



**Trabajo de integración Curricular previa a la obtención
del título de Master en Ingeniería Automotriz, con
mención en procesos y calidad de servicio automotriz.**

AUTORES:

Lorena Fernanda Altamirano Reinoso
Mauricio Xavier Montalvo Egüez
Esteban Alfonso Yerovi Altamirano

TUTOR:

PhD (c) Mgs. José Andrés Castillo Reyes

Propuesta de una alternativa de fabricación de *un marco para manija interior* mediante impresión 3D para la marca Daihatsu por la discontinuidad de producción, basado en procesos de calidad.

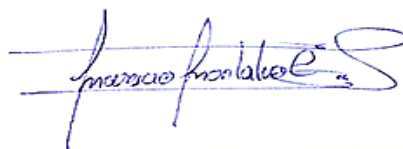
Quito, 24 de marzo de 2023

Certificación

Por medio del presente certificado doy a conocer que el artículo presentado es de la autoría de Lorena Fernanda Altamirano Reinoso, Mauricio Xavier Montalvo Egüez, Esteban Alfonso Yerovi Altamirano. Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra propiedad intelectual; este documento no ha sido presentado anteriormente en ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo los derechos a la Universidad Internacional del Ecuador para su divulgación.



Firma de la Graduada
Lorena Fernanda Altamirano Reinoso



Firma del Graduado
Mauricio Xavier Montalvo Egüez



Firma del Graduado
Esteban Alfonso Yerovi Altamirano

Yo, PhD(c), MSc, Ing. José Andrés Castillo Reyes, certifico que conozco a los autores de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.

Firma del director de Trabajo de Grado
PhD(c), MSc, Ing. José Andrés Castillo Reyes

Agradecimiento

Gracias a quienes siguen creyendo en mí, en mi capacidad y me dieron su apoyo de distintas formas. A mis Padres que son mi razón de ser. Gracias al claustro de profesores de la UIDE por compartir experiencias y conocimiento.

Lorena Fernanda Altamirano Reinoso

Agradecimiento

A mis padres, por impulsar en mí el deseo de superación y aprendizaje constante.

A mi familia de quien siempre he recibido apoyo incondicional, razón por la cual me ha permitido cumplir mis metas y objetivos.

A mis compañeros quienes me brindaron sus conocimientos, tiempo y paciencia para la elaboración de la misma.

A todos los docentes que nos apoyaron con sus conocimientos y experiencias para hacernos más grandes como personas y más fuertes que nuestra competencia.

Mauricio Xavier Montalvo Egüez

Agradecimiento

Agradezco a mis profesores por todo el conocimiento impartido, que lo han obtenido a través de sus experiencias profesionales.

Esteban Alfonso Yerovi Altamirano

Dedicatoria

A las personas más importantes de mi vida, quienes compartieron conmigo este reto, las nuevas experiencias, se emocionaron conmigo y también me dieron ánimo en mis desvelos, y, a quienes me cuidaron desde allá desde la eternidad.

Lorena Fernanda Altamirano Reinoso

Dedicatoria

A mis padres y esposa por el apoyo incondicional en esta etapa de preparación académica.

A mi director de Tesis, Ing. Andrés Castillo por todo el apoyo incondicional y dirección del proyecto y en especial a Lorena Altamirano y Esteban Yerovi quienes a lo largo de este tiempo han puesto sus conocimientos y ganas para el desarrollo de nuestra tesis la cual hemos finalizado llenando todas nuestras expectativas.

Mauricio Xavier Montalvo Egüez

Dedicatoria

Todo este trabajo y esfuerzo está dedicado a mis seres más queridos.
Esteban Alfonso Yeroi Altamirano

ÍNDICE DE CONTENIDO

Certificación	iii
Agradecimiento	iv
Dedicatoria	vii
RESUMEN	12
Introducción	13
Marco Teórico	15
Rentabilidad de la fabricación aditiva	16
La satisfacción de los clientes frente a productos elaborados con impresión 3D.....	19
Materiales y Métodos	20
Impresora 3D	21
Material para impresión (filamento)	21
Encuesta.....	22
Vehículo (Feroza 1989-1994)	22
Resultados y Discusión	23
Conclusiones.....	27
Referencias	28
Índice de Tablas	29
Índice de Figuras.....	30
Anexos	30

PROPUESTA DE UNA ALTERNATIVA DE FABRICACIÓN DE UN MARCO PARA MANIJA INTERIOR MEDIANTE IMPRESIÓN 3D PARA LA MARCA DAIHATSU POR LA DISCONTINUIDAD DE PRODUCCIÓN, BASADO EN PROCESOS DE CALIDAD.

¹PhD(c), MSc, Ing. José Andrés Castillo Reyes. ²MSc Ing., Lorena Fernanda Altamirano Reinoso, ³Ing. Mauricio Xavier Montalvo Egüez, ⁴Ing. Esteban Alfonso Yerovi Altamirano.

