

Evolución y transformación de los laboratorios de prototipado rápido en el Ecuador

Rivera Mario

<https://orcid.org/0000-0003-3088-0654>
mariverav@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador
Quito-Ecuador

Barba Christian

<https://orcid.org/0000-0003-0545-5584>
christian.b.6@hotmail.com
Universidad Central del Ecuador
Quito-Ecuador

Peñaherrera Kelly

<https://orcid.org/0000-0002-5201-4581>
karokelly_@hotmail.com
Universidad Central del Ecuador
Quito-Ecuador

Dávila Daniel

<https://orcid.org/0000-0001-8568-9174>
dpdavila@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador
Quito-Ecuador

León Patricia

<https://orcid.org/0000-0002-0258-1350>
xpleon@uce.edu.ec
Universidad Central del Ecuador
Quito-Ecuador

Recibido (06/09/2021), Aceptado (05/010/2021)

Resumen: La fabricación digital pretende revolucionar la manufactura, sus métodos cada vez van incrementando su participación en el campo industrial, científico y tecnológico a nivel mundial, siendo un punto clave dentro de la nombrada "Industria 4.0", en Ecuador el uso de estos laboratorios, en conjunto con la maquinaria especializada y el CAD (Diseño Asistido por Computadora), han ido creciendo paulatinamente en los últimos años. Lo que se pretende en este estudio es recopilar datos, mediante investigación cualitativa y cuantitativa, sobre el desarrollo de la fabricación digital dentro de este país, estudiando a las empresas que prestan servicios afines, y tomando en consideración los avances de las mismas dentro de la evolución de la industria 4.0, así como también los proyectos ejecutados y propuestos; con lo que se ha logrado determinar la presencia de esta tecnología, equipos adecuados y su crecimiento a nivel nacional con los denominados laboratorios de fabricación.

Palabras Clave: Fabricación Digital, FabLab™, Diseño, Prototipado Rápido.

Evolution and transformation of rapid prototyping laboratories in Ecuador

Abstract: Digital manufacturing pretends to revolutionize manufacturing, its methods are increasingly increasing its participation in the industrial, scientific and technological fields worldwide, being a key point within the named "Industry 4.0", it is so in Ecuador the use of these laboratories, in conjunction with specialized machinery and CAD (Computer Aided Design), have been growing gradually in recent years. What is intended in this study is to collect data, through qualitative and quantitative research, on the development of digital manufacturing within this country, studying the companies that provide related services, and taking into consideration their progress within the evolution of industry 4.0, as well as the projects executed and proposed; With which it has been possible to determine the presence of this technology, adequate equipment and its growth at the national level with the so-called manufacturing laboratories.

Keywords: Digital Manufacturing, FabLab™, Designs, Rapid Prototyping.



I. INTRODUCCIÓN

La fabricación digital aparece tras una extensa hilera de evolución tecnológica que permite optimizar los procesos de manufactura, tras la implementación de laboratorios de fabricación o FabLab™, se han demostrado mejoras en la innovación, dejando de lado la tecnología convencional. A lo largo de la historia, el desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura, primero con la máquina de vapor y mecanización de los procesos, luego con la producción en masa, la automatización, robótica [1].

El propósito de un FabLab™ es compartir tanto espacios como recursos con el fin de producir objetos personalizados y generar conocimiento, estableciendo un fuerte vínculo con la sociedad. “Generalmente se entiende como talleres comunitarios donde los miembros comparten herramientas para ganancias profesionales o actividades de aficionados. Estos espacios atraen a personas que se identifican como creadores y miembros de apoyo, extendiendo el costo de las herramientas industriales y reuniendo a la comunidad para compartir conocimiento, tiempo y esfuerzo en proyectos [2]. La innovación y creatividad se unen para mejorar tiempos de respuesta al mercado, solucionando necesidades de manera oportuna. En Ecuador la manufactura digital ha generado varios impactos significativos dentro de la industrialización como principio de metamorfosis en la sociedad. Así se compone de cinco laboratorios que están ubicados en la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL) y permite el desarrollo de prototipos para diferentes artefactos y productos. Su objetivo, es motivar a la sociedad a crear y crear [3].

La implementación de estos laboratorios es un incentivo para el desarrollo de nuevos enfoques, no solo activando la innovación de productos y procesos, sino también fábricas inteligentes y otros modelos de negocio para mejorar la rentabilidad, además de, el incremento de posiciones competitivas. Al ser un espacio de producción de objetos físicos que cuentan con ayuda de software de computadoras, se puede llegar a concebir una gran variedad de productos y/o prototipos, resultados generados a causa de la facilidad que se obtiene en corte e impresión, este tipo de procesos favorecen a la fase de armado, análisis, simulaciones y pruebas de error, por su ejecución en varios materiales.

