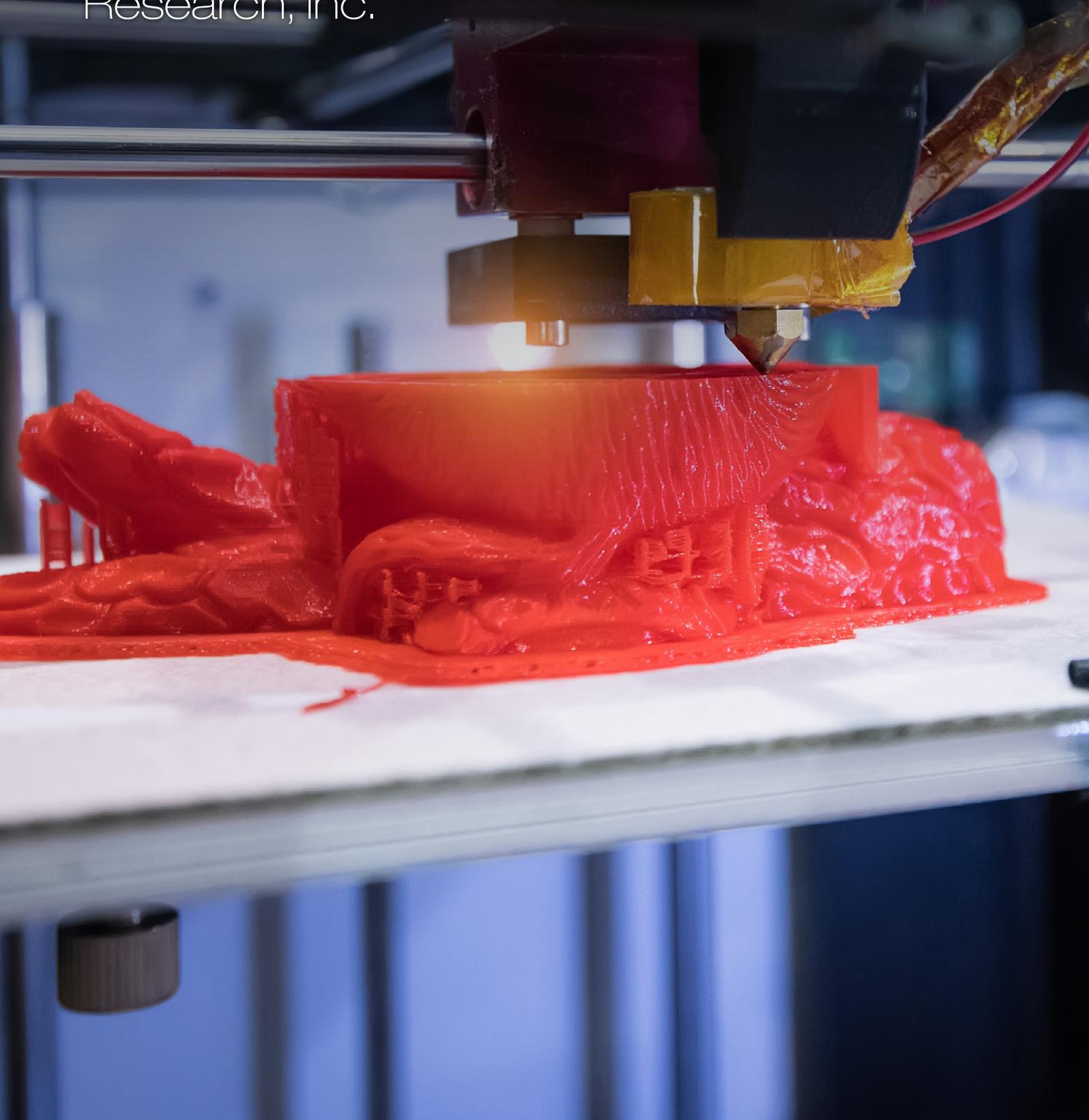


El mercado mundial de la impresión 3D crecerá  
**en 35,38 mil millones de  
dólares para 2027**

según el último informe de Grand View  
Research, Inc.



## Impacto económico de las impresoras 3D. ¿La 4.a revolución industrial?

### *Economic Impact of 3D Printers. The 4th. Industrial Revolution?*

#### RESUMEN

En el Perú, las importaciones de impresoras 3D se ha incrementado en los últimos 3 años, teniendo un crecimiento acelerado de 304,8 % en el 2019 con respecto al 2018 y para finales de 2020 se estima un crecimiento superior al 2019. Debido a que a julio de 2020, las importaciones ascendieron a un 98,6 % con referencia al año anterior.

La mayoría de las empresas encuestadas iniciaron sus actividades de servicios de impresión 3D a partir de 2019 fabricando productos como caretas faciales, acoples para respiradores, autopartes, adornos y prototipos en general.

Las instituciones educativas encuestadas actualmente cuentan con una variedad de equipos de impresión 3D con fines académicos, investigación e innovación, además de brindar servicios en menor escala a la industria y alquiler de equipos.

La impresión 3D genera un impacto económico en el Perú, evidenciado por la amplitud de usos y el crecimiento exponencial de sus importaciones en los últimos años, lo que nos lleva a relacionar la 4.ª revolución industrial con el crecimiento de la industria 3D. Como consecuencia de la relación entre la 4.ª revolución industrial y la impresión 3D es que se puede hablar de «Smart Factory», apoyado en las demás tecnologías que forman la 4.ª revolución industrial, acortando la cadena de suministros a la hora de hacer fabricación y la amplitud de usos en diversos sectores económicos.

#### ABSTRACT

*In Peru, imports of 3D printers have increased in the last 3 years, having an accelerated growth of 304.8 % in 2019 compared to 2018 and by the end of 2020, a growth is estimated to be higher than 2019. This is due in July 2020, imports grew to 98.6 % compared to those of the previous year.*

*Most of the surveyed companies began their 3D printing services activities since 2019, manufacturing products such as facemasks, respirator attachments, auto parts, ornaments and prototypes in general.*

*Educational institutions surveyed, currently have a variety of 3D printing equipment for academic, research and innovation purposes, in addition to providing services, at a smaller scale, to the industry and those equipment's rentals.*

*3D printing generates an economic impact in Peru which is evidenced by the breadth of uses and the exponential growth of its imports in recent years, which leads us to relate the 4th industrial revolution with the growth of the 3D industry and the breadth of uses in various economic sectors.*



#### Palabras Claves

Impresora 3D, Tendencia, Industria 4.0, Fabricación Aditiva, Maker, Fab Lab, Fabricación Inteligente.