¹Magister en Gerencia y Liderazgo Educacional - Universidad Técnica Particular de Loja, acastillo@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

²Magister en Planificación y Dirección Estratégica, Escuela Politécnica del Ejército, loaltamiranore@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

³Ingeniero en Mecánica Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, mamontalvoeg@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

⁴Ingeniero Mecánico Automotriz – Universidad Internacional SEK, esyerovial@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

RESUMEN

Introducción: La propuesta de una alternativa de fabricación de *un marco para manija interior* mediante impresión 3D para la marca Daihatsu por la discontinuidad de producción, basado en procesos de calidad enfoca la necesidad de contar con opciones válidas, funcionales y accesibles. Este proceso es posible en el mercado ecuatoriano debido a la confluencia de dos factores, la antigüedad del parque automotor y la rapidez con la que puede conseguirse una autoparte discontinuada mediante esta tecnología. **Metodología:** El hallazgo de estas aseveraciones se dio al consultar directamente a los propietarios de vehículos de marca Daihatsu sobre el accesorio impreso en 3D de un marco de manija interior, adicionalmente a la investigación documental que se realizó para conocer más sobre esta alternativa. **Resultados:** Los propietarios de vehículos Daihatsu que fueron encuestados reaccionaron positivamente ante la posibilidad de contar con un accesorio discontinuado en menor tiempo, costo, y de manera personalizada, si así lo desean, cuando se les planteó la posibilidad de fabricar mediante impresión 3D la autoparte para un vehículo de dicha marca, proyectándose a poder conseguir otras piezas de esta misma forma sin tener que hacer adaptaciones o dejarlo incompleto. **Conclusión:** La fabricación aditiva de autopartes discontinuadas para vehículos Daihatsu es posible y aceptada en el mercado automotriz como una alternativa válida, práctica y económica.

Palabras clave: autoparte, discontinuidad, diseño asistido por computadora CAD, fabricación aditiva, impresión 3D.

ABSTRACT

Introduction: The proposal for an alternative to manufacture a frame for an interior handle by means of 3D printing for the Daihatsu brand due to the discontinuity of production, based on quality processes, focuses on the need to have valid, functional and accessible options. This process is possible in the Ecuadorian market due to the confluence of two factors, the age of the fleet and the speed with which a discontinued auto part can be obtained using this technology. **Methodology:** The discovery of these assertions was made by directly consulting the owners of Daihatsu brand vehicles about the 3D printed accessory of an interior handle frame, in addition to the documentary research that was carried out to learn more about this alternative. **Results:** Daihatsu vehicle owners who were surveyed reacted positively to the possibility of having a discontinued accessory in less time, cost, and in a personalized way, if they wish, when they were asked the possibility of manufacturing the auto part by 3D printing, for a vehicle of that brand, projecting to be able to get other parts in the same way without having to make adaptations or leave it incomplete. **Conclusion:** The additive manufacturing of discontinued auto parts for Daihatsu vehicles is possible and accepted in the automotive market as a valid, practical and economical alternative.

Keywords: auto part, discontinuity, CAD computer-aided design, additive manufacturing, 3D printing,

Introducción [IIJF1]

La investigación que se presenta en este artículo nace de una dificultad global en el mundo automotriz, esto es, la discontinuidad de producción de autopartes para vehículos de larga data, (*Impresión 3D Para La Fabricación De Piezas Y Recambios*, 2019) por lo cual se genera el interés de solucionar las necesidades de los propietarios de este tipo de automotores y, en el caso de este estudio, los de la marca Daihatsu, entregando una autoparte en menor tiempo de lo que implica la importación, y, de manera personalizada, situación que se ha evidenciado en la atención a los clientes de Automotriz Altamirano Navas, almacén de venta de repuestos de la citada marca. De esta forma, se abordó el objetivo general “proponer una alternativa de fabricación de un marco para manija interior mediante impresión 3D para la marca Daihatsu por la discontinuidad de producción, basado

en procesos de calidad”. La propuesta puso de manifiesto un producto funcional utilizando una nueva tecnología, la misma que está siendo empleada en la actualidad por la industria automotriz para la innovación de los vehículos de uso cotidiano y de competencia, así lo señalan empresas como BMW, TOYOTA, VOLKSWAGEN, AUDI entre otras. (Moreno, 2021).

Uno de los factores que incidió significativamente a lo largo de todo el proceso investigativo es la falta de stock de los marcos para manija interior de la marca DAIHATSU debido a los años transcurridos desde la fabricación de estos vehículos; la falta de producción y la demora de entre 45 y 60 días de importación de este accesorio en el caso de ubicarlo fuera del país y adicional el costo del mismo. (*El Mercado De La Impresión 3D Facturará 10.120 Millones En 2025*, 2021).

Además de la característica principal de este tipo de repuesto, es principalmente el tiempo de fabricación y la durabilidad del material, tomando en cuenta que también se podría personalizar dicha manija en su modelo o color. (*Repositorio Digital UIDE: Análisis De Esfuerzos En Materiales Con Fabricación Aditiva*, 2023).