Dentro de la presente investigación, se desarrolla el estudio completo de la evolución de la fabricación digital y su implementación desde el MIT hasta la influencia latinoamericana que permite al Ecuador adaptarse a la industria 4.0, siguiente, se realiza una metodología de carácter cualitativo y cuantitativo de lo que representa la tecnología de fabricación digital, en el apartado de resultados se analizan cotizaciones y capacidad de trabajo de laboratorios de fabricación en Ecuador, finalizando con el éxito del estudio y el análisis de resultados.

II. DESARROLLO

Los laboratorios de fabricación digital prometen generar una cuarta revolución industrial con profundas consecuencias para la manufactura, el comercio y el consumo de productos; muestra también algunos datos relevantes sobre este tema a nivel mundial, entre los principales se tiene que para el 2016 se contabilizaron más de 440 centros de fabricación digital en todo el planeta, de los cuales más de 40 están localizados en América Latina.

Dentro del contexto latinoamericano, la fabricación digital ha crecido gracias a la influencia del Instituto Tecnológico de Massachusetts, que con su programa ha incentivado laboratorios alrededor de la región como es el caso de Colombia y Fab Foundation. “La Fab Foundation se creó en el año 2009 con el objetivo de facilitar y sostener el crecimiento de la red global FabLab™ por medio del desarrollo de las organizaciones y fundaciones Fab regionales. La Fab Foundation es una organización sin ánimo de lucro que surgió del programa FabLab™ del Centro para Bits y Átomos del Massachusetts Institute of Technology (MIT) [4].

Todo este programa, busca el aprendizaje de maquinaria y tecnologías, el acceso libre para expertos en el campo, así incentivar la economía e industria regional, dentro de la nueva tendencia denominada como industria 4.0. El término industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información [5].

Con la misión de desarrollar el talento humano al más alto nivel para provocar transformaciones positivas en el mundo, y la filosofía de democratizar la tecnología, nació en 2009 la Asociación FabLab™ Perú como centro de investigación dedicado a crear proyectos inclusivos y productos de vanguardia basados en la fabricación digital y la biología sintética; pero también a generar nuevas interrelaciones entre arte, ciencia y tecnología mediante la investigación aplicada [6].

Con la influencia dada a partir del 2009 en creaciones de laboratorios de fabricación digital, Ecuador se ha sumado de manera progresiva a este programa, de esta manera profundizar en el camino de la innovación y la industrialización. Para construir el FabLab™ en Ecuador, los esfuerzos del MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts), la empresa

pública, Yachay y Schlumberger del Ecuador SA se han unido y, por lo tanto, existe una amplia gama de objetivos, proyectos y modelos de negocio y planificación local [7]. Es de conocimiento general que existen varios locales comerciales dentro del país que ofertan servicios afines, siendo los más representativos: Bacteria Lab, FabLab™ ZOI de IMPAQTO, AsiriLab ESPOL, FabLab™ Yachay, entre otros; de los cuales se hablará más adelante en la investigación, al igual que de otros establecimientos competidores de menor escala.

Al igual que de otros establecimientos competidores de menor escala. Este sistema parece tener un impacto en la estructura socioeconómica del Ecuador, la misma que se encuentra orientada hacia una cultura de innovación, con individuos creativos y proactivos, talentos que contribuyen eficientemente a resolver las necesidades públicas, ayudando así con la transformación de la matriz productiva del país.

III. METODOLOGÍA

La presente investigación de carácter descriptiva/explicativa, analizó desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa las características generales de la industrialización 4.0, identificando la información más relevante y estrictamente reservada en bases de datos identificadas para garantizar la calidad y autenticidad de información utilizada.

Definición del mecanismo de levantamiento de datos

La fabricación digital se utiliza para validar un producto, modificar su diseño o crear prototipos. Se estima que el tiempo para llegar al mercado se reduce cuatro veces si se sigue esta opción [8]. Por consiguiente, para la presente investigación se planteó obtener información sobre maquinaria, servicios, costos, volúmenes de trabajo, proyectos representativos, entre otros. Para la recopilación, toda esta información se ha decidido emplear una proforma, el cual es un documento solicitado generalmente por un potencial comprador, donde el ente vendedor detalla las mercancías, precisando el precio y las especificaciones que poseen las mismas, cabe recordar que este documento que es válido por un determinado período de tiempo.

La proforma empleada para la indagación fue diseñada de la siguiente manera:

A. Sección 1: Impresión 3D

La evolución del intelecto humano ha brindado varios avances tecnológicos a la sociedad, uno de ellos es la impresión 3D, facilitando la producción de piezas a partir de un modelo digital en tercera dimensión, esta maquinaria está ganando mucho territorio dentro de la industria; Durante la impresión 3D se aporta y adhiere controladamente diferentes tipos de materiales para crear objetos a partir de los datos de un modelo en tres dimensiones, normalmente capa sobre capa (ASTM International 203AD) [9].