#### Key words

3D printer, trend, industry 4.0, additive manufacturing, Maker, Fab Lab, Smart Factory.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, estamos viendo una nueva revolución industrial llamada industria 4.0, la cual tiene un impacto directo en las cadenas de suministros. Esta revolución industrial está basada en la fabricación digital, siendo uno de los mayores protagonistas la impresión 3D.

La impresión 3D se define como un conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de materiales en capas que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D.

En la actualidad, existen diferentes tipos de impresoras como extrusión, fotoquímicos, hilado y granulado, que emplean tecnologías FDM (modelado por deposición fundida) y SLA (estereolitografía), las cuales utilizan insumos (materiales) como PLA (ácido poliláctico), ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), resinas, entre otros.

Entre las aplicaciones de mayor uso se encuentran la fabricación digital, el prototipado de objetos, las plantillas y las piezas de producción que abarcan los principales sectores como salud, arquitectura, aeroespacial, automoción, bienes de consumo, etc.

El mercado mundial de la impresión 3D crecerá en 35,38 mil millones de dólares para 2027 según el último informe de Grand View Research, Inc.

## FUNDAMENTOS

La impresión 3D (manufactura por adición) tuvo sus inicios en 1976 con la invención de la impresora a inyección a tinta, a partir de esa fecha, se ha venido perfeccionando diferentes modelos de impresoras a la actualidad [1]

En 1984, Charles Hull agregó el concepto de estereolitografía que dio lugar a la impresión 3D y a la fabricación digital [13].

Carl Deckard, en 1987, desarrolló el sinterizado selectivo por láser (SLS). En 1988, Scott Crump inventó el modelado por deposición fundida (FDM). En el 2008, fue fundamental para la impresión 3D; gracias al proyecto RepRap, lanzan la primera impresora autorreplicable que tiene la posibilidad de imprimir la mayoría de sus componentes [3].

Los plásticos y las aleaciones de metal son los materiales más usados para impresión 3D, pero se puede utilizar casi cualquier cosa, desde hormigón hasta tejido vivo [5].

Existen diferentes tipos de impresoras 3D en el mercado como se indica en la tabla 1.

Tabla 1  
Tipos de Impresora 3D

Tipo	Tecnologías	Materiales
Extrusión	Modelado por deposición fundida (FDM)	Termoplásticos, por ejemplo PLA, ABS y TPU
Fotoquímicos	Estereolitografía (SLA)	Fotopolímero
	Fotopolimerización por luz ultravioleta (SGC)	Fotopolímero
Hilado	Fabricación por haz de electrones (EBF3)	Casi cualquier aleación
Granulado	Sinterizado directo de metal por láser (DMLS)	Casi cualquier aleación
	Fusión por haz de electrones (EBM)	Aleaciones de titanio
	Sinterizado selectivo por calor (SHS)	Polvo termoplástico
	Sinterizado selectivo por láser (SLS)	Termoplásticos, polvos metálicos, cerámicos
	Proyección aglutinante (DSPC)	Yeso

Fuente: Elaboración propia.

Los materiales más usados por las impresoras son PLA, ABS, TPU (poliuretano termoplástico), entre otros.

Tabla 2  
Materiales usados en la impresión 3D

Tecnología	Materiales	Usos
FDM	PLA	Prototipado fácil impresión
	ABS	Piezas industriales automotriz
	TPU	Piezas flexibles
	PETG	Piezas de mayor dureza
SLA	Resina Calcinable	Alto nivel de detalle
	Resina dura	Piezas industriales
	Resina dental	Médico
	Resina flexible	Prototipado

Fuente: Elaboración Propia.

Entre las aplicaciones más frecuentes se tiene:

- Fabricación digital
- Plantillas y fijaciones
- Piezas de producción
- Prototipado rápido
- Realismo
- Herramientas compuestas

Los sectores que presentan un mayor interés por la manufactura por adición son los siguientes:

- Sector aeroespacial
- Automoción
- Bienes de consumo
- Odontología
- Medicina
- Educación
- Ferroviario
- Arte y moda

La industria 4.0 es un término que fue desarrollado por el gobierno federal alemán para promover su estrategia de alta tecnología [9]. Desde el punto de vista técnico, la industria 4.0 determina la creciente digitalización y automatización del entorno de fabricación, así como la creación de cadena de valor digital, lo que permite la interacción comunicativa entre los productos, su entorno y los socios comerciales [21]

El resultado tangible genera mejoras en la calidad de producto y reduce el tiempo de comercialización. Al referimos a la industria 4.0 no solo nos referimos a internet, BigData o cloud computing, sino también a la impresión 3D con características interesantes como la conexión en varios sentidos máquina-máquina, máquina-producto, máquina-humano y producto-humano [6].

### El mercado mundial de la impresión 3D

Se estima que el tamaño del mercado mundial de la impresión 3D alcanzará los 35,38 mil millones de dólares para 2027, según el nuevo informe de Grand View Research, Inc. Se espera que sea testigo de una tasa compuesta anual de 14,6 % durante el periodo de pronóstico [1] (3D Printing Market Worth \$35.38 Billion By 2027 | CAGR: 14.6 %, 2020).

Se proyecta que el tamaño del mercado mundial de metal de impresión 3D alcance los USD 5,51 mil millones para 2027, expandiéndose a una tasa compuesta anual del 27,8 % de 2020 a 2027, según un nuevo informe de Grand View Research, Inc. Al acelerar el crecimiento en la adopción de la impresión 3D para la fabricación de piezas metálicas, especialmente para las industrias de la aviación y la salud, es el factor crucial que impulsa el mercado.

