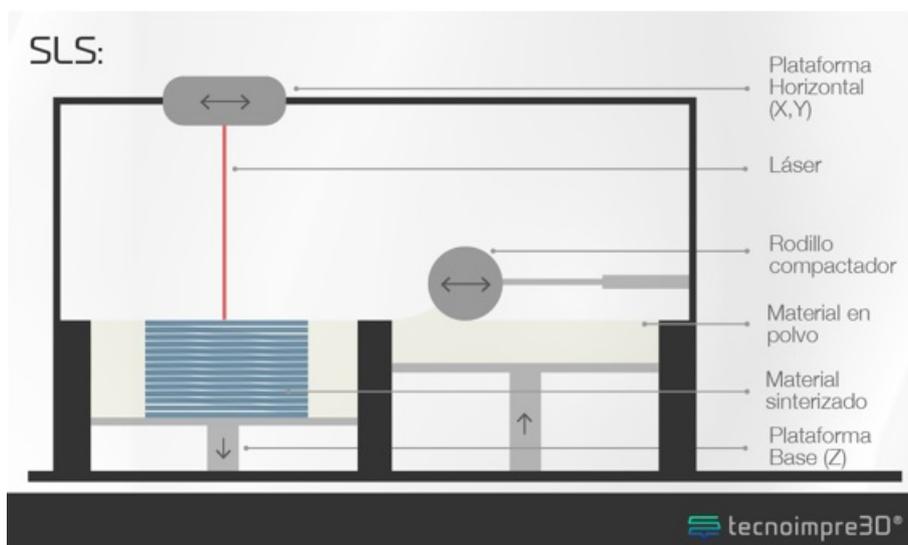


FIGURA 5  
Partes de máquina SLS.  
Fuente: tecnoimpre3d.com



FIGURA 6  
Función sinterización por láser.  
Fuente: materialise.com

### *Materiales que utiliza la Impresora SLS:*

- Polvo – plástico Nylon PA12 (white)
- Nylon PA11 (black)
- Nylon PA11 / PA12 (grey)
- Alumide
- CarbonMide
- Glass-filled Nylon
- PEBA 2301

Ahora bien, el Modelado por deposición fundida (FDM): es la tecnología de impresión más adoptada y fácil de usar 3D y es la más familiar para los consumidores. Las impresoras FDM, utilizan material de alimentación endurecido (por lo general plástico en una bobina), que luego se introduce en la impresora y se funde capa por capa para producir el objeto final. Ver figura 7.

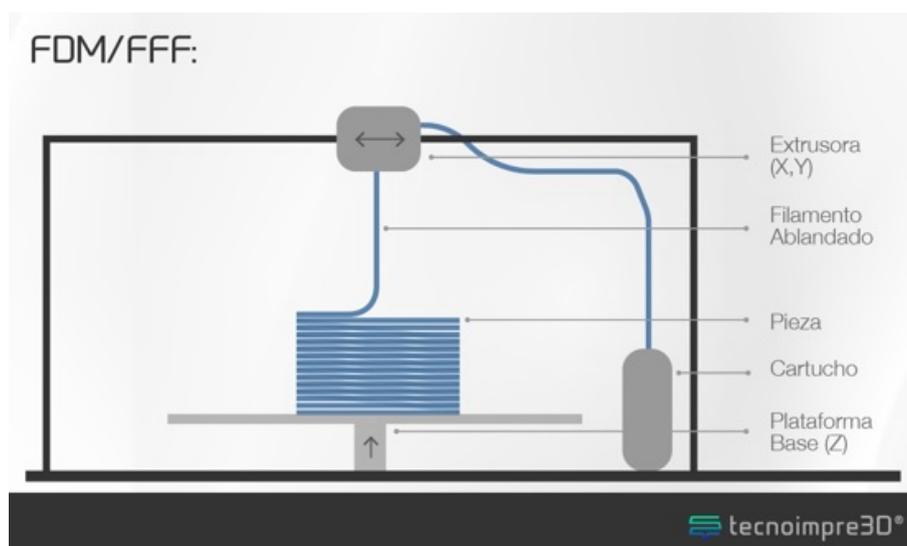


FIGURA 7.  
Partes de máquina FDM.  
Fuente: tecnoimpre3d.com

### *Materiales que utiliza la Impresora FDM:*

Termoplásticos, por ejemplo, PLA y ABS,

El ABS se usa frecuentemente en los procesos de fabricación actuales, como puede ser: piezas de Lego, carcasas de electrodomésticos, componentes de automóvil..., este material se puede mecanizar, pulir, lijar, limar, agujerear, pintar, pegar etc. con extrema facilidad. Además, es extremadamente resistente y posee un poco de flexibilidad.