Se conoce que este tipo de impresión se puede realizar en diferentes materiales tales como son fibras de varios tipos plásticos, cerámicos, entre otros; como afirman [10] “todo a partir de un modelo en 3ra dimensión, asistidos CAD Para utilizar la tecnología FDM se preseleccionaron tres materiales: Acrilonitrilo Estireno Acrilato (ASA), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABSi) y FDM Nylon 6.”

El material de impresión que se encuentra inicialmente en forma de filamento se obliga a pasar por una boquilla que se encuentra a altas temperaturas, en donde se funde para luego ser depositado en una plataforma. Por medio de movimientos rectilíneos en un plano, el material va generando la forma de la pieza. Cada pasada corresponde a una línea de material depositado, que se vincula a otra adyacente mediante la energía térmica del material semifundido [11].

Una vez descrita la definición de una impresora 3D, sus materiales y su procedimiento general, cabe recalcar la diferencia entre una impresora y una impresión, puesto a que la última se realiza directamente con cualquier CAD y se debe tener un conocimiento claro de su manejo, esto optimizará el tiempo al momento de fabricar una pieza; abaratará los costos por el propio manejo de la maquinaria.

B. Sección 2: Maquinado CNC

Considerando que dentro del uso de una máquina CNC, la libertad de movimiento se presenta en ejes X,Y,Z. Los nombres más comunes de los ejes lineales son X, Y y Z, mientras que los más comunes de los ejes giratorios son A, B y C. [12]. En la pieza a trabajar se genera el plasma a gran velocidad casi doblegando a la velocidad del sonido a (2000km/h), y este plasma generado supera los 1000° C, y así con esta temperatura duplica la temperatura a lo que se encuentra el material a trabaja casi a 5504°C, y con estos parámetros se obtiene un mejor corte y una mayor precisión en el área de trabajo del material [13].

C.Sección 3: Escáner 3D

El escaneo 3D y la ingeniería inversa se emplea para, a partir de un objeto material y empleando ciertos medios, obtener una malla o nube de puntos en 3 dimensiones del mismo con el fin de tratar esa malla posteriormente, realizar una reingeniería, un rediseño o directamente para volver a fabricar el objeto. La reconstrucción 3D permite conocer aspectos geométricos de objetos de los cuales no se tiene referencia [14].

Durante la última década las patentes de impresión y escaneo 3D han sido liberadas, causando un abaratamiento de la producción y venta de estos productos, aun así, muchos de estos siguen teniendo precios desmesurados para su uso personal. Un gran ejemplo de este florecimiento de la tecnología tridimensional puede ser observado en la plataforma web de financiación en masa, Kickstarter, donde se pueden encontrar proyectos muy prometedores en este campo con un gran rango de precios [15].

IV. RESULTADOS

A.Estudio de maquinaria

El requisito para ser considerado un FabLab™ es el cumplimiento de equipos mínimos en su instalación, esta maquinaria consiste en impresoras 3D, cortadoras láser, Cortadora de vinilo, fresadora CNC y espacio de trabajo para componentes electrónicos. La anterior maquinaria son los requisitos mínimos solicitados para el inicio de un FabLab™ en cualquier parte del mundo, sin embargo, cada FabLab™ puede adquirir y fabricar maquinaria adicional, que facilite las actividades de innovación y emprendimiento dentro del laboratorio, como los Scanner digitales.

Los FabLab™ tienen una lista exigente sobre las capacidades. Estos incluyen un cortador láser para hacer estructuras 3D a partir de diseños 2D, un gran molino CNC para hacer muebles y viviendas, una navaja NC y un mini molino más pequeño para hacer circuitos y moldes para fundición, impresoras 3D, un banco de trabajo electrónico y un conjunto de herramientas y materiales que permiten a cualquier persona, en cualquier lugar para hacer casi cualquier cosa. Estos incluyen un cortador láser para hacer estructuras 3D a partir de diseños 2D, un gran molino CNC para hacer muebles y viviendas, una navaja NC y un mini molino más pequeño para hacer circuitos y moldes para fundición, impresoras 3D, un banco de trabajo electrónico y un conjunto de herramientas y materiales que permiten a cualquier persona, en cualquier lugar para hacer casi cualquier cosa.

Los elementos que adecuan un corto inventario para la creación de un FabLab™ han ido cambiando con el tiempo, sin embargo, conservan el concepto general que todos los espacios ofrezcan libertad de uso en las maquinarias y sus procesos, obteniendo así un aprendizaje múltiple dentro de estos laboratorios aprovechando al máximo sus capacidades.