Al analizar el mercado y su reacción a la implementación de esta alternativa para repuestos inexistentes y su costo relativamente económico, se encontró una respuesta favorable. (Romo, 2021). Cumpliendo así los objetivos específicos 2 y 3, respectivamente, “**Analizar** el mercado de impresión 3D de autopartes para marcas descontinuadas en Ecuador, específicamente Daihatsu.”, e “**Indagar** sobre la rentabilidad de la producción de *un marco para manija interior* a través de la fabricación aditiva en Ecuador.”

En relación al objetivo específico 3, “**Evaluar** la satisfacción de los clientes Daihatsu en Ecuador con la producción de *un marco para manija interior* a través de la impresión 3D.” durante la investigación de campo con clientes frecuentes de la marca Daihatsu, se recopiló información clave, la cual demuestra que un 80% de los estos estarían dispuestos a comprar un marco para manija interior mediante una impresión 3D, con lo cual en cada una de las encuestas se detectó a la potencial demanda de este producto, a la misma que se informará y dará a conocer sobre esta nueva técnica de fabricación de repuestos.

Marco Teórico

La fabricación aditiva como se conoce a la impresión de repuestos y accesorios para vehículos en formato 3D no es nueva, o de reciente presencia en el mercado automotriz, marcas como Ford, Mercedes, Audi, Seat, Volkswagen, BMW, General Motors, Bugatti, Lamborghini, entre otras, miran a esta tecnología como una gran alternativa para mantener ciclos de producción cortos y lograr costos más bajos y a su vez mantener algunos de sus modelos clásicos. (Impresión 3D para la fabricación de piezas y recambios, 2022).

Si bien en el Ecuador esta opción aún no ha sido explotada, es necesario conocer los beneficios que esta brinda, sobre todo para vehículos de marcas que están descontinuadas o para el mercado de la restauración, que está tomando fuerza en los últimos años.

Adicionalmente a que, para la fabricación de vehículos eléctricos también es de gran interés, ya que la impresión 3D surge como una solución que puede acelerar el desarrollo de piezas más ligeras. Esto es especialmente importante en los vehículos eléctricos, puesto que el peso incide directamente en la duración de la batería. (Impresión 3D para la fabricación de piezas y recambios, 2022).

Es importante mencionar que en la economía internacional el 30% de la facturación de la industria mundial de impresión 3D tiene su origen en el sector automotriz, donde se la utiliza principalmente para tareas de diseño y prototipado (Mazzella, 2017). Información reciente indica que cada vez más empresas optan por la fabricación aditiva. De hecho, se calcula que para el 2027 en el mundo se vendan cada año 8,04 millones de impresoras, lo que supondría unos ingresos de 10.125 millones de euros anuales en comparación a la facturación de 2019 esto es 6.610 millones. Este sector de la industria es un segmento que va en aumento, por lo que hará falta un grupo numeroso de profesionales especializados. (*El Impacto Ético, Político Y Social De La Impresión 3D*, 2019).

Según lo señala Beroe, durante la pandemia el conocimiento de la tecnología de impresión 3D aumentó un 71% a nivel mundial. (*El Mercado de la Impresión 3D facturará 10.120 millones en 2025*, 2021).

De acuerdo a las estadísticas encontradas en Statista.com, en 2016, hubo cerca de 500,000 impresoras 3D en el mundo. Para 2019 la cifra llegó a 5.5 millones de unidades en todo el mundo. (*Cantidad de impresoras 3D en todo el mundo*, 2019).

Para el caso de Ecuador, según información recabada del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, la importación de las impresoras 3D es continua, como lo demuestran los datos procesados desde el 2019 hasta noviembre 2022:

Tabla 1.
Importación Impresoras 3D 2019-2022

Partida Arancelaria			
Año	8443 31	8477 80	Total
2019	5	25	30
2020	12	53	65
2021	10	50	60
2022	3	73	76
			231

Fuente. SENA, 2022

Cabe señalar que la venta de autopartes se realizaba inicialmente solo por casas comerciales dueñas de las franquicias, posteriormente estas mismas vendían repuestos alternos de la marca, más económicos, ahora existen almacenes con repuestos multimarca que ofrecen productos a mejores precios para el cliente; con la fabricación aditiva se abaratan los costos y se abren más opciones incluso para personalizar requerimientos tanto de marcas descontinuadas como de vehículos modernos, de competencia o para restauración.

Rentabilidad de la fabricación aditiva

Si bien la impresión 3D tiene ya más de 35 años de existencia, desde la expedición de su patente el 11 de marzo de 1986 (Ordoñez-Alemán, 2017, 35-46), es solo en los últimos años que está siendo utilizada con mayor frecuencia y en varios ámbitos, pues se ha descubierto su practicidad y múltiples usos en la industria por lo que, los costos de las impresoras son más asequibles gracias al movimiento Open Source (código abierto).