El PLA es menos conocido que el ABS, no emite gases nocivos (se pueden tener varias impresoras funcionando en un espacio cerrado y no hay problema), y hay un rango más amplio de colores (fluorescente, transparente, semitransparente...). Se puede imprimir con todo tipo de impresoras (no necesita base de impresión caliente) y se puede imprimir sin base. (Escobar, 2013).

**Estereolitografía (SLA):** utiliza un rayo láser que se mueve para construir el objeto, capa por capa, de un polímero líquido que se endurece en contacto con la luz del láser. SLA está bien establecido para las aplicaciones de prototipado rápido. (Heutger, & Kückelhaus, 2016). Ver figura 8.

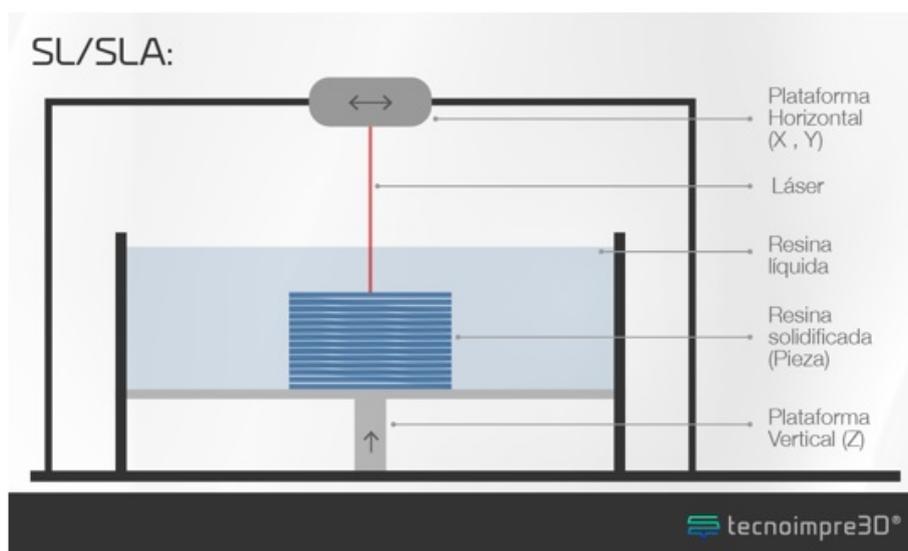


FIGURA 8.  
Partes de máquina SLA  
Fuente: tecnoimpre3d.com

### *Materiales que utiliza la Impresora SLA*

Fotopolímeros líquidos de resina. Ver figura 9.



FIGURA 9  
Resina líquida fotosensible  
Fuente: 3dnatives.com

Actualmente, las máquinas de fabricación aditiva emplean el mismo método de fabricación, unas se diferencian de otras por los siguientes tres ítems principales:

- Qué material o materiales son empleados en la fabricación de la pieza por la máquina
- Cómo se crean las capas
- Cómo se unen unas capas con otras

#### 1.4. Por qué las impresoras 3D son importantes

Uno de los aspectos más importantes de las impresoras 3D, es la velocidad del proceso y la calidad. Como por ejemplo, una impresora FDM Modelado por deposición fundida, requiere de 4 a 5 horas para imprimir una pelota de golf y para imprimir un objeto del mismo tamaño, pero más complejo dura aproximadamente 9 horas.

Al respecto, en las tablas 1 y 2, se observa la economía de la impresión en 3D.

TABLA 1.  
La economía de la impresión en 3D (moneda en USD).

ARTÍCULOS	RANGO DE PRECIOS AL POR MENOR	COSTO PARA IMPRESIÓN 3D
Alcachofa de la ducha	7,87 \$ - \$ 437.22	\$2,53
organizador de la joyería	\$ 9.00 - \$ 104.48	\$0,70
soporte iPad	82.84 \$ - \$ 812,85	\$10,69

Fuente: Heutger & Kückelhaus (2016).