B.Estudio de Proyectos y sus impactos

Los FabLabs™ son los espacios de creación más organizados con la identidad más clara; son, por lo tanto, el objetivo del estudio actual. Estos talleres figuran en el Centro de MIT para el Programa FabLab™ de Bits & Atoms, una red internacional en gran medida autoorganizada. El impacto que ha generado la tecnología entre la sociedad y los procesos de prototipado es de suma importancia, ya que la fabricación digital y sus laboratorios se han convertido en lugares índices para innovar, fabricar y construir productos que se ajusten a las demandas de cualquier público objetivo.

La tecnología digital en los laboratorios son recursos de eminente importancia por su ayuda a la idealización de propuestas como elementos de diseño, fabricación digital y difusión de información. Sin embargo, los FabLabs™ al ser una cultura creativa, se identifican por el uso consciente de nuevos medios con licencias abiertas, gracias a su posibilidad en la participación de la sociedad en transformación y sus características técnicas y productivas. La tecnología digital en los laboratorios son recursos de eminente importancia por su ayuda a la idealización de propuestas como elementos de diseño, fabricación digital y difusión de información. Orientando la investigación a Ecuador, los últimos años se ha incorporado ideas de laboratorios de fabricación digital, los cuales poseen conjuntos de herramientas con equipos electrónicos básicos y permiten a los usuarios adquirir productos con alteraciones según sean sus requerimientos. Se puede señalar múltiples áreas en donde poseen laboratorios de fabricación digital.

Al obtener esta información se puede identificar algunos casos dentro del país como son:

Bacteria Lab a través de su página oficial en una red social [16] indica que ha realizado una alianza con la empresa Uribe Schwarzkopf y destinan la mayoría de los recursos a trabajos relacionados a la marquertería, al poseer una impresora de resina realizan piezas de ambientaciones en este material con alta calidad de detalle.

Según el diario [17], DROT Cuenca posee actualmente cinco proyectos de responsabilidad social que se enfocan en

la ayuda a artesanos en el área de la cerámica, soporte y ayuda en diferentes actividades con drones multiuso, apoyo a la agricultura inteligente por medio de automatización de riego y estaciones meteorológicas, desarrollo de herramientas de sistemas de información para lugares de acceso remoto y por último proyectos a favor de personas con discapacidad.

En cuanto a FabLab™ Yachay por medio de su canal oficial de distribución de videos [18] indica que han logrado prototipar equipos para transporte autónomo de piezas pequeñas, como lo es el “FAB2 D2”, además del “Sonar glasses” instrumento que busca facilitar la movilidad en personas con ceguera y también cabe mencionar al “Dust Cleaneator” que es una versión de mini aspiradora automática. Mientras que Asiri Lab por su lado ha decidido dejar de lado la investigación e incursionado en el ámbito de los souvenirs que se pueden realizar con fabricación digital, por ejemplo: grabados con CNC, impresión de premios, regalos personalizados, etc.

Por último, cabe destacar la participación de Helguero 3D y del Laboratorio del Banco de Tejidos del Hospital Luis Vernaza, ambos de la ciudad de Guayaquil, los cuales han estado trabajando en proyectos ligados a la medicina como son la impresión de imágenes médicas, además de reemplazo de partes corporales como huesos, injertos hechos con sustancias bio- compatibles y muchos otros procedimientos más. [19]

Los FabLabs™ son una iniciativa del Center of Bits and Atoms (CBA) del Massachusetts Institute of Technology (MIT), para desarrollar laboratorios experimentales utilizando tecnologías de fabricación digital.

A. Análisis

Con base en la investigación realizada se ha logrado obtener datos relevantes con relación a maquinaria y proyectos que se están realizando por parte de los centros afines a fabricación digital existentes dentro del Ecuador. Se puede afirmar también que existen alrededor de 50 emprendimientos que realizan trabajos ligados con la fabricación digital, lamentablemente la mayoría de estos poseen un stock limitado de trabajo por lo que solo se dedican a un sector específico de manufactura; así también: se ha determinado que los locales mejor equipados son DROT Cuenca, FabLab™ Yachay, Asiri Lab y Bacteria Lab, puesto que disponen de una amplia gama de equipos lo cual les permite realizar cualquier labor o diseño imaginable, es así que también han colaborado en proyectos ligados a la comunidad o de investigación a baja escala.

La solicitud de proforma fue enviada vía correo electrónico, a todas las entidades que publicitan sus servicios afines a la fabricación digital en páginas de internet, obteniendo respuesta del 80% de los establecimientos aproximadamente, esta información se ha clasificado de acuerdo a cada sección de la proforma, así se tiene la Tabla 1, con los resultados de las empresas que ofertan los servicios de impresión 3D en el Ecuador.