En los últimos 3 años, ha habido un aumento significativo en el número de empresas que han adquirido experiencia en la impresión 3D. El 65 % de los negocios aplicaron esta tecnología en el 2019 en comparación con el 24 % que se obtuvo en el 2016 [23].

La encuesta EY Global 3D Survey realizada en el 2019 a un total de 900 compañías refleja que el 65 % de estas han aplicado la impresión 3D. Los 3 países que presentan una mayor experiencia en el uso de las tecnologías de industria aditiva son Corea del Sur, China y Canadá y los sectores industriales de mayor demanda son aeroespacial, empaque de productos de consumo y químicos como se muestran en las figuras 1 y en las tablas 3 y 4 respectivamente.

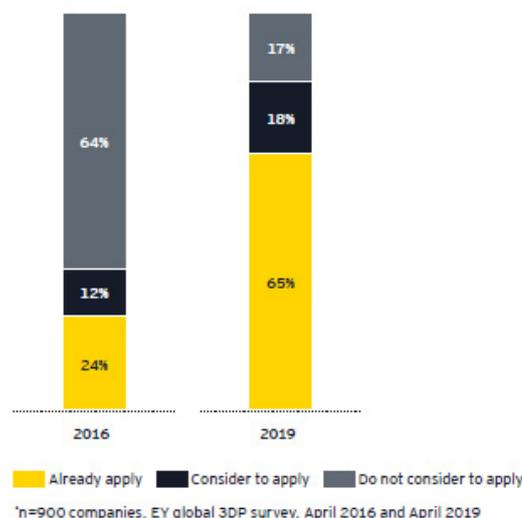


Figura 1. Conocimiento sobre las tecnologías de impresión 3D (2016-2019).

Fuente: A Global EY Report 2019.

Tabla 3. Experiencia en tecnologías de impresión 3D por país en el 2019

Country	Already apply	Consider to apply	Do not consider to
South Korea	81 %	14 %	5 %
China	78 %	18 %	4 %
Canadá	77 %	14 %	9 %
France/Belgium	74 %	21 %	5 %
UK	74 %	18 %	8 %
Japan	68 %	30 %	2 %
Switzerland/Austria	67 %	24 %	9 %
Germany	63 %	22 %	23 %
us	54 %	22 %	24 %
Italy/ Spain	42 %	15 %	43 %

Fuente: A Global EY Report 2019.

Tabla 4. Experiencia en tecnologías de impresión 3D por industria en 2019

Country	Already apply	Consider to apply	Do not consider to
Aerospace	78 %	22 %	-
Consumer Packaged Goods	76 %	24 %	-
Chemicals	75 %	25 %	-
Electro nics	71 %	12 %	17 %
Logistic and Transportation	68 %	14 %	18 %
Construction	63 %	20 %	17 %
Industrial Products	62 %	15 %	23 %
Automotive	59 %	17 %	24 %
Life Sciences	55 %	22 %	23 %

Fuente: A Global EY Report 2019.

SmarTech Analysis, una firma de investigación especializada en la industria de fabricación aditiva, publicó su cuarto informe anual sobre el mercado de la impresión 3D de polímeros, que se espera que genere \$ 11,7 mil millones en ingresos en 2020, aumentando a \$ 24 mil millones en 2024 y \$ 55 mil millones en 2030. Este

crecimiento está impulsado en particular por los procesos de lecho de polvo (ver figura 2), que han aumentado considerablemente en los últimos años. La tecnología es más atractiva para los fabricantes porque ofrece una mayor productividad y la posibilidad de imprimir piezas en serie [2].



Figura 2. Poliamidas.  
Fuente: Flandes Inversión y Comercio.

### El mercado de América Latina de la impresión 3D

Si bien el movimiento *maker* y el uso de tecnología de impresión 3D se ha desarrollado en la región en los últimos años, la industria aditiva es todavía bastante joven en América Latina. México se posicionó como líder regional y creó en 2018 el primer Consorcio de Fabricación Aditiva en Latinoamérica. En Brasil, que también es un motor regional de la tecnología, 49 % de las empresas productivas pretenden invertir en impresión 3D hasta el 2022. Otros países están empujando la impresión 3D, aunque en una menor medida, como Argentina, donde se creó la Cámara Argentina de Impresión 3D y Fabricación Digital, Chile y Colombia. La *International Data Corporation* (IDC) estima que el mercado en América Latina tendrá un crecimiento sostenido en los próximos años [10].

### El mercado peruano de la impresión 3D

La impresión 3D en el Perú se encuentra liderada en su mayoría por los Fab Lab de las universidades y los institutos que se dedican a la enseñanza e investigación, creando prototipos en sus centros de diseño. Seguidamente de pequeñas empresas de impresión 3D que hacen servicio a terceras empresas como la minería, industria, salud, entre otras.

De acuerdo con el Mapa de Fab Labs [15] en el Perú, se cuenta con los siguientes Fab Lab y centros de impresión 3D:

- Fab Lab Lima
- Fab Lab ESAN
- Fab Xperience Café
- Fab Lab UNI
- Fab Lab Tecsup i+De
- Fab Lab UpeU
- Lima Makers Workshop
- Fab Lab UTEC
- Fab Lab USMP
- Fab Lab UCAL
- Fab Lab Ucontinental
- Fab Lab iFurniture
- FDR Fab Lab
- DigiToys
- Fab Lab PUCP
- Veo
- CIT – Fab Lab Universidad de Lima
- Studio Zinkin
- Creatispace
- Fab Lab UPC
- Markham Makerspace
- Fab Lab UP – Universidad del Pacífico

## METODOLOGÍA

El presente estudio tiene un enfoque mixto, ya que abarca aspectos cualitativos y cuantitativos:

El ámbito cualitativo refiere a la sección del artículo centrado en artículo de revisión de tipo revisión descriptiva (BP, 1989), ya que esto permitirá proporcionar al lector una puesta al día sobre la constante evolución del ámbito de las impresoras 3D. Este tipo de revisión es de interés a muchas personas de campos conexos.

