

Fabricación digital para innovar y mantener la artesanía en Lima, Perú

Digital manufacturing to innovate and preserve craftsmanship in Lima, Peru

Fabricação digital para inovar e manter o artesanato em Lima, Peru

Juan Luis Palacios Rojas

jpalacios@uni.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-9933-5593>

**Universidad Nacional de Ingeniería. Lima,
Perú**

Cielo del Pilar Palacios Justo

202411237@urp.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0003-6239-2302>

Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú

Lucia Pamela Bojorquez Robles

luciabojoquez@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0003-8872-5806>

**Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Lima, Perú**

<http://doi.org/10.59659/impulso.v.5i12.178>

Artículo recibido 5 de agosto 2025 | Aceptado 15 de septiembre 2025 | Publicado 3 de octubre 2025

RESUMEN

La comunidad artesanal de Lima Metropolitana enfrenta retos significativos debido a la competencia industrial y a la falta de formación en tecnologías digitales. Ante esta situación, se planteó evaluar en este artículo el impacto de la incorporación de herramientas de fabricación digital en sus procesos productivos. Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo con diseño exploratorio-descriptivo. Se aplicaron encuestas estructuradas a 46 artesanos y se implementó un taller práctico en el FabLab de la Universidad Nacional de Ingeniería con 25 participantes de distintas especialidades. El cuestionario, validado con un alfa de Cronbach de 0.841, permitió obtener datos fiables sobre la situación del sector y su disposición hacia la adopción tecnológica. Los resultados mostraron que más del 90 % de los artesanos manifestó interés en el uso de tecnologías digitales. Se registraron mejoras significativas: incremento del 40 % en precisión y calidad, reducción del 35 % en tiempos de producción y optimización del 25 % en el uso de recursos. Los sectores textil, cerámico y de joyería fueron los más beneficiados, representando el 70 % del mercado artesanal. En conclusión, la integración de tecnologías de fabricación digital fortalece la competitividad, preserva la identidad cultural y promueve la sostenibilidad, aunque requiere programas continuos de capacitación y acompañamiento.

Palabras clave: Fabricação digital; Inovação; Artesanato; Competitividade; Desenvolvimento sustentável; Identidade cultural

ABSTRACT

The artisan community in Metropolitan Lima faces significant challenges due to industrial competition and a lack of training in digital technologies. Given this situation, this article aims to evaluate the impact of incorporating digital manufacturing tools into their production processes. A quantitative study with an exploratory-descriptive design was conducted. Structured surveys were administered to 46 artisans, and a practical workshop was held at the FabLab of the National University of Engineering with 25 participants from different specialties. The questionnaire, validated with a Cronbach's alpha of 0.841, provided reliable data on the situation of the sector and its willingness to adopt technology. The results showed that more than 90% of artisans expressed interest in using digital technologies. Significant improvements were recorded: a 40% increase in precision and quality, a 35% reduction in production times, and a 25% optimization in the use of resources. The textile, ceramic, and jewelry sectors benefited the most, representing 70% of the artisan market. In conclusion, the integration of digital manufacturing technologies strengthens competitiveness, preserves cultural identity, and promotes sustainability, although it requires ongoing training and support programs.

Keywords: Digital fabrication; Innovation; Handicrafts; Competitiveness; Sustainable development; Cultural identity

RESUMO

A comunidade artesanal da Região Metropolitana de Lima enfrenta desafios significativos devido à concorrência industrial e à falta de capacitação em tecnologias digitais. Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo avaliar o impacto da incorporação de ferramentas de manufatura digital em seus processos produtivos. Foi realizado um estudo quantitativo com delineamento exploratório-descritivo. Aplicaram-se questionários estruturados a 46 artesãos e desenvolveu-se um workshop prático no FabLab da Universidade Nacional de Engenharia, com a participação de 25 artesãos de diferentes especialidades. O questionário, validado por meio de um alfa de Cronbach de 0,841, forneceu dados confiáveis sobre a situação do setor e sua disposição para adotar tecnologia. Os resultados evidenciaram que mais de 90% dos artesãos demonstraram interesse no uso de tecnologias digitais. Foram registradas melhorias significativas: aumento de 40% na precisão e na qualidade, redução de 35% nos tempos de produção e otimização de 25% no uso de recursos. Os setores têxtil, cerâmico e de joalheria foram os mais beneficiados, representando 70% do mercado artesanal. Conclui-se que a integração das tecnologias de manufatura digital fortalece a competitividade, preserva a identidade cultural e promove a sustentabilidade, embora requeira programas contínuos de capacitação e apoio.

Palavras-chave: Manufatura digital; Inovação; Artesanato; Competitividade; Desenvolvimento; Sustentável; Identidade cultural

INTRODUCCIÓN

El sector de la artesanía tradicional en Perú representa un patrimonio cultural inestimable y actúa como un motor económico crucial, generando empleo, especialmente en las zonas rurales (Mincetur 2024; González y Palacios 2020; Ríos 2019). Este sector se clasifica en dos categorías: artesanía tradicional, que refleja las tradiciones de regiones específicas, y artesanía innovadora, que incorpora elementos contemporáneos sin perder las técnicas regionales (Mincetur 2022). Este enfoque integrador no solo preserva el patrimonio cultural local, sino que también contribuye a la sostenibilidad económica y cultural (Liu, Alli y Yusoff 2024; Chai-Arayalert, Suttapong y Chumkaew 2023; Álvarez De Moya y Torres 2022).

A pesar de su importancia, el sector se enfrenta a retos importantes, como la competencia de los productos manufacturados que priorizan la optimización de los costes en detrimento de la calidad (Yang et al. 2018; Acosta, Morales y Galván 2021). Según la Encuesta Permanente de Empleo Nacional (EPEN), el sector de la artesanía en Perú da empleo a 416 190 personas, de las cuales el 77,2 % trabaja en el sector

informal. En Lima hay 230 063 trabajadores registrados, con una tasa de empleo informal del 72,6 % (Comexperu 2024). Esta situación no solo limita el acceso a las prestaciones laborales, sino que también dificulta la participación en los mercados formales, lo que complica el acceso a la financiación, la formación y las certificaciones de calidad, lo que en última instancia disminuye la competitividad de los artesanos.