TABLA I. Características de Empresas Ecuatorianas que realizan impresión en 3D

Empresa	Materiales	Costo mínimo	Observación
Bacteria Lab	ABS, PLA, Resina	\$ 5,50/hora \$ 8,50/hora	Posee 7 impresoras de plástico y una de resina
FabLab™ ZOI	PLA	---	---
FabLab™ Quito	ABS, PLA	---	---
FabLab™ Yachay	PLA, ABS	\$ 10/h PLA \$14,5/h ABS	Máquina de sandblasting para pulir superficies
AsiriLab ESPOL	ABS, PLA, simulador de madera, nylon y fibra de carbón	\$8/ hora	Tratamiento post impresión
DROT Cuenca	ABS, PLA	\$4/ hora	Impresión 3D en cera para joyería
Maker group	ABS, PLA	\$14/hora	Impresión en resina
Crea Innova	PLA	\$2,5/ h + 10 ctvs./ g. PLA	---
QUBIT	PLA	\$9/ hora	Tratamiento post impresión

3D Print Ecuador	PLA	\$ 7,5/ hora	Cuenta con 3 impresoras de plástico
ZuriaR impresión 3D	ABS, PLA	\$5/ hora	---
Atom electronic Lab	PLA	\$5/ hora	---
Matter Makers impresión 3D	PLA	\$ 7/ hora	Tratamiento post impresión y 12 colores de PLA
Creaciones ED	ABS, PLA	\$ 4,5/ hora	---
Taiced 3D	ABS, PLA, resina	\$ 12/ hora	Tratamiento post impresión
Proto 3D	PLA	\$ 4/ hora	---
Impresión 3D	ABS, PLA	\$ 5/ hora	Cuenta con 2 impresoras
Ingenius 3D	ABS, PLA	\$ 3,5/ hora	---
View 3D	PLA	\$ 7/ hora	---
SAIS 3D	ABS, PLA	\$ 6,5/ hora	Tratamiento post impresión
Riplexer	ABS, PLA	\$17/hora	Descuentos para estudiantes
EC Makers	ABS, PLA	\$2,90/hora	Dispone de 3 impresoras

Fuente: Propia

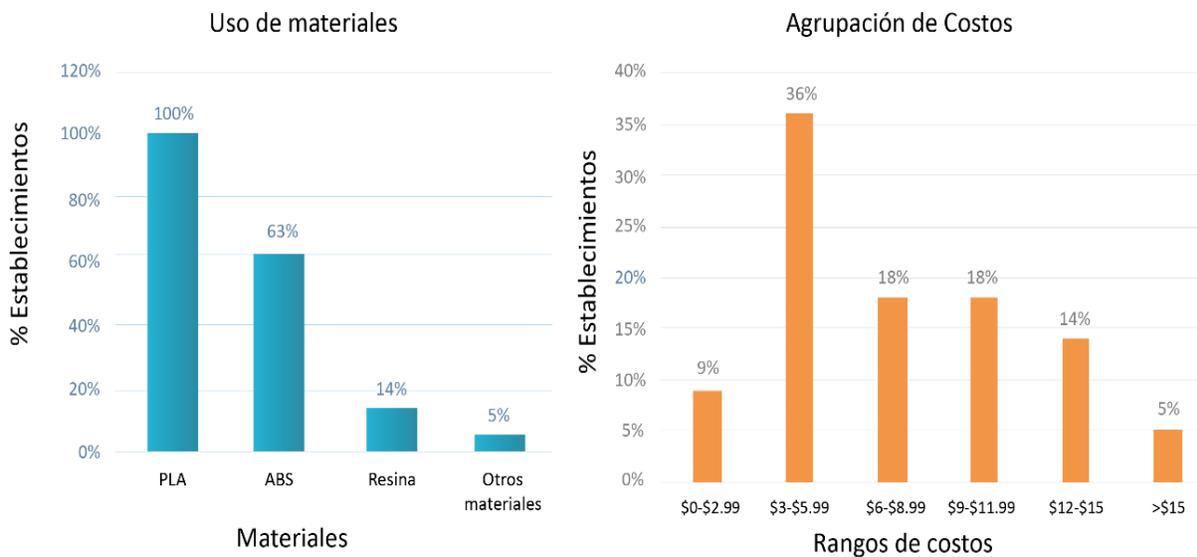


Fig.1. Comparativa de uso de material y de costos en torno a la impresión en 3D.

Fuente: Propia

De los datos de la TABLA I. y Fig.1. se puede observar que al momento existe un mínimo de 22 empresas activas que ofertan el servicio de impresión en 3 dimensiones, el material preferido y usado por todas estas empresas es el PLA (ácido poliláctico), quienes además, en ocasiones ofertan variedad de colores; el segundo material más utilizado es el ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno), luego solo el 14% de los establecimientos ofertan la impresión en resina, aunque se espera que esta tendencia se incremente en los próximos años por las óptimas características que presenta el material, por último solo una empresa ofrece impresión en otros materiales y esto es lamentable puesto que en el mun-

do cada día se desarrollan nuevos filamentos con infinidad de aplicaciones, lo cual hace presumible que estas empresas no consideran el utilizar estos compuestos en un futuro próximo.