Con la creciente demanda mundial de autopartes, prótesis, joyas, vestuario y otro tipo de piezas se puede atrapar la oportunidad y comenzar una propia empresa desde cero. La necesidad de estos productos ligeros de peso y accesibles pueden ser la oportunidad para un negocio próspero. Los materiales que más se emplean en este tipo de impresoras son varios tipos de plásticos, como el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y el políácido láctico (PLA). Pero también pueden usarse con ceras, metales, cerámicas, nylon, cristal e incluso chocolate y otros alimentos para crear piezas de repostería (Ortiz Gil, 2019) a continuación, se presenta un cuadro comparativo de los materiales que se pueden utilizar para imprimir en 3D:

Tabla 2.*Cuadro comparativo entre materiales para impresión 3D*

Tipo de Material	Descripción	Origen	Velocidad de Impresión	Reciclable	Presentación
PLA	El PLA es un polímero biodegradable hecho de recursos renovables	Se produce a partir de recursos renovables al 100%, como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón	Máximo 110mm/s	SI	En bobinas desde 12€/kg En pellets desde 10€/kg
ABS	El ABS, como sus siglas indican, está fabricado a partir de polímeros de acrilonitrilo, butadieno y estireno	Se produce a partir de otros productos derivados del petróleo, por lo que no es un producto de origen renovable	Máximo 90mm/s	SI	En bobinas desde 15€/kg En pellets desde 12€/kg
PETG	El PETG, es un copoliéster termoplástico, lleva Glicol que aporta una mayor resistencia química, durabilidad y facilidad a la hora de imprimir.	Es creado a partir de la adición de glicol al PET (Tereftalato de polietileno) con el objetivo de mejorar algunas de sus propiedades. Es un proceso con origen químico, que no es renovable	Máximo 70mm/s	SI, pero NO para impresión 3D	En bobinas desde 30€/kg En pellets desde 20€/kg
Nylon	El Nylon o Nailon es un polímero sintético que pertenece al grupo de las poliamidas. El nylon es una fibra textil elástica y muy resistente.	El nylon se genera formalmente por policondensación de un diácido con una diamina. Es un proceso con origen químico, que no es renovable	Máximo 90mm/s	SI, pero NO para impresión 3D	En bobinas desde 30€/kg En pellets desde 20€/kg
TPU	El TPU es un polímero elastomérico lineal, termoplástico, se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, al oxígeno, al ozono y a las bajas temperaturas	Se produce a partir de otros productos derivados del petróleo, por lo que no es un producto de origen renovable	Máximo 20mm/s	SI	En bobinas desde 40€/kg En pellets desde 20€/kg

Fuente. Página web de diferentes fabricantes y vendedores. (UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA, 2022)

Adicionalmente al material que se usa, un dispositivo fundamental para optimizar el proceso es el scanner 3D, pues es con este que se logra captar los detalles de un elemento para que pueda ser reproducido de manera exacta al original, en este sentido el EinScan Pro HD es uno de los escáneres 3D más recientes lanzados por el fabricante chino Shining3D, presentado en el mercado en el año 2020. Tiene un valor aproximado de \$6,899 dólares. (3D natives, 2019).

La pieza clave para la fabricación aditiva es la impresora, sin esta no se puede lograr el objetivo en la investigación realizada, se encontró, que, por ejemplo, la MX-1000 es el sistema de gama superior ofrecido por InssTek. La impresora pesa aproximadamente 6.000 kg y tiene un volumen máximo de impresión de 1000 x 800 x 650 mm, con un valor aproximado de \$2380 dólares. (3Dnatives, 2022).

Por lo expuesto, se identificaron que todos los costos implicados en una pieza de 3D son: *Tiempo de fabricación + materiales consumidos + mano de obra (reprocesos y postprocesos) + otros costos de operación.*

Aparte de las aplicaciones y el ahorro, si se tiene conocimientos de modelado básicos y acceso a una impresora, el proceso es muy económico; de igual forma, se establece como primera instancia que estas revoluciones supondrán movimientos económicos y sociales que generarán nuevos y muy significativos impactos en los ámbitos del comercio internacional, las finanzas y la economía general de las naciones. Así mismo, uno de los factores a tener en cuenta será el impacto en los sectores obreros, al implementar en escalas globales el uso de las tecnologías de manufactura aditiva o impresión 3D, la mano de obra se verá afectada. (*El Impacto Ético, Político Y Social De La Impresión 3D*, 2019).

La satisfacción de los clientes frente a productos elaborados con impresión 3D

La relación entre las nuevas tecnologías de impresión y sus clientes se está profundizando cada vez más, pues las empresas que las están usando pueden dar una respuesta más rápida y más personalizada, lo que es fundamental para mantener la confianza de los clientes, dándoles una ventaja competitiva muy dinámica para el futuro.