**TABLA 2.**  
Comparación fabricación entre FDM Modelado por deposición fundida versus los métodos tradicionales (moneda en USD)

Parte/Herramienta	FDM	Método alternativo
Brazo Robótico	\$600 / 24 Horas	\$10000 / 4 semanas
Mesa Giratoria	\$8.800 / 2 Semanas	\$5000 / 8 semanas
Placas de Acero	\$20 / 2 Horas	\$200 / 2 semanas

Fuente: Bucco, (2016).

Como se muestra en las tablas 1 y 2, el segundo aspecto importante son los costos bajos de escaneado, material e impresión en 3D. Muchas impresoras 3D avanzadas antes eran demasiado costosas para el uso de producción en volumen; sin embargo, las máquinas de alta calidad que tienen la tecnología SLA están en un costo de \$5.000.000,00 aproximadamente, como pueden observar en la figura 10, estas máquinas son utilizadas para imprimir joyería y odontología.

El tercer aspecto importante, es la personalización de los productos, es mucho más fácil con la tecnología de impresión 3d actualizar el diseño, personalizando los productos, algo que se está volviendo cada vez más fundamental, tanto para los clientes de las empresas como a los consumidores (Heutger, & Kückelhaus, 2016).

Otras impresoras a nivel de consumidor, tales como Ultimaker MakerBot, el costo son sólo unos pocos cientos de dólares, lo que da indicios prometedores de que las impresoras 3D, continuarán siendo cada vez más y más asequibles en el futuro.

Para esto, los usuarios que quieran adquirir una impresora 3D deben revisar los siguientes parámetros:

- Calidad de impresión,
- Calidad de construcción,
- Fiabilidad,
- Facilidad de uso,
- Tasa de error de impresión,
- Costes de funcionamiento,
- Software y
- Valor (3D HUBS, 2017).

Para así, escoger la mejor opción del servicio que requieran utilizar.

Entre 2010 y 2016, el precio medio de las impresoras 3D se redujo en un 30%. Se espera que disminuya a una tasa del 6% al año, hasta 2019. (Heutger & Kückelhaus, 2016).

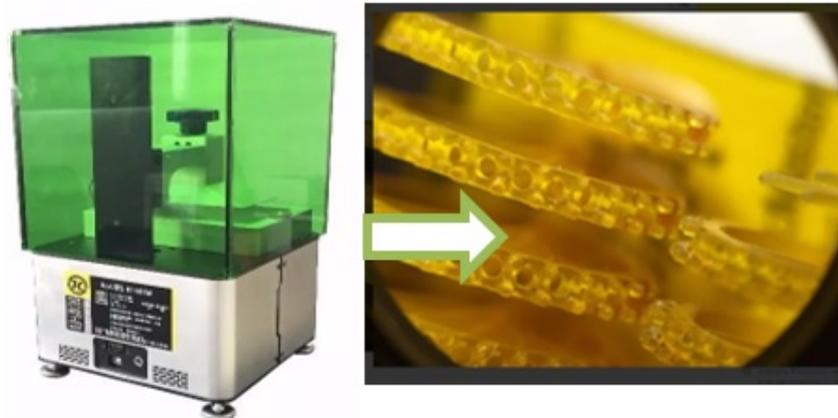


FIGURA 10.  
Impresora 3D para joyería y odontología con tecnología SLA.  
Fuente: Mercado libre Colombia, 2016.

## 2. IMPACTOS A LA CADENA DE SUMINISTRO

La mayoría de los productos que se usan todos los días, están compuestos de muchas partes. Son el resultado de muchas etapas de fabricación, llevadas a cabo por diferentes máquinas, cada una con su propio operador. Cada máquina y operador hace una actividad específica para el procesamiento de la pieza, como, por ejemplo: el corte, taladrado o fresado, luego pasa a otra máquina, y así sucesivamente a lo largo de una línea de montaje o producción, hasta que la pieza está completa. Finalmente, todas las partes son ensambladas en un producto final, ya sea por máquina o manualmente.