Por otro lado, la tendencia indica que la mayoría de establecimientos (36%) cobran entre \$3 y \$6 la hora de impresión en 3D, aunque con los datos obtenidos se ha realizado el cálculo del promedio de costo de este servicio que es de \$ 7,10 por hora. Continuando con la sección 2 de la proforma que se enfoca en el maquinado CNC se ha obtenido los siguientes resultados organizados en la TABLA II.

TABLA II. Características de Empresas Ecuatorianas que proveen del servicio de CNC.

Empresa	Número de Ejes	Costo mínimo	Observación
Bacteria Lab	3	\$ 2 /metro lineal	---
FabLab™ ZOI	4	\$ 20 / hora	---
FabLab™ Yachay	3	\$ 25/ hora	En el CDT YACHAI poseen una CNC de 5,5 ejes
AsiriLab ESPOL	3	\$16/ hora	---
DROT Cuenca	3	\$8/ hora	Para el 2019 contarán con una CNC de 4 ejes.
INPROMAT	5	\$15/ hora	Maquinaria industrial que reduce el tiempo de maquinado
Mekatronik	4	\$14/ hora	Varias máquinas CNC, ideal para trabajar con grandes lotes.
Metales Hidalgo	---	\$10/ hora	Centro de Maquinado completo
Aceros del Sur	3	---	Centro de Maquinado completo
Aldan CNC	3	\$25/ hora	---
INJOBBER	4	\$16/ hora	Dispone de corte por plasma
Franckeeng	3	---	Centro de Maquinado completo
SECOR Router	3	\$15/ hora	Centro de Maquinado completo

Fuente: Propia

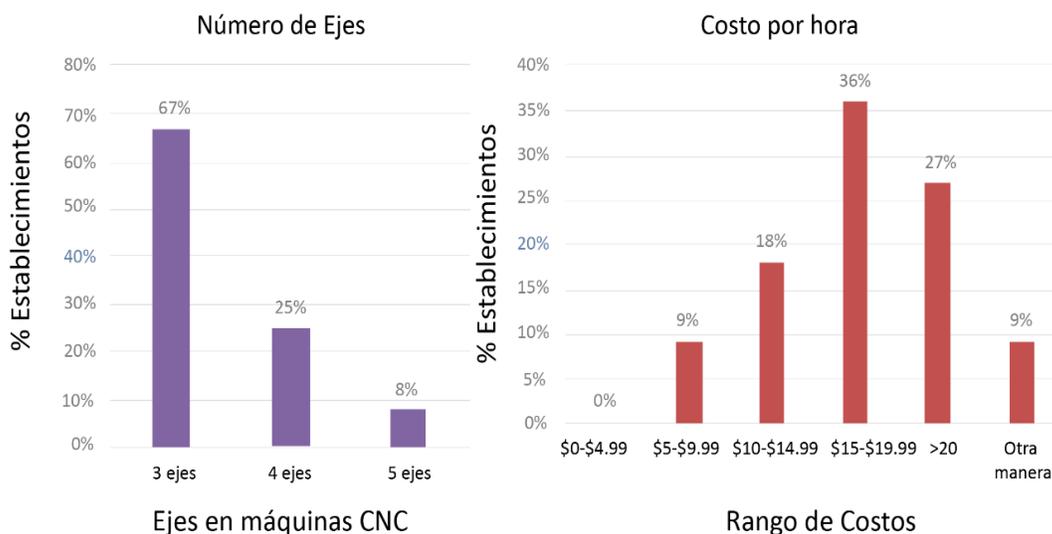


Fig.2. Comparativa de número de ejes y de costos del servicio de CNC

Fuente: Propia

Con base en los datos de la TABLA II. y Fig.2. se puede afirmar que solo las primeras cinco empresas poseen el servicio de impresión 3D y mecanizado CNC en conjunto, los demás establecimientos corresponden a los centros especializados en maquinado de piezas. Ocho empresas correspondientes al 67% de las mencionadas en la tabla poseen un CNC de 3 ejes, lo que limitaría hasta cierto punto la realización de trabajos complejos, el 25% de las empresas posee CNC de 4 ejes y solo una empresa posee un CNC de 5 ejes. El costo promedio obtenido es de \$16,5 por hora de trabajo, lo que además concuerda con el 36% de todas las empresas que cobran entre \$15 y \$19,99 por una hora de sus servicios. Mientras que en relación a la sección 3 de la proforma, se ha logrado obtener los siguientes resultados sobre escaneo 3D, estos datos se han organizado en la tabla 3.

TABLA III. Características de Empresas Ecuatorianas que proveen del servicio de Escaneo 3D.