Las nuevas tecnologías de impresión generan en las empresas transformación en sus operaciones y procesos. Si se enfocara en la utilidad de la impresión 3D, sería un factor muy importante en términos del desarrollo de las comunidades. La capacidad de una pequeña máquina para imprimir lo que consumen los seres humanos está cambiando el enfoque de la forma tradicional. A medida que los costos disminuyen y aumentan las posibilidades, crea una mayor independencia económica.

No debería sorprender que pequeñas comunidades promuevan el acercamiento, capacitación e innovación de la impresión aditiva. Pensando en términos de la impresión 3D, la democratización de la tecnología, la inclusión social y el trabajo cooperativo tienen un impacto decisivo en la calidad de vida, de los ciudadanos que viven más alejados de los principales centros de producción, puesto que ya no dependerán de las grandes industrias, lo que establece otras condiciones para un desarrollo sustentable. (*El Impacto Ético, Político Y Social De La Impresión 3D*, 2019).

Materiales y Métodos

Para el desarrollo de la presente investigación y en función de los objetivos planteados se utilizaron los siguientes materiales y métodos puesto que se realizó la impresión del marco de la manija interior para que esta sea evaluada por los clientes que presentan esta necesidad, contrastando con la pieza original (muestra):

Tabla 3.

Materiales y Métodos utilizados en la investigación

<i>Materia Prima</i>	<i>Métodos</i>
• Impresora 3D • Software para diseño 3D • Material para impresión (filamento) • Encuesta • Vehículo (Feroza 1989-1994)	• CUALITATIVO – Inductivo Revisión documental de artículos, tesis, investigaciones realizadas por las empresas fabricantes de vehículos, información oficial del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE) • CUANTITATIVO - Explicativo Aplicación de encuestas a clientes de la marca Daihatsu. Análisis de resultados.

Fuente. Elaboración autores

Impresora 3D

Para realizar el proceso de fabricación aditiva es indispensable contar con una impresora 3D, la misma que debe contar al menos con las siguientes características:

Tabla 4.

Características Técnicas Impresora 3D

Tipo de Impresión	Superposición	Inyección
Mecanismo	Mecanismo de boquilla	Mecanismo de Barrido
Materiales	Filamentos termoplásticos	Polvos de metal o plástico
Temperatura	190-220 °C	238 °C
Precisión	0,5 mm	0,1 mm
Formatos Compatibles	STL, OBJ, 3MF, STP, FBX	STL, OBJ, 3MF, STP, FBX

Fuente. Varios Autores¹

Material para impresión (filamento)

Para la fabricación aditiva de la pieza prototipo se empleó el filamento PETG el cuál es uno de los materiales más utilizados, es fácil de imprimir, con buena resistencia química, mecánica y no desprende olores. Por su dureza, resistencia y facilidad de impresión, es considerado la mejor opción para la fabricación de piezas por las cualidades que este presenta tales como: resistente al agua, resistente a productos químicos, a la fatiga y no es rígido. (*PETG En La Fabricación Aditiva: Propiedades Y Aplicaciones*, 2021).

El PETG se funde entre 230[°C] y 250[°C] más o menos. Su resistencia antes de su pandeo es de 70[°C] y 90[°C]. (*Impresión 3D - Filamento PETG*, 2022)

¹ <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-impresion-3d/>
<https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>
<https://bitfab.io/es/blog/formatos-impresion-3d/>

Encuesta

Para indagar con mayor precisión la opinión de los propietarios de vehículos Daihatsu, respecto a la impresión 3D de autopartes para sus automotores, se elaboró una encuesta con 9 preguntas de carácter objetivas, divididas en tres bloques: el primero corresponde al conocimiento de la marca y de la accesibilidad para la compra de las autopartes (preguntas 1, 2 y 3), el segundo (preguntas 4, 5 y 6) se consultó respecto al conocimiento de la impresión 3D, y, el tercero (7,8 y 9) se enfocó en la satisfacción del cliente en relación a fabricación aditiva y la pieza impresa.

La selección de la población involucrada en la presente investigación, fue realizada en base a los siguientes criterios:

1. frecuencia del cliente
2. cliente que busca autopartes
3. cliente que busca piezas específicas
4. cliente que solicita alternatividad en repuestos
5. cliente con criterio maduro

La población seleccionada, cumple con los criterios de investigación, la objetividad es tener una información relevante y fidedigna para su correcto análisis. La industria de la manufactura ha crecido exponencialmente y una de las alternativas para las autopartes es la fabricación 3D. En la selección de la muestra se encuentran clientes frecuentes mayores de edad con el criterio firme de calidad de producto.

Vehículo (Feroza 1989-1994)

Este vehículo fue seleccionado como el modelo de la marca en el cual el marco de la manija interior es una de las piezas que se buscan con mayor recurrencia, por lo que esta autoparte constituirá la demanda potencial para la fabricación aditiva.

Figura 1.