Entre 2013 y 2022, las exportaciones del sector artesanal experimentaron un crecimiento medio anual del 14,9 %, aunque este aumento fue desigual. En 2022, los productos más destacados fueron las pinturas, los artículos de cestería, las esculturas y las piezas de colección (Figura 1; Comexperu 2023).

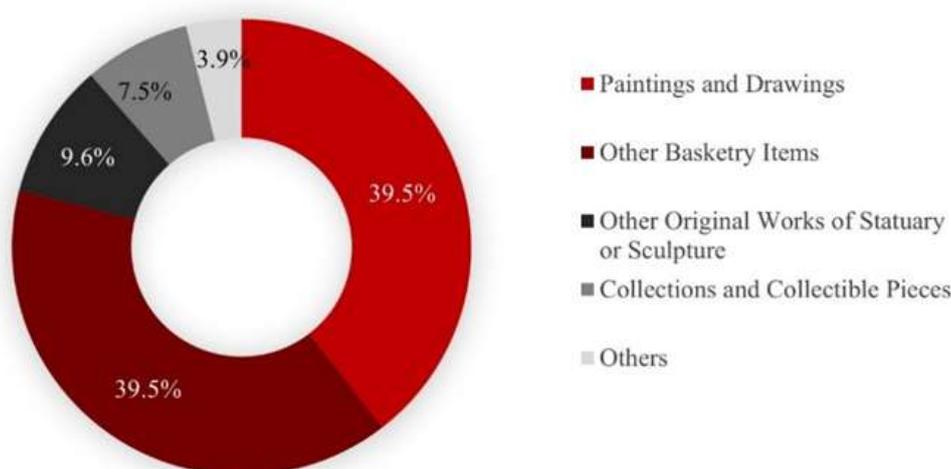


Figura 1. *Productos artesanales exportados en 2022: Perú. Adaptado de Comexperu (2023) Este gráfico presenta la distribución de los principales productos artesanales exportados por Perú en 2022, destacando su diversidad cultural y su importancia económica en el contexto del comercio internacional*

Sin embargo, tras la pandemia de COVID-19, muchos artesanos se vieron obligados a diversificar sus actividades, lo que provocó una disminución significativa de la producción de artículos y una pérdida de competitividad en comparación con otros países de la región. En muchos casos, esta diversificación supuso la migración a sectores ajenos a la artesanía, como el comercio informal o la construcción, lo que afectó negativamente a la continuidad de las técnicas tradicionales y redujo la transmisión intergeneracional de los conocimientos artesanales. En 2023, las exportaciones de artesanía cayeron un 15,9 % en comparación con 2022, y en enero de 2024, los envíos de artesanía peruana al extranjero registraron un descenso del 22,9 % (Comexperu 2024). Esta compleja situación pone de relieve la urgente necesidad de aplicar estrategias que fortalezcan a los artesanos y revitalicen su integración en el mercado mundial.

Para hacer frente a estos retos, herramientas como el diseño asistido por ordenador (CAD) optimizan los procesos de diseño y producción, mejorando la calidad de los objetos sin comprometer la identidad cultural (Erazo 2022; Lemos, Alexandre y Ares 2021; Gulati y Mathur 2017). Los laboratorios de fabricación digital, o FabLabs, son fundamentales en esta integración, ya que facilitan la creación de

prototipos y la producción de piezas a un ritmo más rápido (Orozco 2020; Ropin, Pflieger-Landthaler e Irsa 2020; Duarte, Cortés y Martínez De La Torre 2021).

La fabricación digital representa una oportunidad para que los artesanos integren las tecnologías modernas, mejorando la precisión y la personalización de sus productos (Nimkulrat et al. 2019; Villarreal 2022; Abisuga, Mpofu y Nenzhelele 2023). La adopción de estas tecnologías emergentes parece una solución viable para mejorar la productividad y la sostenibilidad del sector artesanal, contribuyendo así a la economía circular (Sendra, Martínez y Moreno 2020; Córdoba- Cely 2021: 3).

La zona metropolitana de Lima, con más de 10 millones de habitantes (INEI 2024), alberga una comunidad diversa de artesanos que producen diversos bienes, entre ellos textiles, cerámica y joyería (Herrera 2018). En 2021, había más de 90 000 artesanos registrados en Perú, de los cuales el 73,2 % son mujeres, que representan un pilar fundamental del sector (Secretaría de Gobierno Digital PCM 2023). Esta mano de obra contribuye de manera significativa a la salvaguardia del patrimonio cultural de diversas comunidades (Saligan, Salinas y Del Carpio 2017).

Este estudio evalúa el impacto de las tecnologías de fabricación digital en la producción artesanal en la zona metropolitana de Lima mediante un análisis exploratorio. Identifica las oportunidades que estas tecnologías ofrecen para mejorar la competitividad y la sostenibilidad del sector, junto con las necesidades de formación de los artesanos. Si bien se examinan las ventajas en términos de eficiencia y calidad, también se abordan los retos relacionados con la autenticidad y la aceptación en el mercado de estos productos, destacando la necesidad de equilibrar la innovación y la tradición para la sostenibilidad del sector. A partir de los resultados, se proponen recomendaciones para apoyar futuras iniciativas destinadas a fomentar el desarrollo sostenible de la artesanía peruana.

Antecedentes

La artesanía, como manifestación cultural y económica, es fundamental para el desarrollo sostenible, ya que contribuye a la identidad cultural y a la economía local (Fernández et al. 2023). Un ejemplo pertinente es la investigación titulada «Aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 al diseño y la fabricación de productos artesanales» (Alexandre et al., 2017), que demuestra la compatibilidad entre las tecnologías de la Industria 4.0 y los procesos artesanales.

Este estudio ilustra cómo la implementación de herramientas digitales puede optimizar la producción y reducir los costos sin comprometer la esencia del trabajo artesanal. Sin embargo, es fundamental garantizar que la estandarización de los diseños no socave la singularidad y el valor cultural de las piezas, lo que requiere estrategias que equilibren la eficiencia tecnológica con la preservación de la identidad artesanal. La formación especializada en estas herramientas es esencial para su integración efectiva en los procesos de producción.