La impresión 3D, reemplaza todos estos pasos, fundamentalmente con diferentes máquinas y materiales, que simplifican considerablemente el proceso de fabricación. Las impresoras 3D, pueden hacer productos terminados, con todas sus partes, totalmente montado e impulsado por un modelo digital computarizado, que construyen capas y capas de plástico fundido, metal u otros materiales (Hornick & Badilla, 2016). Por lo tanto, se va a eliminar el almacenamiento de materia prima en proceso, ya que la impresora 3D, realiza toda la secuencia de actividades para dejar el producto final y elimina la necesidad de la producción en masa centralizada, donde los costos laborales son bajos.

A lo largo del artículo, se han evidenciado muchas ventajas con la fabricación en 3D. Al respecto, Jorquera (2017) comparte la siguiente anécdota real:

Un cliente dueño de una motocicleta clásica decide cambiar el faro trasero de su moto, le gustan las motos y quiere darle un aire nuevo a su vehículo. El faro trasero de muchas motos a su vez, tiene el arco donde se coloca la matrícula y debajo de esta hay otra superficie lisa y estrecha sobre la que tiene que ir un reflector y tras cambiárselo a la moto, procede a pasar su inspección de ITV. Lógicamente, no consigue pasar la inspección por no cumplir con la ley. En la tienda oficial de repuestos, le cobraban 69 euros por la pieza (equivalentes a \$ 240.000), de modo que, nos llamó para ver si era viable fabricarla con la impresión 3D. Le pedí que midiera la distancia entre los agujeros en la parte inferior de la matrícula y que hiciera una fotografía del nuevo conjunto del faro para tener una referencia sobre la que trabajar. Con esta información comenzamos a moldear, tres horas más tarde teníamos la pieza lista en mano y preparada para instalar. Esa misma tarde el cliente se pasó por el estudio y montamos la pieza en la moto fijando el catadióptrico en su sitio. Al día siguiente pasó al ITV sin ningún problema. (Jorquera, 2017, p. 12).

La pieza tenía unas dimensiones mayores, diseñaron 2 piezas para ensamblarlas, como se muestra en la figura 11.



**FIGURA 11.**  
Modelado y Pieza final impresa en 2 partes en ABS.  
Fuente: Jorquera, (2017).

En la tabla 3, se muestran los costos de elaboración de la pieza mencionada.

**TABLA 3.**  
Costos elaboración de pieza (moneda EURO).

Modelado desde cero:	65 minutos
Coste de modelado:	30 Euros
Tiempo de impresión:	2 horas 50 minutos
Coste de la impresión:	2,50 Euros
Instalación de la pieza:	15 minutos
Coste de repuesto oficial:	69 Euros
Coste total con impresión 3D:	32,50 Euros
Ahorro:	36,50 Euros

Fuente: Jorquera, (2017).

Sin embargo, la empresa no busca cambiar completamente sus productos, procesos o su cadena de suministros que tiene establecida. Pero, si desea innovar, explorando opciones que las tecnologías de Impresión 3D o fabricación aditiva, le brindan para mejorar el rendimiento, minimizando la inversión.

A continuación, se describe en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro, los impactos que se puedan generar con la inclusión de la tecnología de la fabricación aditiva o impresión 3D.

## A) Proveedores

En la cadena de suministro, la impresión 3D tendrá un papel mucho más prominente en la fabricación y ventas de piezas de repuesto y piezas individualizadas de fabricación. A medida que los fabricantes, adaptan

sus procesos de producción y cadenas de suministro, al mismo tiempo impactará a los actuales proveedores de repuestos, dado que el cliente puede ser el fabricante de las piezas que necesite para su producto.

En este caso, los consumidores con acceso a esta tecnología, pueden pasar a ser productores o prosumers. (Anderson, 2012).

Esto es muy bueno para el cliente, pero terrible para el fabricante y proveedor de la pieza, ya que las líneas se han eliminado entre el fabricante y el cliente, porque el cliente se ha convertido en el fabricante directo y, por ende, ya no necesitará los servicios que el proveedor suministra.

Entonces, ¿qué tienen que hacer los fabricantes y proveedores para adaptar su modelo de negocio?

Pensando en que las empresas buscan un equilibrio, entre la fabricación propia y la subcontratación a proveedores, en cuanto a la fabricación aditiva, deben empezar a vender los modelos digitales para imprimir en 3D, en lugar de hacer piezas. Pueden llegar a ser empresas de diseño digital (Hornick & Badilla, 2016) y cerrar sus fábricas, ya que no necesitarán de tanto espacio para proporcionar su producto al mercado.