El ámbito cuantitativo se centra en el levantamiento de información primaria por medio de encuestas al personal de Fab Lab de diversas instituciones (académicos y empresas), con el fin de identificar diversos aspectos relacionados con el uso y la percepción de las impresoras 3D; también se analiza cuantitativamente información de Sunat sobre las importaciones de dicha tecnología durante los últimos 5 años (2015-2020), identificando importaciones de impresoras 3D, consumibles y repuestos por año, cantidad, tipo de impresoras y precio de los mismos.

### Alcance

El alcance del estudio es de tipo descriptivo explicativo:

Descriptivo a través de un diseño no experimental longitudinal por medio de análisis estadístico, ya que se busca presentar la situación actual del tema en mención, describiendo el volumen y la variedad de importaciones de impresoras 3D en Perú y el uso principal que se le otorga durante los últimos 5 años.

Explicativo a través de un diseño no experimental transversal, ya que se tiene como objetivo medir la incidencia del uso de impresoras 3D en la población del Perú en un momento dado.

### Métodos

Los métodos empleados fueron el levantamiento de información primaria, el análisis de data histórica la y revisión de artículos de revistas científicas.

Encuestas. Se manejaron dos tipos de encuestas utilizadas para el análisis transversal; una enfocada para los Fab Labs académicos y otra dirigida a empresas. Por su parte Hernández citado en Castro (2003), expresa que «si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra» (p.69) Por lo tanto, el tamaño de la muestra fue de 4 Fab Lab académicos y 16 empresas; en ambos casos, son entidades (personas naturales y jurídicas) de diversas regiones del Perú.

Análisis de data histórica. Utilizada para el análisis longitudinal, tomando información de Sunat sobre las importaciones durante los últimos 5 años de productos relacionados al mercado de impresiones 3D.

Artículos de revistas científicas. Empleados para la revisión descriptiva, con el fin de recopilar información y bibliografía que fundamenta la investigación.

## Técnicas y herramientas

Las técnicas y herramientas utilizadas en el presente estudio son las siguientes:

La encuesta, que corresponde a nuestro modelo de investigación descriptiva, recolecta datos de los involucrados en el estudio sin modificar ni alterar su entorno o situación actual [17]

El cuestionario, como herramienta, es un conjunto de preguntas enfocadas a un tema determinado, que busca obtener resultados por parte de los encuestados [17]. Ambos cuestionarios constan de 6 preguntas de las cuales se podrán obtener información y generar conclusiones para validar la estadística de aumento de uso de las impresoras 3D, la identificación del sector industrial de desarrollo y los principales servicios ofertados.

## Limitaciones de la investigación

La información acerca de la impresión 3D en el Perú y su evolución en los últimos años es limitada. Se cuenta con poca data histórica sobre Fab Labs en Perú, pues la data es menor de 6 años.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas. En una primera instancia, sobre los Fab Labs académicos, seguido de las encuestas a empresas de impresión 3D, se analiza la data longitudinal de importación de impresoras al Perú y finalmente se presenta la revisión de artículos científicos entorno de los resultados previos.

### Encuesta a Fab Lab académicos

Se procedió a encuestar a los Fab Labs de las siguientes instituciones educativas:

- Fab Lab Lima
- Fab Lab ESAN
- Fab Xperience Café
- Fab Lab UNI
- Fab Lab Tecsup i+De
- Fab Lab UpeU
- Lima Makers Workshop
- Fab Lab UTEC
- Fab Lab USMP
- Fab Lab U continental
- Fab Lab iFurniture
- Fab Lab PUCP
- Veo
- CIT – Fab Lab Universidad de Lima
- Studio Zinkin
- Creatispace
- Fab Lab UPC
- Markham Makerspace

Los Fab Labs administrados por instituciones educativas cuentan con mayor variedad de equipos para impresión 3D. Esto con un propósito académico para prototipar y analizar diferentes tipos y procesos de fabricación digital con impresoras 3D, como se muestra en la figura 3.

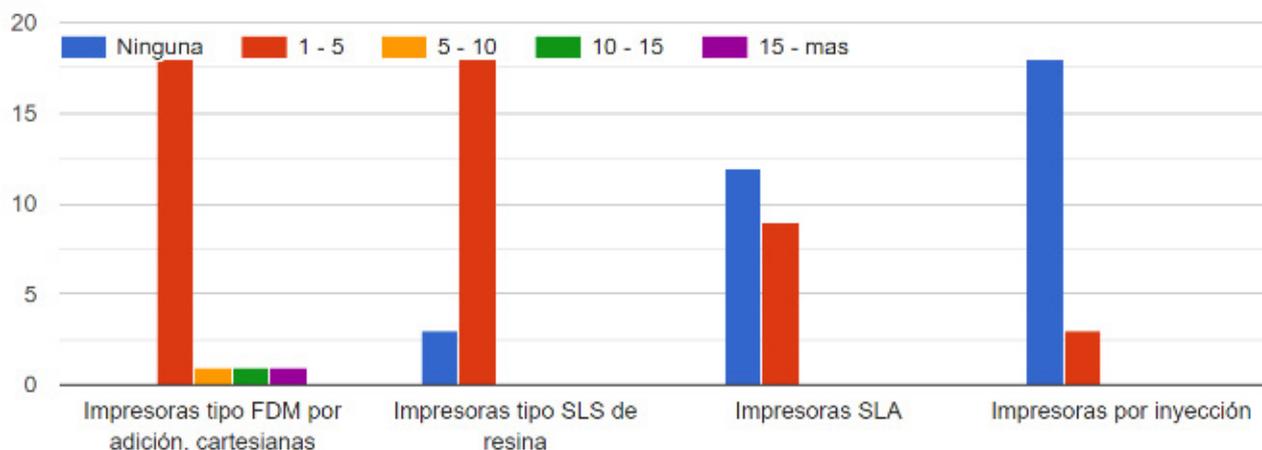


Figura 3. Tipo y cantidad de impresoras 3D que tienen los Fab Labs encuestados.  
Fuente: Elaboración propia.

El uso que generalmente tienen los Fab Labs administrados por instituciones educativas obedecen a un ámbito netamente académico de enseñanza y aprendizaje, sin dejar de lado a

proyectos externos que es una de las actividades que prima en los Fab Labs, como veremos en la figura 4.