En Perú, el Gobierno ha implementado diversas políticas a través del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) y el Ministerio de la Producción (PRODUCE) para potenciar el sector artesanal y facilitar su adaptación a la era digital. Estas iniciativas incluyen programas de formación y asistencia técnica, que son esenciales para empoderar a los artesanos (Periódico El Peruano 2024). Sin embargo, persisten retos estructurales, como el acceso desigual a la tecnología, la falta de conectividad en las zonas rurales y la insuficiente formación continua en herramientas digitales para la producción artesanal. Estas limitaciones disminuyen la competitividad del sector y dificultan la transmisión intergeneracional de conocimientos.

En el contexto europeo, la iniciativa «Craft Your Future» (Sendra, Martínez y Moreno, 2020) explora la intersección entre la economía local, la artesanía y la tecnología, destacando la importancia de replicar experiencias exitosas en diferentes contextos. La transferencia de estas experiencias a Perú podría ser beneficiosa, pero requiere un enfoque adaptado a las especificidades culturales y económicas del país. Además, el artículo «Application Research of Digital Media Technology in Ceramic Product Design» (Yu 2021) destaca que estas tecnologías no solo mejoran la eficiencia, sino que también permiten una mayor personalización en la producción.

La fabricación aditiva es fundamental para la evolución de la artesanía, tal y como se analiza en «Fabricación aditiva: habilitando a los artesanos digitales» (Rautray y Eisenbart, 2021). Este estudio demuestra cómo esta técnica amplía las capacidades creativas de los artesanos, permitiendo nuevas exploraciones. Sin embargo, es fundamental evaluar su accesibilidad para los pequeños productores, garantizando que los beneficios no se concentren en las grandes empresas. Del mismo modo, «Digital Fabrication of Cultural Heritage Artwork Replicas» (Merchán et al. 2019) demuestra que las técnicas de fabricación digital pueden preservar la autenticidad de las piezas y promover la inclusión social, aunque es necesario seguir investigando la percepción de los consumidores sobre la autenticidad de los productos híbridos que combinan métodos tradicionales y digitales.

En este sentido, el estudio «La integración de las tecnologías digitales en la práctica del diseñador-creador» (Risner, 2013) examina la incorporación de las herramientas digitales en la práctica artesanal, destacando su potencial para ofrecer importantes oportunidades. No obstante, también identifica riesgos que requieren una evaluación rigurosa. Es esencial que los artesanos adopten un enfoque crítico hacia la digitalización, equilibrando la innovación tecnológica con la preservación de valores fundamentales como la habilidad, la autenticidad y la conexión con los materiales. Para garantizar una evolución sostenible, es imperativo que diseñen estrategias que integren estas herramientas sin comprometer la esencia de su práctica.

Por último, estudios como «Collaborative Craft through Digital Fabrication and Virtual Reality» (Nimkulrat et al. 2019) sugieren que la colaboración entre artesanos analógicos y digitales puede enriquecer la práctica del diseño. En el contexto latinoamericano, los FabLabs han sido fundamentales para desarrollar comunidades resilientes, facilitar la preservación de las tradiciones artesanales y empoderar a los artesanos en el mercado global (Herrera 2018). Sin embargo, su impacto en las comunidades rurales sigue siendo limitado, ya que la mayoría de los FabLabs operan en entornos urbanos, lo que restringe el acceso a los artesanos más vulnerables. Por ejemplo, la investigación «Hacia la artesanía generativa: un estudio de caso de la artesanía del barniz de Pasto (Colombia) y la impresión 3D» (Córdoba-Cely 2021) explora cómo la combinación de técnicas tradicionales con la impresión 3D ofrece nuevas posibilidades para el trabajo artesanal.

Esta revisión de la literatura subraya la necesidad de un enfoque integral que combine la innovación tecnológica con la preservación cultural. Para mejorar la competitividad del sector, las políticas y programas futuros deben dar prioridad a la formación de los artesanos en el uso de las tecnologías digitales, garantizando que su implementación respete la identidad cultural de las piezas. Este enfoque no solo reforzará la competitividad del sector, sino que también garantizará la continuidad de valiosas prácticas artesanales.

MÉTODO

El estudio se organizó en cuatro fases interrelacionadas, cada una de ellas diseñada para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos:

Diagnóstico de la situación

Se adoptó un enfoque exploratorio y descriptivo mediante encuestas estructuradas realizadas a 46 artesanos de la zona metropolitana de Lima, seleccionados mediante muestreo aleatorio simple. El cuestionario, compuesto por 50 preguntas, abarcaba aspectos clave como la producción, la calidad y el diseño de los productos, así como el nivel de conocimiento de las tecnologías digitales. La validez del instrumento se analizó utilizando el coeficiente alfa de Cronbach (Amirrudin, Nasution y Supahar 2021), que arrojó un valor de 0,841, lo que indica una alta consistencia interna. Este coeficiente es crucial para evaluar la fiabilidad del cuestionario, ya que los valores superiores a 0,8 sugieren datos consistentes y reproducibles, lo que refuerza la validez de los resultados.

Evaluación de la capacidad tecnológica de FabLab UNI

Se analizaron la infraestructura y el equipamiento disponibles en FabLab UNI, que forma parte de una red global de FabLabs. Este espacio ofrece un entorno propicio para que profesores, estudiantes y emprendedores desarrollen prototipos tecnológicos. La evaluación se centró en la disponibilidad y la

distribución del espacio de trabajo, la accesibilidad y la variedad de tecnologías para los usuarios, así como la formación del personal técnico.

Programa de formación

Diseñado e implementado por un equipo interdisciplinario de ingenieros, diseñadores y especialistas en fabricación digital, el programa se desarrolló a lo largo de 10 semanas, con un total de 80 horas teóricas y prácticas. El contenido del programa incluía módulos sobre diseño asistido por ordenador, funcionamiento de los equipos e integración de técnicas manuales y digitales. Se proporcionaron recursos de apoyo, como tutorías individuales y acceso a los equipos del FabLab fuera del horario del taller.