Esto abrirá nuevas oportunidades, por ejemplo, pueden trabajar con proveedores de logística para crear una red de impresoras 3D, cada una de las cuales puede ser una pequeña fábrica y pueden estar ubicadas estratégicamente en almacenes regionales o centros de distribución local (Heutger & Kückelhaus, 2016).

## B) Producción

Como ya se había nombrado anteriormente en el numeral 2 de este artículo, a diferencia de la fabricación o producción tradicional, que está compuesta por una serie de actividades y de procedimientos a seguir, donde intervienen varios responsables y máquinas, la impresión 3D puede producir una pieza en una simple operación, capa por capa, dejando la pieza lista incluso si ésta tuviera partes móviles (Bucco, 2016), disminuyendo tiempos de respuesta, costos de fabricación y pérdidas de producto en dichos procesos.

En el caso de los productos personalizados, se reducen significativamente tiempos de alistamiento de máquinas por referencia, pues la impresión 3D, es más exacta y prácticamente no habría pérdida de material, dando un tiempo de respuesta más eficiente para el cliente.

En todos los casos, las ventajas son casi las mismas como, reducir el número de pasos y actividades en la cadena de producción, en almacenamiento de producto semi-elaborado y producto terminado, también la reducción de la producción de residuos en un 25% de material, en comparación con métodos de fundición tradicional. (Heutger, & Kückelhaus, 2016).

Pero, ¿Es esta tecnología útil para una empresa? Es muy claro que la impresión en 3D, no será utilizada para producir en masa cualquier cosa, como bienes de consumo. Pero, sí tienen una gran capacidad para simplificar la producción de productos de alta complejidad y personalizables.

Esto, serviría mucho para las empresas que tienen este tipo de fabricación, ya que la impresión 3D, podría convertirse en una ventaja para la organización redefiniendo la cadena de suministro. (Heutger, & Kückelhaus, 2016).

## C) Almacenamiento y distribución

Las fábricas cambiarán de tamaño, se cree que serán más pequeñas y estarán distribuidas estratégicamente por las distintas regiones, y se ubicarán a una distancia mínima de los mercados para ahorrar costos de transporte.

El almacenamiento también disminuirá y con él sus costos, porque la demanda será aún más protagonista en los cálculos de la cantidad a producir, ya que será personalizada. Los productos se generarán estimando lo que el público pueda requerir. Además, los depósitos no estarán ocupados con productos elaborados, sino que tendrán las materias primas que proveen a las Impresoras 3D para su funcionamiento (Gambino, 2015).

En la actualidad, en la estrategia comercial de las empresas son fundamentales los canales de distribución (cómo llega el bien al consumidor), las cadenas de suministro y la gestión de inventarios.

Si las empresas incluyen la tecnología de impresión en 3D, esta fabricación a diferencia de la del producto completo, estará más distribuida y descentralizada, por lo que reducirá la necesidad de transporte, por entregas de lotes más pequeños y almacenamiento de la materia prima y producto terminado, adoptándose un modelo de producción local según la demanda.

Lo que significa que, van a existir más proveedores que se dedicarán a fabricar de forma aditiva, piezas o productos que vayan solicitando las empresas, haciendo uso de transportes pequeños o menos dañinos para el medio ambiente, como servicios de mensajería, eliminando la necesidad de almacenar repuestos en grandes almacenes. (Heutger & Kückelhaus, 2016).

A continuación, la tabla 4, muestra una comparación general de cada uno de los eslabones de la cadena de suministro, entre la Industria Tradicional que se realiza actualmente vs la Industria con la inclusión de la tecnología de las impresoras 3D.

TABLA 4.  
Comparación Industria tradicional vs Industria con impresoras 3D.