Empresa	Tipo de Escáner	Costo mínimo	Observación
FabLab™ ZOI	Portátil	\$15/ hora	Escáner Kinect V1 de Microsoft producido para XBOX 360
FabLab™ Yachay	De mesa	\$10/ hora	Recomienda retocar los defectos con programas de diseño
DROT Cuenca	De mesa	\$12/ hora	
BSTAR	Portátil	\$20/ hora	
Riplexer	Portátil	\$15/ hora	Escáner Sense 3D, crea mallas poligonales con colores originales

Fuente: Propia

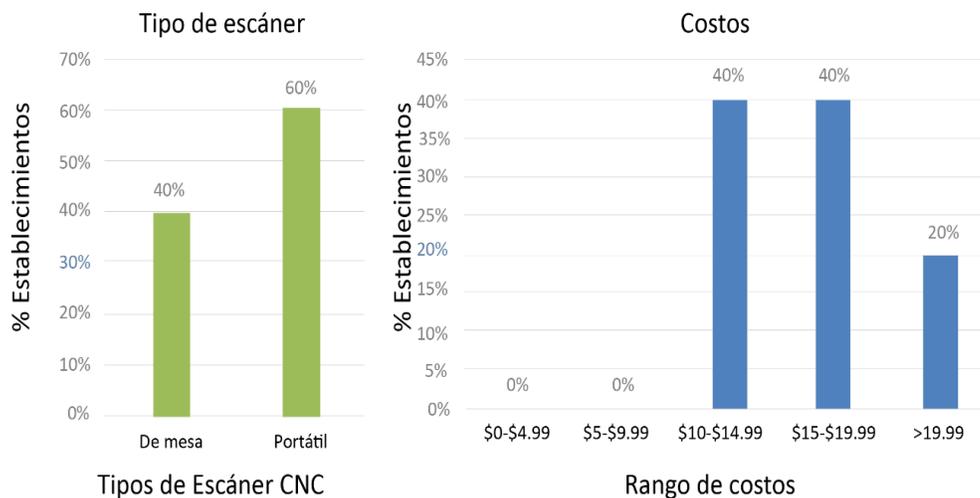


Fig.3. Comparativa de tipos de escáner y de sus costos.

Fuente. Propia

Referente al campo del escaneo 3D, con base en los datos de la TABLA III y Fig.3. se puede afirmar que existe muy pocas empresas dedicadas a este rubro, resultado que representa ser perjudicial ya que esta tecnología es imprescindible para proyectos de ingeniería inversa y rediseño de piezas. Sin embargo, se ha logrado identificar a cinco empresas dentro del territorio ecuatoriano de las cuales el 40% trabaja con escáneres de mesa recomendados para piezas pequeñas, mientras el otro 60% prefiere utilizar escáneres portátiles con utilidad para piezas de mayor volumen; el costo promedio es de \$14 por hora de uso del equipo, aunque cabe destacar que el 60% de las empresas sobrepasa este valor. Por último, con los datos adicionales de maquinaria y servicios afines a la fabricación digital.

Después de haber realizado este estudio investigativo se puede afirmar que los laboratorios mejor equipados con maquinaria relacionado a la fabricación digital son: Bacteria Lab, FabLab™ ZOI, FabLab™ Yachay, AsiriLab ESPOL y DROT Cuenca.

V. CONCLUSIONES

La fabricación digital ha llegado para modificar los paradigmas actuales de manufactura, tanto así que se la puede considerar como una de las causantes de la cuarta revolución industrial, siendo notoria su expansión a nivel mundial; la implementación de los procesos asistidos por CAD, han permitido el avance a nivel latinoamericano en la construcción de laboratorios de fabricación, tales como fueron expuestos los casos de Colombia y Perú.

El crecimiento exponencial de los Laboratorios de Fabricación atrae nuestra atención y nos invita a abordar este fenómeno con el objetivo de su caracterización. Al ser relativamente nuevo, descubrimos cierta falta de estudios y consideramos la construcción de un cuestionario llamado FabLab™ Global Survey que nos ayuda en esta caracterización y nos permite conocer las herramientas y tecnologías básicas que componen este entorno, así como su relación con la rápida creación de prototipos o emprendimiento. En nuestro estudio, descubrimos que el elemento definitorio de este tipo de entorno es el concepto de comunidad que disfruta no solo de nuevas posibilidades técnicas, sino que, sobre todo, comparte conocimientos y experiencias [20].

A través de este estudio se puede concluir que existe interés por proporcionar servicios de fabricación digital dentro del país, en su constante mejoramiento para la industrialización del país, de infortunio, la mayoría de los laboratorios existentes solo apuestan por la impresión 3D dejando a un lado a otras herramientas que también son de vital importancia a la hora de crear prototipos; todo lo expuesto, bajo el análisis realizado de los diferentes laboratorios del país, sus costos y tiempos.