Implementación del proyecto piloto

Se seleccionó a un grupo de 25 artesanos (60 % mujeres, 40 % hombres), cada uno con al menos 5 años de experiencia, para explorar la integración de las tecnologías digitales en sus prácticas tradicionales. Durante el taller, los artesanos diseñaron y crearon prototipos utilizando herramientas digitales, ampliando así su repertorio técnico.

Obtención y revisión de resultados

La calidad y la eficiencia de los productos digitales se evaluaron en comparación con los manuales mediante mediciones previas y posteriores a la intervención, centrándose en la precisión, el tiempo de producción y el uso de materiales. Los datos cuantitativos se analizaron utilizando el software SPSS para identificar diferencias significativas entre los grupos. Además, se realizaron entrevistas y encuestas a los artesanos, lo que permitió identificar temas comunes en sus respuestas. Este enfoque metodológico contribuyó a validar los resultados obtenidos.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de la situación de la comunidad artesanal

Este análisis se basa en un estudio exploratorio realizado por el grupo de investigación «Innovación Tecnológica Sostenible» de la FAUA UNI, cuyo objetivo era ofrecer una visión global de la comunidad artesanal de la zona metropolitana de Lima. Los resultados indican que esta comunidad está compuesta por 5362 artesanos inscritos en el Registro Nacional de Artesanos (RNA), de los cuales el 61,7 % son mujeres. La distribución abarca 15 líneas de producción Tabla 1, siendo la textil la más representativa, con 2004 artesanos (37,4 % del total).

El análisis de la organización gremial ha revelado la existencia de 80 asociaciones y 436 pequeñas empresas formalmente establecidas, lo que sugiere una notable tendencia hacia la colaboración, dado que aproximadamente el 70 % de los artesanos están afiliados. Sin embargo, el 30 % restante opera de forma independiente, lo que representa un reto importante para la cohesión y el desarrollo del sector. Cabe destacar que el 45 % de los artesanos tiene más de 20 años de experiencia en su oficio.

Un aspecto crucial es que la mayoría de los artesanos (93,5 %) siguen aplicando técnicas tradicionales en sus procesos de producción, mientras que solo el 6,5 % emplea técnicas no tradicionales, incluidas las nuevas tecnologías. Más del 60 % de los artesanos dedican semanas o incluso meses a completar diseños únicos e innovadores, lo que requiere un uso considerable de recursos y mano de obra especializada. Sin embargo, a pesar de este esfuerzo, el coste final de los productos no siempre refleja adecuadamente su valor añadido, lo que a menudo se traduce en pérdidas económicas.

Principales retos de la comunidad artesanal

El sector artesanal de la zona metropolitana de Lima se enfrenta a varios retos que amenazan su sostenibilidad y competitividad. Un análisis exhaustivo ha identificado que los principales obstáculos se concentran en dos áreas clave: la creciente competencia de los productos industriales y la falta de conocimiento sobre las estrategias de protección de la propiedad intelectual (Singh y Datt, 2023).

La llegada de productos industriales, optimizados en términos de coste y eficiencia de producción, representa una amenaza significativa para la producción artesanal (Yang et al. 2018). Dada la intensa inversión de tiempo y recursos en los procesos artesanales, los precios tienden a ser considerablemente más altos que los de los artículos producidos en masa (Yadav, Patoju y Yadaveni 2021). Esta disparidad de precios se convierte en una desventaja crítica para los artesanos, ya que limita su capacidad para competir en el mercado y mantener la rentabilidad de sus negocios.

Además, más del 80 % de los artesanos encuestados desconocen los mecanismos de protección de la propiedad intelectual. Esta falta de conocimiento no solo pone en peligro las inversiones realizadas, sino que también socava el potencial de obtener mayores beneficios económicos. La mayoría de los artesanos (93,1 %) identifican la competencia desleal como uno de sus principales retos.

La brecha tecnológica a la que se enfrentan los artesanos, debido al predominio de los talleres domésticos y los métodos de trabajo manuales, limita su capacidad para adoptar herramientas tecnológicas que podrían mejorar la calidad y la competitividad de sus productos. A pesar de ello, más del 90 % de los encuestados ha expresado su interés en recibir formación sobre tecnologías emergentes, como la fabricación digital.

Potencial de las tecnologías de fabricación digital

La incorporación de las tecnologías de fabricación digital en los procesos de producción artesanal representa una valiosa oportunidad para mejorar la calidad, la personalización y la eficiencia de los productos. Se han examinado tres tecnologías relevantes: la impresión 3D, el corte por láser y las fresadoras CNC.

La impresión 3D permite crear objetos tridimensionales a partir de modelos digitales, lo que ofrece ventajas como una mayor libertad de diseño y una reducción del tiempo y los costes (Pérez et al. 2020; Mobarak et al. 2023). En el ámbito de la artesanía, esta tecnología facilita la producción de productos cerámicos, joyas y moldes para artículos artesanales. El corte por láser utiliza un haz de luz para cortar y grabar materiales como la madera y el metal, lo que permite la producción de piezas decorativas con detalles intrincados. Esta técnica mejora la precisión y la calidad de los acabados, lo que contribuye a la eficiencia en la fabricación. Por último, la fresadora CNC es una herramienta controlada por ordenador que da forma a diversos materiales con gran precisión, utilizada principalmente en la producción de muebles y objetos decorativos, optimizando el proceso de producción al garantizar una calidad uniforme en los productos acabados.

En este contexto, FabLab UNI ofrece una amplia gama de herramientas de fabricación digital Tabla 2, consolidándose como un recurso clave para el desarrollo tecnológico de los artesanos.