Eslabón de la cadena de suministro	Industria Tradicional	Industria con impresoras 3D / AM
<b>Proveedores</b>	Fabricación y ventas de suministros	Los consumidores con acceso a esta tecnología pueden pasar a ser productores o prosumers Nuevos Modelos de negocio, por ejemplo, Venta de materiales para las impresoras 3d, modelos digitales para imprimir en 3D.
<b>Producción</b>	La fabricación y producción tradicional está compuesta por una serie de actividades y de procedimientos a seguir, donde intervienen varios responsables y máquinas.	Puede producir una pieza en una simple operación, capa por capa dejando la pieza lista incluso si ésta tuviera partes móviles
<b>Almacenamiento</b>	Bodegas con stock de materia prima, producto semi- elaborado o material en proceso, y producto terminado, para responder a tiempo al cliente	Bodegas (depósitos) pequeñas para almacenar material (polvos, filamentos, bolas, gránulos, resinas, etc.). Tamaño de la caja interna el 20 * 20 * 9 cm El almacenamiento de producto terminado también disminuirá y con él sus costos, porque la demanda será aún más protagonista en los cálculos de la cantidad a producir ya que será personalizada.
	Bodegas centralizadas con volúmenes altos de almacenamiento	Bodegas descentralizadas, más cerca a los clientes
	Inventarios Altos	Pocos Inventarios
<b>Distribución y Transporte</b>	Distribución centralizada	Distribución descentralizada
	Vehículos grandes, Mayor desplazamiento para entregas	Vehículos pequeños, para entregas de lotes más reducidos o servicios de mensajería. Menos desplazamiento
	-	Vehículos dotados con impresoras 3D - Fabricación y transporte incluido

Fuente: Autora, 2018.

### 3. CONCLUSIONES

El avance de la tecnología, se pone de manifiesto en varios escenarios de la ciencia, como en las tecnologías (TIC) de la información y las comunicaciones, que se dio a partir del PC y el Internet. Ahora bien, en el área de la manufactura o producción, con la Fabricación Aditiva (FA) o Impresión 3D, se están mostrando los cambios tecnológicos e innovaciones en procesos de diseño y fabricación de bienes, transformándose procesos productivos en varios ámbitos del conocimiento, ante las revoluciones de cambios tecnológicos (Malé, 2016).

El generar todo el proceso de producción para la obtención de un producto final con una impresora 3D, beneficia a las empresas por la reducción derivada de costos, de: manufactura, manejo de residuos, almacenamiento de producto en proceso y final, transporte, entre otros.

La propuesta implica, que las empresas deban hacer una alta inversión para adquirir la cantidad de impresoras 3D necesarias, capacitar al personal con el manejo de la nueva tecnología o contratar personal experto, adecuar su infraestructura, entre otros, con el fin de cumplir las metas de producción programada en las empresas con calidad óptima, para lograr la excelencia operativa, con la satisfacción del cliente.

Sin duda las impresoras 3D, revolucionarán elementos de la industria, encaminados a la mejora de la calidad de los productos y, a otras empresas, esta tecnología les ayudará a generar innovación y desarrollo de productos nuevos. (Heutger & Kückelhaus, 2016).

Por otro lado, la impresión 3D por ahora, no sustituirá la fabricación tradicional en masa, pero sí tiene una mayor aplicabilidad a la fabricación de productos personalizados y complejos, como ya ocurre en el sector aeronáutico (Acevedo, 2016), Automotriz y en la medicina (Bucco, 2016). Sin embargo, esta tecnología sigue avanzando para ofrecer calidad, velocidad en la impresión y diversidad de materiales; tal vez, más adelante, logrará que más empresas adopten esta tecnología.

La fabricación por adición o impresión 3D, abrirá nuevas oportunidades de negocio; será viable ofrecer un servicio con esta tecnología a empresas pequeñas, que no tengan el suficiente capital, pero que, quieran innovar en sus productos, para lograr mayor competitividad y estar a la vanguardia, con el fin de penetrar en el mercado, que cada vez es más exigente, con precio, calidad y tiempos de entrega.

En cuanto a la cadena de suministro, la fabricación por adición o impresión 3D, sin duda será un factor de cambio en muchos segmentos de la industria, donde la innovación es la protagonista en el éxito de las empresas, fabricando productos nuevos totalmente personalizados e individualizados, adaptando el producto al comprador y logrando un mejor nivel de servicio, con aumento de la satisfacción del cliente, disminución de tiempos de entrega y calidad del producto, a costos bajos.

Las impresoras en 3 dimensiones, son una auténtica opción de revolución tecnológica, proyectándose que, en pocos años, las impresoras 3D estarán en las casas, diseñando y fabricando cualquier cosa que se nos venga a la mente, donde se incluye a la vez, contar con un modelo de negocio para el manejo y transporte de materias primas, insumos y productos a las medidas de los clientes, que respondan integralmente a la fabricación de los productos deseados.