Vehículo modelo Feroza



Fuente. Autores

Resultados y Discusión

En la investigación realizada se consideraron 3 elementos importantes: la pieza impresa en 3D, los clientes de Automotriz Altamirano Navas y la encuesta aplicada a estos.

En relación a la manija de marco interior, esta fue diseñada e impresa a través de un servicio de fabricación aditiva. En la Figura 2. se presenta la manija impresa en 3D y la original, que sirvió de muestra para el respectivo diseño en CAD:

Figura 2.

Manija marco interior, autoparte impresa en 3D (A.), autoparte original (B.)



Fuente. Elaboración autores

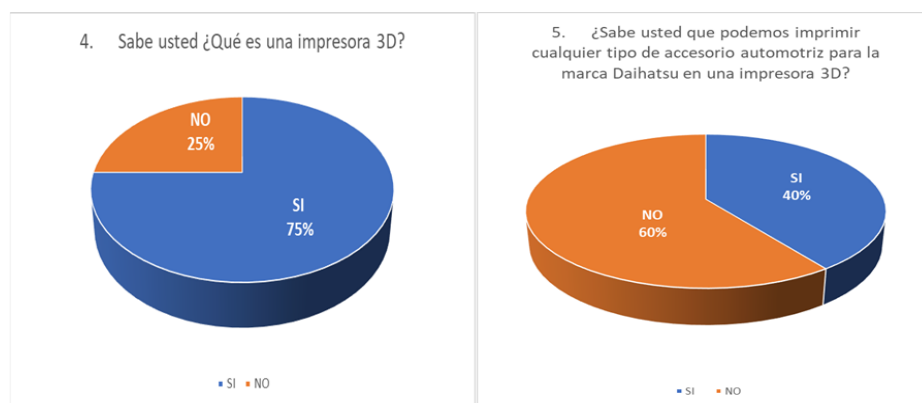
En el acápite anterior se indicó las características de los clientes y de la encuesta, esta fue realizada entre enero y febrero de 2023 a 20 propietarios de autos Daihatsu, clientes frecuentes de Automotriz Altamirano Navas; con ella se analizaron 3 factores: el conocimiento de la oferta de autopartes para vehículos Daihatsu, el conocimiento sobre la técnica de impresión 3D, y la satisfacción de los potenciales clientes de este tipo de fabricación.

Con estos antecedentes, a continuación, se muestran los principales hallazgos, de las preguntas que sustentan esta investigación en relación a la impresión 3D:

Figura 3.

Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, preguntas 4 y 5:

Sabe usted ¿qué es una impresora 3D? y que se pueden imprimir accesorios automotrices.



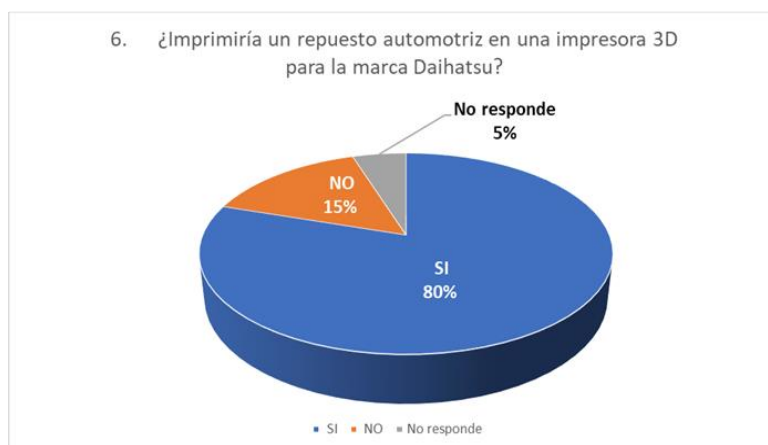
Fuente. Elaboración autores

Como se muestra en la Pregunta 4. el 75% de clientes conoce qué es una impresora 3D y su utilización. En tanto que, en la Pregunta 5., los datos indican que el 40% sabe que puede imprimir autopartes para la marca de vehículos Daihatsu, lo que significa que sí existe en los clientes encuestados una noción sobre la fabricación aditiva, mientras que su aplicación en el sector automotriz, es inversamente proporcional al conocimiento de la impresión 3D.

Figura 4.

Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, pregunta 6:

¿Imprimiría un repuesto automotriz en una impresora 3D?