Tabla 2. Equipamiento tecnológico disponible en FabLab UNI

Tecnología	Marca	Modelo	Cantidad
Impresora 3D	Creality	CR-5 Pro	1
Impresora 3D	Artillery	Sidewinder X1 V4	2
Impresora 3D	Zortrax	M300 Plus	1
Impresora 3D	RepRapBCN	BCN3D Sigma	1
Impresora 3D	RepRapBCN	BCN3D+	2
Impresora 3D	RepRapBCN	BCN3DR	1
Impresora 3D de resina	Anycubic	Photon X	1
Impresora 3D de resina	Anycubic	Photon Mono X	1
Impresora 3D de resina Lavadora	Anycubic	Washcure 2.0	1
Cortadora láser de CO2	Epilog	Legend 36EXT	1
Cortadora láser CO2	Bodor	BLC 1390	1
Escáner 3D	Next Engine	i2020	1
Router CNC de 3 ejes	Shopbot	PRSalpha	1
Mini router de sobremesa	Roland	MDX – 20	1
Cortadora de vinilo	Roland	SERVOCAMM GX-24	1

Validación de la propuesta mediante el proyecto piloto

Para validar la integración de las tecnologías digitales en los procesos artesanales, se llevó a cabo un proyecto piloto en FabLab UNI Figura 3. El objetivo de este proyecto era evaluar la eficacia de las herramientas digitales para mejorar la calidad y la eficiencia de la producción artesanal.



Figura 3. Infraestructura y áreas de trabajo de FabLab UNI. La representación de FabLab UNI destaca los espacios y equipos disponibles para la fabricación digital, lo que facilita la innovación y el desarrollo de nuevos productos por parte de los artesanos, mejorando así su capacidad creativa.

Se seleccionó un grupo de 25 artesanos, que representaban diversas especialidades y niveles de experiencia. Al inicio del proyecto, el 80 % de los participantes desconocía la existencia de FabLab UNI; sin embargo, al finalizar, el 100 % lo identificó como un entorno propicio para la innovación y el desarrollo de nuevos productos.

Durante un período de dos meses y medio, los artesanos participaron en talleres teóricos y prácticos sobre tecnologías avanzadas, como la impresión 3D, el corte por láser y el fresado CNC. Bajo la supervisión de especialistas, los participantes diseñaron y crearon prototipos de sus artesanías tradicionales, lo que permitió comparar los productos generados con tecnologías digitales y los fabricados manualmente.

Evaluación de la implementación

La incorporación de herramientas digitales mejoró significativamente la calidad de los productos, optimizó el uso de los recursos y redujo los tiempos de fabricación. Se observaron aumentos de hasta un 40 % en la precisión y la calidad, junto con reducciones del 35 % en los tiempos de producción y del 25 % en el uso de recursos, todo ello sin comprometer la autenticidad cultural de las artesanías.



Figuras 4. *Cerámicas elaboradas con diversas técnicas. A la izquierda, una pieza creada con métodos ancestrales; a la derecha, una artesanía que combina herramientas tecnológicas, como la impresión 3D, con técnicas tradicionales. Esta integración pone de relieve la evolución de la artesanía al fusionar enfoques tradicionales y contemporáneos, lo que proporciona un alto nivel de detalle y precisión en el producto final.*

Testimonios de artesanos

Los testimonios de los artesanos ilustran el impacto positivo de estas tecnologías en su práctica, así como ejemplos concretos de su implementación:

- **Alfredo Espinoza:** «La impresión 3D me ha permitido reproducir detalles como texturas y formas con una precisión que antes era imposible. Esto no solo ha mejorado la calidad de mis piezas, sino que también ha reducido el tiempo de producción».
- **Doris Palomino:** «Utilicé moldes impresos para desarrollar patrones intrincados que capturan la esencia de la tradición andina. Esta técnica me ha permitido experimentar con diseños que antes no podía crear a mano».
- **Lucía Baca:** «La fresadora CNC no solo ha acelerado mi producción, sino que también me ha permitido una mayor precisión en los cortes. Ahora puedo dedicar más tiempo al acabado y los detalles».
- **Ambrocio Ammy:** «Con la cortadora láser puedo conseguir detalles finos que antes eran inviables. Esta modernización ha transformado mi enfoque artístico».
- **Paula Bocanegra:** «Gracias a la fresadora CNC, he podido personalizar cada par de zapatos con diseños únicos, satisfaciendo las demandas de mis clientes de productos exclusivos».

Resultados obtenidos

Al finalizar el taller, se llevó a cabo una evaluación para medir el progreso de cada artesano y su comprensión de la adopción de nuevas tecnologías. Los resultados de la encuesta revelaron que el 87 % creía que el uso de herramientas como la impresión 3D y el corte por láser contribuiría significativamente a reducir los tiempos de producción. Además, el 93 % destacó la capacidad de estas tecnologías para generar piezas con un nivel de detalle superior, y el 95 % identificó la tecnología como un aliado indispensable en la reducción de costes.

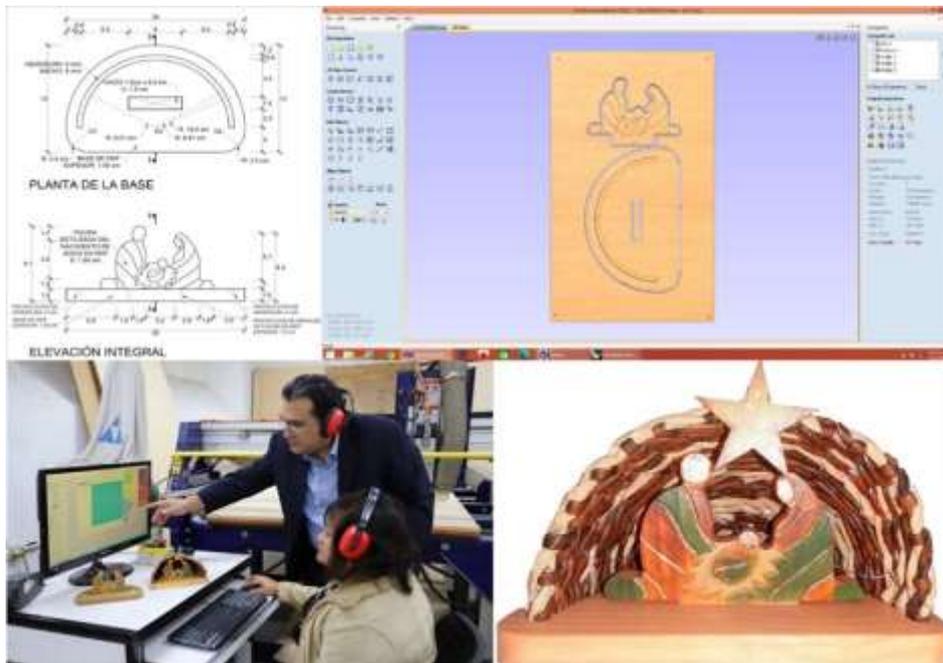


Figura 5. *Belén ecológico, una artesanía diseñada y fabricada en FabLab UNI. Este prototipo, diseñado por la artesana Lucía Baca Pacheco en FabLab UNI, ejemplifica la aplicación del software CAD y las técnicas de mecanizado CNC, fusionando la artesanía tradicional con la innovación tecnológica para lograr una alta precisión en la producción.*