Al respecto, siguiendo a Silva, & Rezende (2013), se diría que, a industria de la logística, puede verse afectada por la Manufactura de adición; pero, con la competitividad de las empresas se encontrarán oportunidades para el desarrollo de nuevas aplicaciones y sistemas de gestión de la producción, distribución, relación con el cliente y con los empresarios, ciclos de vida del producto, entre otros.

Luego, con la impresión 3D, la producción se percibe como una tendencia, que puede tener un impacto significativo en el servicio logístico y cadena de suministro en el futuro. (Wieczorek, 2017)

#### 4. REFERENCIAS

- 3D HUBS. (2017). *3D Printer guide*. <https://www.3dhubs.com/best-3d-printer-guide>. 2017
- Acevedo, F. (2016). *Estudio sobre la aplicación de las tecnologías de fabricación aditiva al sector aeronáutico y espacial. Impresión 3D*. Universidad de Sevilla (España): Departamento de Ingeniería gráfica.
- Acevedo, M. (2017). Los múltiples desafíos de la Revolución Industrial 4.0. *Informe industrial*, Paraná (Argentina).
- Álvarez, H. (2018). El fracaso social de la empresa y la búsqueda de un camino a la cuarta revolución industrial. Argentina. *Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJ OICA)*. N° 18-2018. ISSN 1988-9011, p. 196-229.
- Amézquita, P. R. (2018). La cuarta revolución industrial y algunas implicaciones en las Escuelas de negocio. *Palermo Business Review*. N°18. Universidad de Palermo, Buenos Aires (Argentina).

- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. Nueva York: Crown Business.
- Área tecnología, (2016). Qué es una impresora 3D. <https://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html>
- Bucco, M. (2016). La impresión 3D y su aplicación en los servicios médicos (prótesis, fármacos y órganos). San Andrés (Colombia): Tesis Universidad de San Andrés.
- Daemmrich, A. (2017). Invention, innovation systems, and the Fourth Industrial Revolution. *Technology and Innovation*, vol.18, núm. 4, pp. 257-265. 2017 <http://dx.doi.org/10.21300/18.4.2017.257>
- D' Aveni, R. A. (2013). 3D opportunity for production. Additive manufacturing makes its (business) case. *Deloitte Review Issue 15*.2013.
- Escobar, C. (2013). ABS Y PLA: Diferencias, ventajas y desventajas. *Impresoras3D.com*. Recuperado de <https://goo.gl/N7U9KP>
- Gambino, L. (2015). *Las Impresoras 3D plantean una nueva cadena de distribución*. Softtek: Mariano Pedernera, editor.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios: A literature review. *49th Hawaii International Conference on System Sciences Design*, pp. 3928-3937. IEEE, Koloa, HI, EE. UU.
- Heutger, M., & Kückelhaus, M. (2016). *3D Printing and the Future of Supply Chains. A DHL perspective on the state of 3D printing and implications for logistics* Troisdorf, (Alemania): DHL CSI.
- Hornick, J., & Badilla, B. (2016). *La impresión 3D estremecerá la manufactura*. Washington (Estados Unidos).
- Jorquera, A. (2017). *Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. Madrid (España): Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, p. 12.
- Malé, M. (2016). *El potencial de la fabricación aditiva en la arquitectura: hacia un nuevo paradigma para el diseño y la construcción*. Tesis doctoral, Catalunya (España): Universidad Politécnica de Catalunya.
- Schwab, K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution*. Suiza: World Economic Forum. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
- Silva, J., & Rezende, R. (2013). Additive Manufacturing and its future impact in logistics. *IFAC Proceedings Volumes. Vol 46, Issue 24. Published by Elsevier Ltd*. 2013, p. 277-282.
- Soto, J. (2014). *3d rev: una posible revolución de la producción empresarial*. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas. 2014.
- Vazhnov, A. (2014). *Impresión 3D. Cómo va a cambiar el mundo*. Buenos Aires (Argentina): Editorial Baikal.
- Wieczorek, A. (2017). *Impact of 3D printing on logistics*. *Revista: Investigación en logística y producción*. Vol 7, n° 5, 2017, p. 443-450. Olsztyn (Poland): University of Warmia and Mazury.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.  
CC BY-NC-SA