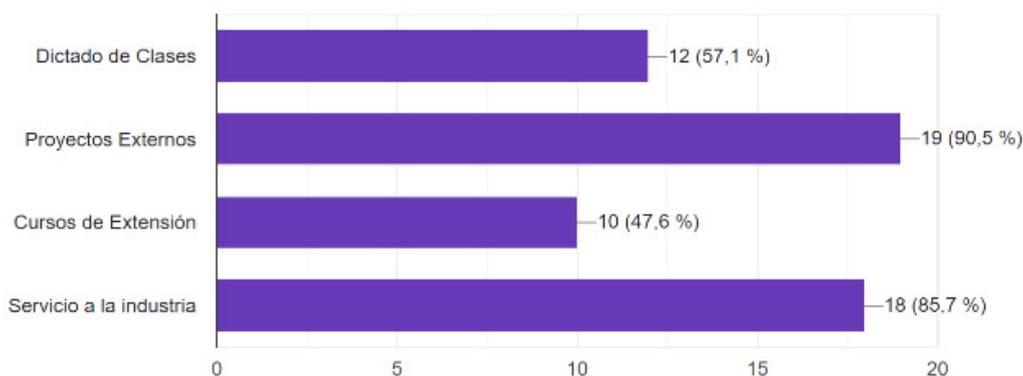


Figura 4. Servicios que ofrecen actualmente los Fab Labs en el rubro de impresión 3D.  
Fuente: Elaboración propia.

Los Fab Labs también brindan servicios independientes a los temas académicos, como se muestra a continuación en la figura 5.

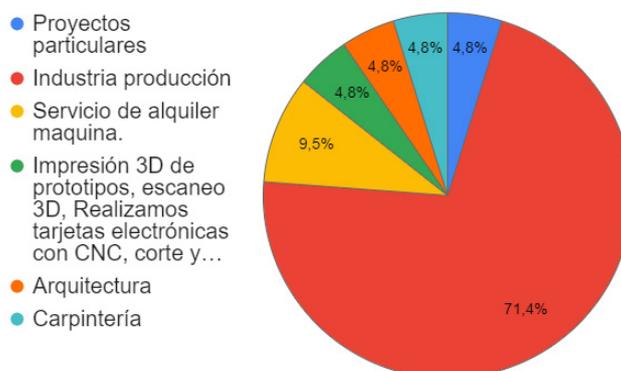


Figura 5. Servicios brindados por Fab Labs académicos.  
Fuente: Elaboración propia.

### Encuesta de empresas de impresión 3D

Entre los encuestados se tienen empresas con personería jurídica y natural:

- MIT3D - Centro de I+D
- GH - Impresiones 3D
- BIERPS - 3D Printing
- Alfaro Impresiones Perú
- Coloma 3D
- Mutante Lab
- Gerald Fab Lab Community
- i3d Eirl
- Imagine labs

- Alejandro Saenz 3D
- Iván Thomas Oré Campos Lab
- Mernin Escurra Cabezas 3D
- 3D Printing Erick Soplini
- Luciano 3DLABS
- Teqvitá printing 3D
- Ilgabo3dmaker

Algunos de los resultados obtenidos más relevantes para el artículo en la encuesta realizada a las empresas relacionadas con la impresión 3D en Perú indican datos como el incremento en el sector económico en los últimos años, especialmente, en 2019 donde 7 empresas de 16 iniciaron sus operaciones, como se muestra en la figura 6.

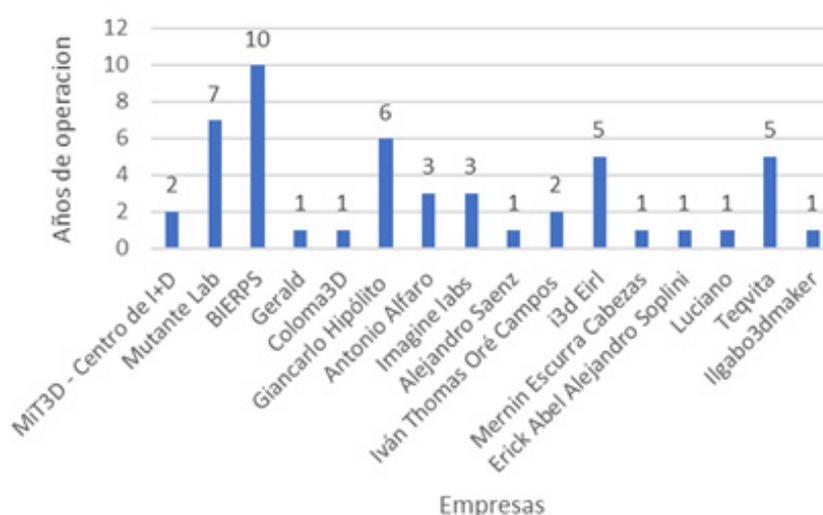


Figura 6. Años de trabajo en impresión 3D.  
Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de máquinas que poseen las empresas que brindan servicios de impresión 3D oscilan entre 1 y 5 máquinas, tal como se muestra en la figura 7. La mayoría opta por una impresora tipo

FDM cartesiana, por la versatilidad del uso de sus materiales y la oferta en el mercado de materia prima (filamentos 3D), lo que demuestra que la tecnología tiene cabida en el mercado nacional.