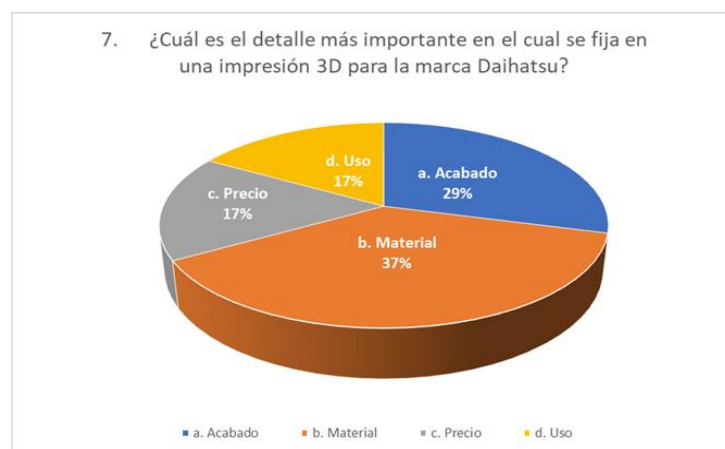
Fuente. Elaboración autores

De acuerdo a los resultados tabulados, en la Pregunta 6. el 80% de los clientes consultados, sí imprimirán un repuesto automotriz bajo la técnica de fabricación aditiva, lo que demuestra la apertura hacia la demanda de este tipo de autopartes que incluso pueden personalizarse a gusto del cliente y la facilidad de conseguir una pieza descontinuada para mantener su vehículo en buenas condiciones sin adaptaciones o con elementos desgastados o destruidos.

Figura 5.

Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, pregunta 7:

¿Cuál es el detalle más importante en el cual se fija en una impresión 3D?



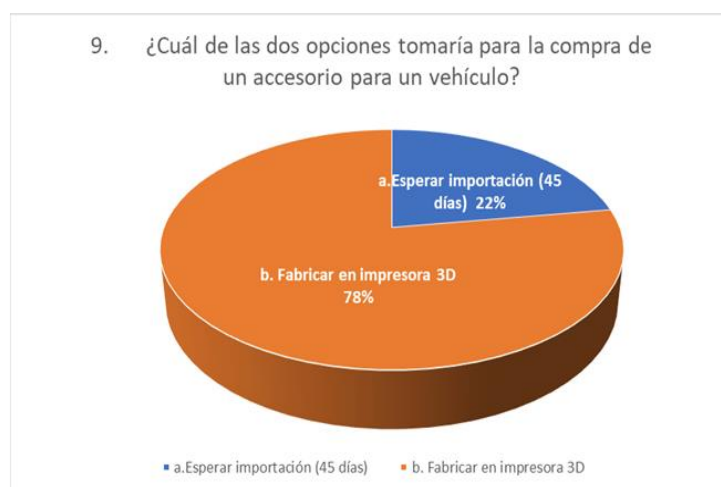
Fuente. Elaboración autores

El 37% de los clientes encuestados consideran como un detalle importante al tipo de material en el cual fue impresa la manija de marco interior, seguido del acabado con un 29%, mientras que el precio y el uso obtuvieron un 17%, cada uno, lo que demuestra que estos dos últimos no son factores relevantes, en este accesorio elaborado por fabricación aditiva, sin embargo, hay un interés de su parte por asegurar la durabilidad y la estética de la pieza impresa en 3D, es decir que estas dos características estén garantizadas y cumplan con los criterios de calidad físico - químico que respaldan esta nueva tecnología.

Figura 6.

Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, pregunta 9.

¿Cuál opción tomaría para la compra de un accesorio para un vehículo?



Fuente. Elaboración autores

Haciendo referencia a la disponibilidad inmediata del accesorio, como una de las ventajas que brinda la impresión 3D, se puede observar en los resultados de la Pregunta 9., que el 78% lo acepta como una alternativa para obtener lo requerido debido a que el mayor inconveniente que se presenta al realizar una importación de una pieza original es el tiempo de espera, que es de 45 días, en adelante.

Estos resultados, en general, sirven para proyectar una investigación específica sobre el método de fabricación aditiva en metal como una alternativa para vehículos discontinuados o modernos que necesiten autopartes, repuestos o accesorios.

Conclusiones

Gracias a la fabricación aditiva se obtuvo una autoparte que está considerada como descontinuada en una producción en serie por parte de la marca autorizada, esta, además, se puede personalizar, y obtenerla en un tiempo muy corto a comparación de la importación de las piezas producidas en serie.

Este estudio destaca varios puntos que serán considerados para poder continuar con la oferta de partes impresas en 3D. De acuerdo a las encuestas, se puede evidenciar que los propietarios de los vehículos marca Daihatsu muestran un gran interés por las autopartes impresas en 3D debido a las condiciones favorables que estas brindan.

La realización de este trabajo de titulación permitió abarcar los conocimientos adquiridos durante la maestría y proyectarlos a través de esta investigación, la misma que pone de manifiesto que, existe un 75% de clientes consultados que conocen sobre la existencia de la fabricación aditiva, el 80% de estos aceptó imprimir una autoparte para su vehículo marca Daihatsu, y, un 37% toma como factor principal el tipo material en el cual fue impresa la pieza, lo que evidencia que la impresión de autopartes en 3D es una línea de negocio rentable e innovadora en el mercado automotriz.