Impacto del proyecto

Tras la conclusión del proyecto, se realizó un seguimiento de su impacto mediante encuestas realizadas con Google Forms. Solo el 20 % de los artesanos (cinco en total) han comenzado a utilizar las herramientas tecnológicas y de diseño adquiridas durante los talleres prácticos, buscando el apoyo del Grupo de Investigación en Innovación Tecnológica Sostenible de la FAUA UNI para su uso. Este avance les ha permitido desarrollar prototipos de artesanía tradicional, mejorando tanto la funcionalidad como la estética sin comprometer su esencia cultural. Aunque estos prototipos aún no están a la venta, han recibido comentarios positivos de los posibles compradores, lo que indica su interés por su calidad. Por el contrario, el 40 % de los artesanos están incorporando herramientas de diseño para perfeccionar sus creaciones, mientras que el 40 % restante se enfrenta a dificultades para adoptar estas tecnologías debido a la falta de tiempo y de recursos financieros.

Estos hallazgos están respaldados por el artículo «La nueva identidad de los artesanos: el impacto de las tecnologías de fabricación digital en las prácticas artesanales» (Song, 2022), que destaca cómo las tecnologías digitales permiten a los artesanos preservar su patrimonio cultural. Además, el estudio «El papel de las tecnologías digitales en la práctica artesanal contemporánea desde la perspectiva del Reino Unido y China» (Bryan- Kinns et al., 2024) explora la transformación de las prácticas artesanales en diversos

contextos culturales, destacando que, aunque los métodos pueden variar, el objetivo común es enriquecer el trabajo manteniendo la conexión con las tradiciones.

Sostenibilidad de los nuevos procesos

La integración de las tecnologías digitales en los procesos artesanales promueve la sostenibilidad económica, medioambiental y social. Desde el punto de vista económico, la adopción de tecnologías como el corte por láser y la impresión 3D optimiza el uso de los recursos y reduce los tiempos de producción, lo que disminuye los costes operativos. En el proyecto, los artesanos lograron una optimización del 25 % en la utilización de los recursos, lo que contribuyó a prácticas más sostenibles.

Desde una perspectiva medioambiental, estas tecnologías fomentan un uso más eficiente de los materiales, reduciendo los residuos. La formación en tecnologías digitales empodera a los artesanos, promueve la inclusión social y económica, mejora su calidad de vida y fortalece las comunidades al dotar a las personas de nuevas habilidades.

Estos resultados subrayan la necesidad de integrar la innovación tecnológica en el sector artesanal, no solo para mejorar la competitividad en un mercado en constante evolución, sino también para garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

Discusión

Este estudio examina el impacto de las tecnologías de fabricación digital en la producción artesanal en la zona metropolitana de Lima, como lo demuestra el proyecto piloto de FabLab UNI. Los resultados demuestran que herramientas como la impresión 3D, el corte por láser y las fresadoras CNC no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también mejoran la calidad de los productos artesanales, preservando así su autenticidad cultural.

La integración de las técnicas tradicionales con las tecnologías digitales válida la autenticidad de la producción artesanal. A lo largo del proyecto, los artesanos implementaron herramientas que transformaron sus procesos creativos. Por ejemplo, Alfredo Espinoza utilizó una impresora 3D para reproducir detalles intrincados, mejorando la calidad de sus piezas de cerámica y reduciendo el tiempo de producción.

Doris Palomino creó moldes impresos que le permitieron desarrollar patrones intrincados, capturando así la esencia de la tradición andina. Lucía Baca optimizó su producción utilizando la fresadora CNC, logrando cortes precisos que le permitieron dedicar más tiempo a otros aspectos del proceso. Ambrocio Ammy señaló que la cortadora láser facilitó la obtención de detalles finos que antes eran inviables. Estas innovaciones no solo enriquecen la práctica artesanal, sino que también refuerzan la conexión con el patrimonio cultural, demostrando que la tecnología puede coexistir con la tradición.

La colaboración entre artesanos y diseñadores es fundamental para desarrollar productos que integren la estética tradicional con la funcionalidad contemporánea. Los talleres de formación enseñan a los artesanos a utilizar herramientas digitales, fomentando un diálogo creativo entre la tradición y la innovación. En un taller reciente, los artesanos aprendieron a utilizar software de diseño asistido por ordenador (CAD) para crear prototipos digitales, lo que les permitió experimentar con nuevas formas y estilos antes de la producción final.

Es esencial reconocer los retos que plantea esta integración. La estandarización de los productos puede diluir la esencia artesanal y poner en peligro técnicas únicas. Un estudio realizado en Barranco reveló que el 80 % de los artesanos desconocen los mecanismos de protección de la propiedad intelectual, lo que pone en riesgo sus inversiones. A pesar de ello, el 90 % de los participantes expresaron su interés en recibir formación sobre tecnologías emergentes, lo que indica su voluntad de aprender y adaptarse.

La incorporación de las tecnologías digitales mejora la competitividad y promueve la sostenibilidad económica, medioambiental y social. La optimización del uso de los recursos y la reducción de los residuos son pasos hacia prácticas más sostenibles. En este contexto, las impresoras 3D han permitido a los artesanos reciclar materiales, reduciendo los residuos en un 20 %. Estos resultados respaldan la bibliografía existente, que destaca cómo las tecnologías digitales pueden transformar los procesos tradicionales y permitir a los artesanos competir en un mercado globalizado (Erazo 2022; Duarte, Cortés y Martínez De La Torre 2021; Sendra, Martínez y Moreno 2020).