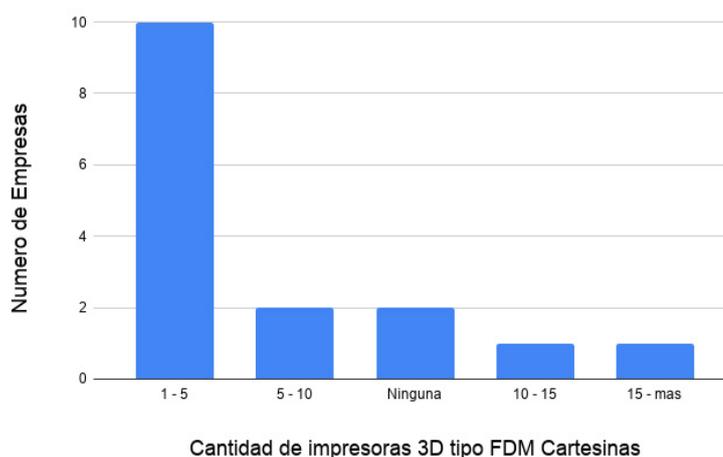


Figura 7. Cantidad de impresoras 3D que tienen las empresas encuestadas.  
Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, en nuestro país el rubro de la impresión 3D es un sector nuevo y que ha tenido un mayor protagonismo en buena manera gracias a la emergencia sanitaria, la pandemia (SARS2, COVID-19). La cultura *maker*, como se le conoce, representa el ingenio de una persona en desarrollar productos funcionales (prototipos) usando mayormente impresión 3D, corte láser y dispositivos electrónicos Open Hardware.

Los *makers* se agrupan en comunidades oficiales (Fab Labs o laboratorios) o no oficiales, siendo su principal medio de comunicación las redes sociales como Twitter, Telegram, Facebook, Slack y WhatsApp [11].

A continuación, en la figura 8, se muestran los servicios que brindan las empresas de impresión 3D.

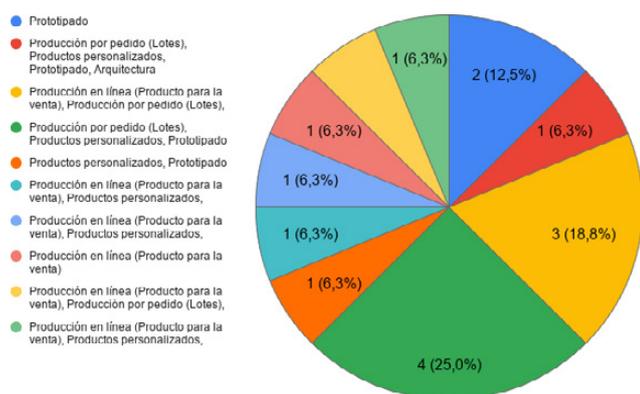


Figura 8. Servicios que ofrecen actualmente las empresas en el rubro de impresión 3D.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, los servicios más requeridos a las empresas dedicadas a la impresión 3D son adornos, *cosplay* seguido de piezas para uso de electrónica y electricidad, tal como se muestra en la siguiente figura 9.

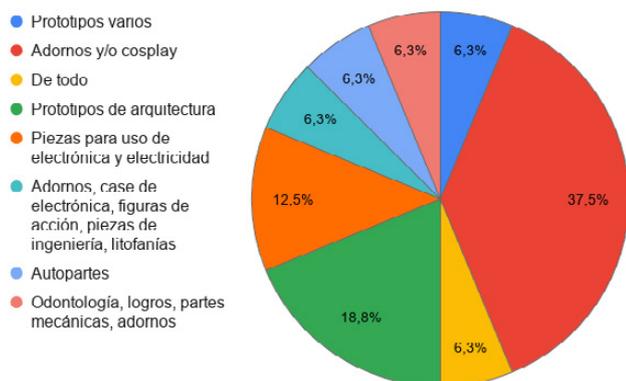


Figura 9. Servicios más requeridos en la industria de la impresión 3D.

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis longitudinal de importaciones de equipos 3D

En la figura 10, se observa que, en el 2019, las importaciones de impresoras 3D se incrementaron en 304.8 % con referencia al periodo 2018. En julio de 2020, se observa que las importaciones

se igualan al 98.6 % del 2019; por ello, se estima que, al cierre del 2020, se logre duplicar las importaciones del periodo anterior.

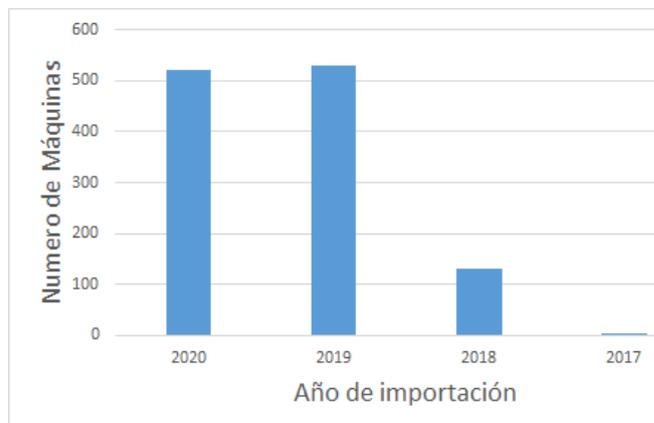


Figura 10. Importaciones por año hasta el 2do semestre 2020. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se pudo observar que la totalidad de importaciones proceden de China.

### Revisión de artículos científicos entorno de los resultados previos

Actualmente, la impresión 3D en el Perú tiene un uso reducido y enfocado a prototipos, mas no a fabricación en línea. Según un estudio realizado por Markets and Markets (2019), el mercado de impresión 3D moverá cerca de 32,7 billones por año hasta el 2023, creciendo cerca de un 25 % anual. Beltagui adiconia que la actual coyuntura favorece la producción en línea con 3D [7]. Esto significa que, probablemente, incluso antes de 2025 las cadenas de suministro, incluida de la industria manufacturera, podrían convertirse en regionales o locales en lugar de globales.

Según Harvard Business Review, una mayor productividad de la infraestructura es esencial para abordar los problemas de infraestructura del mundo. Así, se podría ahorrar hasta 400 000 millones de dólares al año, lo que apoya a lo expuesto en este artículo de investigación: la impresión 3D podría convertirse en la próxima revolución industrial. Según Stratasys otro aspecto relevante para la industria 3D es la contaminación por el uso de polímeros [28]; por ello, Gonzales [18] se pregunta: ¿Qué hacemos con los residuos de las impresoras 3D? Así, plantea reutilizar las piezas impresas falladas y las que ya cumplieron su objetivo de fabricación, reciclando por medios físicos, para convertirlos nuevamente en materia prima, basándose en la investigación de José M Arandes [4].