REFERENCIAS

- [1]Y. Cortés, C. Berecie, J. Landeta, J. Bocarando, F. Aguilar y M. Larios, «"El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras"», Conciencia Tecnológica, p. 54, 2017.
- [2]E. J. Holm, «"What are Makerspaces, Hackerspaces, and Fab Labs"», Georgia State University and Georgia Institute

of Technology, p. 60, 2014.

- [3] Vicepresidencia de la República del Ecuador, «Vicepresidencia de la República del Ecuador,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.vicepresidencia.gob.ec/vicepresidente-glas-visita-primer-fablab-de-guayaquil/>.
- [4] A. F. M. Toscano, «"Centro de innovación FAB-LAB en el Bronx Bogotá como estrategia de transformación urbana y social del lugar",» Universidad Católica de Colombia., p. 38, 2017.
- [5] J. Román, «"Industria 4.0: la transformación digital de la Industria",» Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, p. 10, 2016.
- [6] CCELima, «Cooperación Española: Cultura/ Lima,» 24 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://ccelima.org/evento/conversatorio-fab-lab-impacto-en-la-educacion-e-industrias-culturales/>.
- [7] F. Bocchicchio y M. Paz, «"Fablab Creating a Culture of Innovation in Ecuador",» Society of Petroleum Engineers, p. 4, 2015.
- [8] Wong, «Fabricación digital acelera entrada de productos al mercado,» 30 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-fabricacion-digital-acelera-entrada-productos-al-mercado-768149.aspx>.
- [9] S. V. Oliva, «"La impresión 3D como tecnología de uso general en el futuro",» Centro Universitario de la Defensa, 2018.
- [10] B. J. Briceño, E. A. Llanes, J. C. Rocha, E. Chamba, D. Cuasapud y A. Cárdenaz, «"Tecnologías de impresión 3D: evaluaciones de FDM y Polyjet en la fabricación de autopartes de automóviles",» Enfoque UTE, p. 03, 2019.
- [11] Álvarez y Lagos, «SciELO,» Agosto 2016. [En línea]. Available: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052016000500003&script=sci_arttext&tlng=n.
- [12] López, «De Máquinas y Herramientas,» 28 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>.
- [13] Cabrera, Diseño y construcción de una máquina cortadora plasma, Ambato, 2018.
- [14] C. M, Puesta en marcha de un escáner 3D y aplicación de ingeniería inversa y fabricación aditiva, Valencia, 2017.
- [15] Mena, Escáner 3D autónomo con RaspberryPi, Valencia: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica, 2015.
- [16] Bacteria Lab, «Facebook bacteria lab,» 25 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.facebook.com/bacteriaLabUIO/>.
- [17] El tiempo, «Cuatro jóvenes cuencanos ponen la tecnología al alcance de todos,» EL TIEMPO, 18 Enero 2018.
- [18] Yachay, «Empres pública siembra,» 13 12 2018. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/channel/UCT0p-BO9AXe5PtCTWgm_8k7g.
- [19] Diario Expreso, «El Luis Vernaza crea prótesis artificiales con impresión 3D,» EXPRESO, 22 Junio 2017.
- [20] M. Garcia y F. Lena, «"FabLab global survey: Characterization of FabLab phenomenon",» 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), p. 53, 2018.

RESUMEN CURRICULAR



Mario Rivera Docente de la Carrera de Ingeniería en Diseño Industrial de la Universidad Central del Ecuador; Magister en Diseño, Producción y Automatización Industrial, Ingeniero Mecánico, Candidato a Doctor por la Universidad Politécnica de Valencia Valencia – España, Programa de Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales, 0000-0003-3088-0654



Christian Barba Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial de la Universidad Central del Ecuador; Graduado de la Academia Naval Almirante Nelson (ANAN), 0000-0003-0545-5584



Kelly Peñaherrera Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial de la Universidad Central del Ecuador; Graduada de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús, curso de Ilustración avanzada, 0000-0002-5201-4581



Daniel Dávila León, Docente Investigador Universidad Central del Ecuador, carrera de Ingeniería en Diseño Industrial, Magister en Sistemas Informáticos Educativos por la Universidad Tecnológica Israel. Quito – Ecuador, Candidato a Doctor por la Universidad Politécnica de Valencia Valencia – España, Programa de Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales, 0000-0001-8568-9174



Ximena Patricia León Quinapallo, Docente universitaria de la Facultad de Cultura Física de la UCE, en la Carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte. Licenciada en Ciencias de la Educación, Profesora de Enseñanza Media en la Especialización de Educación Física, Magister en Docencia de Cultura Física. Licenciatura en Entrenamiento Deportivo. Phd. Investigación Educativa (cursando), 0000-0002-0258-1350