A la hora de abordar estos retos, es fundamental tener en cuenta los riesgos y beneficios de esta transición. Si bien la adopción de las tecnologías digitales puede aumentar la eficiencia y abrir nuevos mercados, también puede provocar la pérdida de las técnicas artesanales tradicionales y la homogeneización de los productos. Esto plantea la necesidad de adoptar un enfoque equilibrado que promueva la innovación y, al mismo tiempo, preserve la esencia de las prácticas culturales. Se recomienda establecer políticas que apoyen la formación continua de los artesanos en el uso de las tecnologías digitales, así como implementar mecanismos de protección de la propiedad intelectual que salvaguarden sus creaciones.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación ponen de relieve el importante potencial que tiene la integración de las tecnologías de fabricación digital en los procesos artesanales tradicionales. El proyecto piloto desarrollado en FabLab UNI demuestra que herramientas como la impresión 3D, el corte por láser y las fresadoras CNC optimizan la eficiencia, la precisión y la calidad de la producción artesanal, sin comprometer la autenticidad cultural.

El análisis de los datos revela mejoras sustanciales: una reducción de hasta el 40% en los tiempos de fabricación, un aumento del 35 % en la precisión y la calidad de los productos y una optimización del 25 %

en el uso de las materias primas. Estos resultados sugieren que la adopción de tecnologías digitales es una estrategia eficaz para que los artesanos peruanos mejoren su competitividad en un mercado globalizado.

Las percepciones de los artesanos indican un reconocimiento del valor de adoptar soluciones tecnológicas sostenibles que preserven su autenticidad cultural. Esto refuerza la idea de que la fabricación digital puede ser un aliado estratégico para la artesanía peruana, equilibrando la tradición y la innovación.

Se recomienda implementar programas de formación continua en tecnologías digitales y promover asociaciones estratégicas entre artesanos y laboratorios de fabricación digital. Estas iniciativas son fundamentales para garantizar el desarrollo sostenible y fortalecer la resiliencia del sector artesanal.

Es importante señalar ciertas limitaciones de este estudio. Aunque 46 artesanos completaron la encuesta, el grupo de 25 participantes en el taller práctico puede no ser representativo de toda la comunidad artesanal de la zona metropolitana de Lima. Además, la duración del proyecto piloto, que fue de dos meses y medio, puede no ser suficiente para evaluar el impacto a largo plazo de la implementación de las tecnologías digitales.

Se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar el impacto a largo plazo de la incorporación de las tecnologías digitales en la producción artesanal y explorar nuevas áreas de innovación. Este proyecto piloto ha sentado una base sólida para futuras investigaciones que incluyan a un mayor número de artesanos a nivel nacional. Gracias a estos esfuerzos, se prevé un análisis más completo del impacto de la fabricación digital en la producción artesanal en Perú.

REFERENCIAS

- Abisuga, O., Mporfu, K. and Nenzhelele, T.G. (2023), 'Issues in innovation and development in the handicrafts industries of KwaZulu-Natal, South Africa', *Innovation and Development*, 13:1, 193–212, <https://doi.org/10.1080/2157930X.2021.1951636>.
- Acosta, M., Morales, T. and Galván, M.R. (2021), 'Trabajo Artesanal. Valor cultural e influencia globalizada', *Newman Business Review*, 7:1, 26–39, <https://doi.org/10.22451/3006.nbr2021.vol7.1.10056>.
- Alexandre, B., Salguero, J., Peralta, M., Aguayo, F. and Ares, E. (2017), 'Application of industry 4.0 technologies to the design and manufacturing of handicraft products', *DYNA*, 92:4, 435–441, <https://doi.org/10.6036/8169>.
- Álvarez De Moya, M. del R. and Torres, R. (2022), 'Epistemología de la tecnología artesanal', *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación* [Preprint], 179, <https://doi.org/10.18682/cdc.vi179.8870>.
- Amirrudin, M., Nasution, K. and Supahar, S. (2021), 'Effect of Variability on Cronbach Alpha Reliability in Research Practice', *Journal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 17:2, 223–230, <https://doi.org/10.20956/jmsk.v17i2.11655>.
- Bryan-Kinns, N., Liu, Y., Zhang, D., Tan, Z. and Tan, H. (2024), 'The role of digital technologies in contemporary craft practice from UK–China insights', *Journal of Contemporary Chinese Art*, 11:1, 75–93, https://doi.org/10.1386/jcca_00093_1