En el ámbito médico, la impresión 3D tienen cabida en la el sector odontológico con la fabricación de prótesis dentales (impresoras SLA), aprovechando la biocompatibilidad y la homologación de los materiales por la FDA [14]; de igual forma, Chen, O y Rojas L. [12] presentan el diseño y fabricación de un prototipo de prótesis usando una impresora 3D tipo FDM y como materia prima filamento PLA. Otros aportes en medicina humana se ven en el trabajo de Susan Pumacayo-Cárdenas [26], donde aborda una anomalía cardiovascular compleja y decidió realizar un modelo impreso en 3D, el cual proporcionó una mejor comprensión de su distribución espacial, tamaño y forma real. Investigaciones

como esta en medicina nos permiten entender la versatilidad de la tecnología 3D.

Diversas publicaciones que revisan iniciativas como las de Ghaffar et al. En el 2018 [20], se señala que la fabricación aditiva de materiales de construcción ha sido una de las tecnologías avanzadas emergentes que tienen como objetivo minimizar la cadena de suministro en la industria de la construcción [20]. Hay algunos desafíos técnicos por superar como la estandarización de la formulación de materiales y calidad de la unión interfacial entre las capas depositadas. Sin embargo, V. Ramírez viene investigando y desarrollando tanto un dispositivo impresión 3D móvil como un material cementicio para ser extrusionado por dicho dispositivo y ser capaz de modelar cualquier tipo de figura con tecnología FDM [27].

La 4.<sup>a</sup> revolución industrial cambiará el mundo del empleo por completo y afectará a industrias en todo el planeta (Perasso, 2016). Actualmente, la brecha entre la producción de prototipos y la fabricación en masa es cada vez menor [24] lo que nos lleva a enlazar la industria 4.0 con 3D.

## CONCLUSIONES

- El presente artículo busca presentar al lector las tendencias tecnológicas basadas en impresión 3D y el impacto económico que genera como una oportunidad industrial en un mercado potencial aún no establecido.
- La industria de impresión 3D busca dinamizar las actividades económicas, fomentando la fabricación digital en línea, la competencia, la personalización de productos, así como en el ámbito de la medicina, reduciendo los tiempos de entrega y posibles errores de fabricación tradicional.
- «La tecnología de la impresión 3D ha llegado para quedarse» son palabras de muchos empresarios importadores de estas máquinas, no solo por el auge que tiene en el mercado internacional como revolución industrial 4.0, sino también por la versatilidad que tiene dicha tecnología en ser actualizada, no solo a nivel de *hardware* también en *software*. Esto hace que el tiempo de vida del producto sea mayor, rompiendo el esquema de productos tecnológicos con obsolescencia programada.
- La importación de impresoras 3D ha registrado un incremento en los últimos 3 años a nivel nacional, teniendo un crecimiento notable de 304,8 % en el 2019 con respecto al 2018. Para finales del 2020, se estima un crecimiento mayor que el 2019 dado que a julio de este año se ha registrado una tasa de 98,6 % con referencia al periodo anterior 2019, de acuerdo con el análisis realizado y cifras de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat).
- La fabricación aditiva (impresión 3D) como actividad económica ha tenido un mayor crecimiento a partir de 2019, impulsado por una mayor demanda de servicios de impresión por parte de clínicas que piden el servicio de fabricación de férulas y ortesis de función simple, consultorios odontológicos, tiendas de *cosplay*, estudios de arquitectura para prototipado, entre otros. A raíz de la pandemia de COVID-19 a comienzos de marzo de 2020,

se ha incrementado considerablemente la demanda de productos como caretas faciales, acoples para respiradores y respiradores mecánicos impresos en 3D, dada la restricción de importaciones.

- Las instituciones educativas encuestadas cuentan con una variedad de equipos de impresión 3D, con fines académicos, investigación e innovación, además de brindar servicios en menor escala a la industria y alquiler de equipos; en el caso de las universidades, esta forma parte importante de las incubadoras de negocio.
- El 44 % de las empresas entrevistadas manifiestan que iniciaron sus actividades en el 2019, año en que se triplicaron las importaciones de impresoras 3D y suministros traídos desde China.
- El 63 % de las empresas entrevistadas optan por una impresora de tipo FDM cartesiana debido a la versatilidad del uso de sus materiales y la oferta en el mercado de materia prima (filamentos 3D).
- Entre los principales servicios que ofrecen las empresas de impresión 3D se encuentran la producción por pedido: productos personalizados (25 %), producción en línea, es decir, producción por pedido para la venta (18.8 %) y prototipado (12.5 %).

## REFERENCIAS

- [1] *3d Printing Industry*. (2020). Recuperado de <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide>
- [2] Alicia M. (5 de marzo de 2020). *3d Natives*. Recuperado de <https://www.3dnatives.com/es/mercado-de-impresion-3d-de-polimeros-generara-este-2020-050320202/#!>
- [3] Álvarez, L. H. (2014). *Atos SE (Societas Europaea)*. (3D printing) Recuperado de <https://atos.net/content/dam/global/ascent-whitepapers/ascent-whitepaper-3d-printing.pdf>
- [4] Arandes, J. M., Bilbao, J., & Lopez Valerio, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Recuperado de <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/MAR04/Danilo2004.pdf>
- [5] Autodesk. (s.f.). *Autodesk*. Recuperado de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>
- [6] Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Gamero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*.
- [7] Beltagui, A., Kunz, N., & Gold, S. (2019). The role of 3D printing and open design on adoption of socially sustainable supply chain innovation. *International Journal of Production Economics*. Obtenido de (Beltagui, A., Kunz, N., & Gold, S. 2019)
- [8] BP, S. (1989). *Biomedical review articles: what editors want from authors and peer reviewers*. *Can Med Assoc J*.