En lo que respecta [LA2] al precio de venta a ofertar del marco de la manija impresa en 3D en relación al accesorio producido en serie por el fabricante de la marca Daihatsu, el impreso es inferior en USD\$ 7.00, además, tiene una ventaja competitiva significativa como es el tiempo de impresión versus el tiempo de importación con el que se encuentra en el mercado. El precio de venta del accesorio elaborado en 3D será de USD \$ 25.00 frente a USD \$ 32.00 del marco de la manija original. En referencia a la resistencia del material de la autoparte realizada en fabricación aditiva, este es comparable con el accesorio original tal como se señala en el artículo “Análisis de esfuerzos en materiales con fabricación aditiva”, realizado en la Universidad Internacional del Ecuador en el año 2023, el mismo que es un documento de referencia de este artículo.

Referencias

- Cantidad De Impresoras 3D En Todo El Mundo*. (2019). ASTA MEXICO. Retrieved December 10, 2022, from <https://astamexico.com/cantidad-de-impresoras-3d-en-todo-el-mundo/>
- El mercado de la impresión 3D facturará 10.120 millones en 2025*. (2021, November 16). Interempresas. Retrieved December 10, 2022, from <https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/372358-El-mercado-de-la-impresion-3D-facturara-10120-millones-en-2025.html>
- Impresión Digital. (2019, September 23). *Las tecnologías de impresión satisfacen las expectativas de los clientes*. Impresión Digital. Retrieved December 16, 2022, from <https://impresiondigital.ituser.es/noticias-y-actualidad/2019/09/las-tecnologias-de-impresion-satisfacen-las-expectativas-de-los-clientes>
- Impresioni3d. (2019, June 14). *El impacto ético, político y social de la impresión 3D*. Impresión 3D. Retrieved December 16, 2022, from <https://impresioni3d.com/el-impacto-etico-politico-y-social-de-la-impresion-3d/>
- Impresora 3D EinScan Pro HD Shining3D: Precio, Características, Videos...* (2022). 3Dnatives. Retrieved December 16, 2022, from <https://www.3dnatives.com/3D-compare/es/escaneres-3d/einscan-pro-hd/>
- Impresión 3D para la fabricación de piezas y recambios*. (2019, April 11). 12vpersonalcar.com. Retrieved March 24, 2023, from <https://12vpersonalcar.com/art/9145/impresion-3d-para-la-fabricacion-de-piezas-y-recambios>
- Moreno, K. (2021, March 31). *Estudio de las aplicaciones y ventajas que ofrece la impresión 3D en el ámbito de la automoción*. UPCommons. Retrieved March 24, 2023, from https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/342961/REPORT%20%281%29_fitxer%20de%20consulta.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- Ordoñez-Alemán, G. (2017, Marzo). La contribución al emprendimiento ecuatoriano de una empresa de tecnología 3D. *Revista de Negocios y PYMES 2017*, Vol.3(No.7), 35 - 46. www.ecorfan.org/spain
- Ortiz Gil, A. (2019). LAS IMPRESORAS 3D COMO HERRAMIENTAS CIENTÍFICAS. *Repositorio UAM*.
https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/687514/EM_61_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Repositorio Digital UIDE: Análisis de esfuerzos en materiales con fabricación aditiva*. (n.d.). Repositorio UIDE. Retrieved March 24, 2023, from <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5768>
- Romo, S. (2021, May 27). ¿Cuánto cuesta realmente imprimir en 3D? *Plastics Technology México*. Retrieved March 24, 2023, from <https://www.pt-mexico.com/articulos/cuanto-cuesta-realmente-imprimir-en-3d>
- 3D natives. (2022). *3D natives el sitio web de la impresión 3D*.
<https://www.3dnatives.com/es/los-mejores-escaneres-3d-profesionales-010820192/#!>
- 3D natives. (2022). *3D natives el sitio web de la impresión 3D*.
<https://www.3dnatives.com/3D-compare/es/impresoras-3d/mx-1000/>
- UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA. (2022). *LIBRO-EXPERIENCIAS-ABEP* (Vol. TOMO III). uba.edu.ve/wp-content/uploads/2022/07/

Índice de Tablas

Tabla 1. *Importación Impresoras 3D 2019-2022*

Tabla 2. *Cuadro comparativo entre materiales para impresión 3D*

Tabla 3. *Materiales y Métodos utilizados en la investigación*

Tabla 4. *Características Técnicas Impresora 3D*

Índice de Figuras

Figura 1. *Vehículo modelo Feroza*

Figura 2. *Manija marco interior, autoparte impresa en 3D (A.), autoparte original (B.)*

Figura 3. *Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, preguntas 4 y 5:*

Sabe usted ¿qué es una impresora 3D? y que se pueden imprimir accesorios automotrices.

Figura 4. *Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, pregunta 6:*

¿Imprimiría un repuesto automotriz en una impresora 3D?

Figura 5. *Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, pregunta 7:*

¿Cuál es el detalle más importante en el cual se fija en una impresión 3D?

Figura 6. *Encuesta a clientes de Automotriz Altamirano Navas, pregunta 9.*

¿Cuál opción tomaría para la compra de un accesorio para un vehículo?

Anexos