- Chai-Arayalert, S., Suttapong, K. and Chumkaew, S. (2023), 'Design of digital environments to enhance handicraft co-learning experiences', *Cogent Business & Management*, 10:3, 1-3, <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2286687>.
- Comexperu (2023), 'Exportaciones de Artesanías: ¿Hacia Dónde Apuntar?', ComexPerú, 24 March, <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-de-artesantias-hacia-donde-apuntar>.
- Comexperu (2024), 'Más de 416,000 peruanos trabajan en artesanía. ¿Cómo se encuentra el sector?', ComexPerú, 8 March, <https://www.comexperu.org.pe/articulo/mas-de-416000-peruanos-trabajan-en-artesania-como-se-encuentra-el-sector>.
- Córdoba-Cely, C. (2021), 'Hacia la artesanía generativa. Caso de estudio del oficio artesanal del barniz de Pasto (Colombia) y la impresión 3D', *Artnodes [Preprint]*, (27), 3-6, <https://doi.org/10.7238/a.v0i27.375112>.
- Diario El Peruano (2024), 'Reactivarán y promoverán actividad artesanal nacional', *Microfinanzas peruanas*, 11 March, <https://elperuano.pe/noticia/238833-reactivaran-y-promoveran-actividad-artesanal-nacional>.
- Duarte, B., Cortés, D. and Martínez De La Torre, A. (2021), 'Innovación en la artesanía a través de la fabricación digital', in *Proceedings INNODOCT/21. International Conference on Innovation, Documentation and Education. INNODOCT 2021*, Editorial Universitat Politècnica de València, <https://doi.org/10.4995/INN2021.2021.13426>.
- Erazo, V. (2022), 'El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina', *Información tecnológica*, 33:2, 297–308, <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000200297>.
- Fernández, D. et al. (2023), 'Crafts as a key factor in local development: Bibliometric analysis', *Heliyon*, 9:1, 2-5, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13039>.
- González, W. & Palacios, J. (2020), *Digital crafts: ¿How to revitalize cultural heritage through innovation and digital fabrication?*, 1st ed., Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Gulati, V. and Mathur, S. (2017), 'Digital Manufacturing of Indian Traditional Handicrafts', *International Journal of Computer Applications*, 164, 1–4, <https://doi.org/10.5120/ijca2017913708>.
- Herrera, P. (2018), 'Artisans and Digital Craft in Latin America: The contribution of architects to their creativity and production', in *Blucher Design Proceedings, 22nd Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics*, *Blucher Proceedings*, 1179–1186, <https://doi.org/10.5151/sigradi2018-1885>.
- INEI (2024), *Población de la provincia de Lima supera los 10 millones 292 mil habitantes*, Nota de Prensa 005, Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), p. 2, <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n-005-2024-inei.pdf>. Accessed 10 July 2024.
- Lemos, S., Alexandre, C.B. and Ares, E. (2021), 'Impact of technological facilitators in the design and artisanal production processes. The Guarda Ninhos Project - craft and design of Gonçalo's basketry', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193:1, 1-7, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012139>.
- Liu, H., Alli, H. and Yusoff, I.S.M. (2024), 'A thematic review on traditional handicraft from design perspective publications from 2002–2022: analysis of trends for future studies', *Cogent Arts & Humanities*, 11:1, 1-13, <https://doi.org/10.1080/23311983.2023.2298084>.
- Merchán, M.J., Merchán, P., Salamanca, S., Pérez, E. and Nogales, T. (2019), 'Digital fabrication of cultural heritage artwork replicas. In the search for resilience and socio-cultural commitment', *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 15, e00125, <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00125>.

- Mincetur (2022), 'Artesanías del Perú', Tradición en tus manos, 12, <https://www.artesaniasdelperu.gob.pe>. Accessed 8 May 2023.
- Mincetur (2024), 'Artesanías del Perú', Artesanías del Perú, 5, <https://www.artesaniasdelperu.gob.pe>.
- Mobarak, M.H., Islam, Md. A., Hossain, N., Al Mahmud, Md. Z., Rayhan, Md. T., Nishi, N.J. and Chowdhury, M.A. (2023), 'Recent advances of additive manufacturing in implant fabrication – A review', *Applied Surface Science Advances*, 18,1-7, <https://doi.org/10.1016/j.apsadv.2023.100462>.
- Nimkulrat, N., Oussoren, A. and Day Fraser, H., Doyle, K. (2019), 'Collaborative craft through digital fabrication and virtual reality', in. RTD2019 Method & Critique – Frictions and Shifts in RtD, Delft, The Netherlands, 1–16, <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7855781.v1>.
- Orozco, L. (2020), 'Los FabLab y el Design Thinking: nuevas estrategias para el aprendizaje creativo', *Revista Digital Universitaria*, 21:6, <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.6.11>.
- Pérez, M., Carou, D., Rubio, E.M. and Teti, R. (2020), 'Current advances in additive manufacturing', *Procedia CIRP*, 88,439–444, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.076>.
- Rautray, P. and Eisenbart, B. (2021), 'Additive manufacturing – Enabling digital artisans', *Proceedings of the Design Society*, 1, 323–332, <https://doi.org/10.1017/pds.2021.33>.
- Ríos, S. (2019), *Artesanías del Perú Historia, tradición e innovación. Primera edición. Lima-Perú: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo*, https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/473143/Artesanias_del_Peru_dic.2019.pdf. Accessed 14 July 2024.
- Risner, I. (2013), 'The Integration of Digital Technologies into Designer-Maker Practice: A Study of Access, Attitudes and Implications', Ph.D. thesis, University of the Arts London and Falmouth University.
- Ropin, H., Pflieger-Landthaler, A. and Irsa, W. (2020), 'A FabLab as integrative part of a Learning Factory', *Procedia Manufacturing*, 45,355–360, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.033>.
- Saligan, I., Salinas, V. and Del Carpio, P. (2017), 'Dificultades en torno a la producción artesanal', *Jóvenes en la Ciencia*, 3:2, 1200–1204.
- Secretaría de Gobierno Digital PCM (2023), 'Registro Nacional del Artesano, Plataforma Nacional de Datos Abiertos', *Registro Nacional del Artesano*, <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/registro-nacional-del-artesano>.
- Sendra, C., Martínez, M. and Moreno, R. (2020), 'Craft your Future: diseñando desde la economía local, la artesanía y la tecnología', *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 105, <https://doi.org/10.18682/cdc.vi105.4198>.
- Singh, H. and Datt, S. (2023), 'Promotion of Handicrafts and Intellectual Property Rights of the Artisans across the world: The Case for India', *Journal of Chemical Health Risks*, 13:3, 1130–1138.
- Song, M. J. (2022). Craftspeople's new identity: The impact of digital fabrication technologies on craft practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 32:4, 2365-2383, <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09687-1>
- Villarreal, J. (2022), 'Factores que Influyen en la producción y comercialización de artesanías en Tequisquiapan, Querétaro', *South Florida Journal of Development*, 3:5,6313–6326, <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n5-062>.
- Yadav, S., Patoju, S.K.S. and Yadaveni, Sai. A. (2021), 'Dhokra craft: socio-economic conditions of artisans, economics and marketing challenges in Kondagaon district of Chhattisgarh state, India', *Creative Industries Journal*,465–481, <https://doi.org/10.1080/17510694.2022.2133450>.

- Yang, Y., Shafi, M., Song, X. and Yang, R. (2018), 'Preservation of Cultural Heritage Embodied in Traditional Crafts in the Developing Countries. A Case Study of Pakistani Handicraft Industry', *Sustainability*, 10:5, 1336, <https://doi.org/10.3390/su10051336>.
- Yu, L. (2021), 'Application Research of Digital Media Technology in Ceramic Product Design', *Journal of Physics: Conference Series*, 1852:3, 1-4, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1852/3/032063>.