- [9] Brettel, M., Friederichsen, N., & Michael Keller, M. R. (s.f.). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Information and Communication Engineering*. Recuperado de [https://formamente.guideassociation.org/wp-content/uploads/2017\\_1\\_03\\_Brettel.pdf](https://formamente.guideassociation.org/wp-content/uploads/2017_1_03_Brettel.pdf)
- [10] Camós, G., Bertossi, F., & Santos Arias, F. (20 de abril de 2020). *BID*. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/transporte/es/el-potencial-de-la-impresion-3d-en-el-sector-transporte/>
- [11] Cender Quispe, J., Paulo Vela, A., Moises Meza, R., & Victor Moquillaza, A. (2020). COVID-19: A pandemic in the era of digital health. *Scielo*.
- [12] Cheng Barrantes, O. E., & Rojas Vega, L. F. (2019). *Universidad de Piura*. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4024>
- [13] Conde, J. E. (2016). *Centro de Análisis y Prospectiva*. (Nota de Futuro Impresoras 3D) Recuperado de [https://intranet.bibliotecasgc.bage.es/intranet-tmpl/prog/local\\_repository/documents/17854.pdf](https://intranet.bibliotecasgc.bage.es/intranet-tmpl/prog/local_repository/documents/17854.pdf)
- [14] Ecerra Cano, S., Covarrubias Miranda, J. R., & Tinoco Trujillo, F. (2019). *EAE*. Recuperado de <http://eae.xebook.es/xmlui/handle/123456789/1666>
- [15] FabLabs.io. (2020). FabLabs. Recuperado de [https://www.fablabs.io/labs?utf8=%E2%9C%93&q%5Bcountry\\_code\\_eq%5D=pe&q%5Bactivity\\_status\\_eq%5D=&per=25&commit=Filter](https://www.fablabs.io/labs?utf8=%E2%9C%93&q%5Bcountry_code_eq%5D=pe&q%5Bactivity_status_eq%5D=&per=25&commit=Filter)
- [16] FILAMENT2PRINT. (3 de mayo de 2019). Recuperado de [https://filament2print.com/es/blog/61\\_profesiones-sectores-mas-uso-impresion-3d.html](https://filament2print.com/es/blog/61_profesiones-sectores-mas-uso-impresion-3d.html)
- [17] Gillham, B. (2008). *Developing a questionnaire*. London: Continuum International Publishing Group Ltd.
- [18] Gonzales, V. (s.f.). *Muy Interesante*. Recuperado de <https://www.muyinteresante.es/tecnologia/articulo/que-hacemos-con-los-residuos-de-las-impresoras-3d-231487753280>
- [19] *Grand View Research*. (Febrero de 2020). Recuperado de <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-3d-printing-market>
- [20] Hamidreza Ghaffar, S., Corker, J., & Fan, M. (2018). Additive manufacturing technology and its implementation in construction as an eco-innovative solution. *ScienceDirect*.
- [21] Heiner Lasi, P. F.-G., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Bus Inf Syst Eng*. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-014-0334-4>
- [22] Hernández Alonso, J., & López Morán, L. (2019). *Estadística descriptiva, Teoría y Ejercicios*. Madrid: Sanz y Torres .
- [23] Karevska, S., & Steinberg, G. (2019). *3D printing: hype or game changer?* A Global EY Reporte.
- [24] Ledger, G. (11 de Febrero de 2019). *América Economía*. Recuperado de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/impresion-3d-la-cuarta-revolucion-industrial-de-los-makers>
- [25] Perasso, V. (12 de octubre de 2016). *BBC News*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>
- [26] Pumacayo Cárdenas, S., Arias Vela, G., & Quea Pinto, E. (2020). Impresión 3D de rara patología congénita de aorta y vasos supraaórticos. *ScienceDirect*.
- [27] Ramírez Collado, V., Puchades Valencia, J., Martín Rodríguez, J., & Muñoz Montes, J. (27 de Febrero de 2018). *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/112873>
- [28] Stratasys. (2018). *Manufacturing the Future Globalization with 3D Printing*. USA: Manufacturing.

## ACERCA DE LOS AUTORES

### SMC™ José Eduardo Rojas Gómez

Asesor y consultor de proyectos de inversión pública y privada, con más de 15 años de experiencia en la formulación y evaluación de proyectos públicos y privados. Exconsultor del Banco de Proyectos de la región Arequipa. Economista por la Universidad Católica Santa María. Magíster en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de la Producción en la Universidad Nacional de San Agustín. Scrum Master Certified, Certified ID 713453. Conferencista en Congresos Internacionales y Nacionales en Proyectos de Inversión. Miembro del Project Management Institute (PMI)®, Member ID: 3100459. Actualmente, se desempeña como Encargado de la Jefatura de Estudios Generales de Tecsup.

@ jrojas@tecsup.edu.pe

### **Carolina Guerra Ortiz**

Ingeniera Industrial con MBA en la Universidad Rey Juan Carlos en España, magíster en Supply Chain de la Universidad de Barcelona en España. Actualmente, cursa un doctorado en Gestión Estratégica en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Con más de 7 años de experiencia en *supply*, compras, planificación, gestión y administración en empresas del sector minero y consumo masivo. Ha aplicado herramientas de gestión y optimización, orientado hacia la productividad y optimización de KPI's. Posee experiencia en docencia de educación superior por más de 6 años aplicando TIC y plataformas virtuales.

 carolinaguerrao@gmail.com

### **McDonald Villacorta Choque**

Egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Jesuita Antonio Ruiz de Montoya, técnico de Mantenimiento de Equipo Pesado del Instituto Superior Tecsup, con más 5 años de experiencia en gestión de equipo pesado en gran minería *open pit*. Desarrolló la

iniciativa a nivel nacional, democratizando la ciencia, en la RED FESTILAB. Ha sido ganador del Reto Bio del Ministerio de Producción Perú, del Fondo semilla no reembolsable en soles con proyecto OXCEM, Panel Talk With Post Carbon Labs - Boston, USA "Global Community Bio Summit 3.0" Massachusetts Institute of Technology 2019. Es finalista en Entrepreneurship World Cup que se realizará en Arabia Saudita 2020, Actualmente, se desempeña como docente en el área de gestión en Tecsup.

 mvillacorta@tecsup.edu.pe

Recibido: 19-08-20  
Revisado: 28-08-20  
Aceptado: 08-09-20



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial 4.0 Internacional.