



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA
CARRERA DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL

**Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el
ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña
escala.**

Modalidad: Proyecto integrador

Trabajo de Titulación, proyecto integrador previo a la obtención del
Título de Ingeniero/a en Diseño Industrial, otorgado por la Universidad
Técnica de Ambato.

Autor/a: Jonathan David Velasco Ninacuri

Tutor/a: Ing. Ocaña Parra Sonia Verónica MSc

Ambato – Ecuador

Enero- 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala. del alumno Jonathan David Velasco Ninacuri, estudiante de la carrera de Diseño Industrial, considero que dicho Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Integrador ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

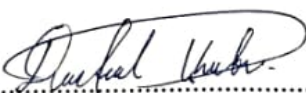
Ambato, enero del 2026


.....
Ing. Ocaña Parra Sonia Verónica MSc
C.C.: 063987074

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jonathan David Velasco Ninacuri con cédula de ciudadanía No 1805058086, declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, modalidad Integrador bajo el tema: **Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor/a de este trabajo de Titulación

Ambato, enero del 2026



.....

Jonathan David Velasco Ninacuri

C.C.: 1805058086

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Jonathan David Velasco Ninacuri con C.C.: 1805058086 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala**, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Trabajo de Titulación a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor/a.

Ambato, enero del 2026



Jonathan David Velasco Ninacuri

C.C.: 1805058086

AUTOR

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, Modalidad Integrador sobre el **Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala** de Jonathan David Velasco Ninacuri, estudiante de la carrera de Diseño Industrial, de la Facultad de de Diseño y Arquitectura de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Ambato, enero del 2026

Para constancia firman:

Título. Nombres y Apellidos

PRESIDENTE

C.C.:

Título. Nombres Apellidos

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

C.C.:

Título. Nombres Apellidos

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

C.C.:

DEDICATORIA

Dedicado a mi mamá por su esfuerzo diario y apoyo incondicional en todas las etapas de estudio de la carrera. A mi hermana por sus consejos prácticos, directos y siempre bien orientados que ayudaron a superar obstáculos. A mis sobrinos por el apoyo moral constante y la compañía alegre durante los días dedicados al estudio. A mis amigos por hacer que la carrera universitaria fuera más divertida mediante experiencias compartidas y por generar buenos recuerdos que aliviaron la rutina académica. Este logro refleja la contribución concreta de cada uno de ustedes en el resultado final y, por ello, es también de ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi tutora por su comprensión y por animarme a no rendirme en los momentos de mayor dificultad. A Carpintería Chicaiza por su apoyo en la obtención de datos y en la realización de las pruebas necesarias. Este logro refleja la contribución concreta de cada uno de ustedes en el resultado final y, por ello, es también de ustedes.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	3
DERECHOS DE AUTOR	4
TRIBUNAL DE GRADO	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE GENERAL.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE GRÁFICOS	13
RESUMEN EJECUTIVO	15
ABSTRACT.....	16
CAPITULO I.....	17
ANTECEDENTES GENERALES	17
1.1 TEMA	17
1.2. Planteamiento del problema.....	17
1.2.1. Contextualización.....	18
1.2.2. Árbol de problemas	20
1.2.3. Enunciado del problema.....	20
1.3. Justificación.....	22
1.4. Objetivos	23
1.4.1. Objetivo general	23
1.4.2. Objetivos específicos	23
1.5. Línea de investigación.....	24
CAPÍTULO II	25
MARCO REFERENCIAL	25
2.1. Categorías fundamentales	25
2.2. Red conceptual	25
2.3. Antecedentes de la investigación	26
2.4. Marco Teórico	39
2.4.1. Contexto de la carpintería	39
2.4.2. Definición de carpintería.....	39
2.4.3. Historia y evolución (global y en Ecuador)	39

2.4.4.	Importancia socioeconómica y regional.....	41
2.4.5.	Producción de puertas en Ecuador	41
2.4.6.	Materiales y sustratos para puertas	42
2.4.6.1.	Tipos de maderas macizas.....	42
2.4.6.2.	Tableros: MDF, HDF, contrachapado.....	45
2.4.6.3.	Compatibilidad con ruteo	46
2.5.	Procesos productivos en carpintería.....	46
2.5.1.	Recepción y especificaciones del producto.....	46
2.5.2.	Preparación y dimensionado de la madera.....	50
2.5.3.	Ensamblaje y estabilización	54
2.5.4.	Mecanizado y ruteo	54
2.5.5.	Acabados y estándares de calidad	59
2.6.	Guías de ruteo en carpintería.....	61
2.6.1.	Definición y función del Router.....	61
2.6.2.	Tipos de bases, guías y topes	61
2.7.	Fabricación de guías de ruteo.....	63
2.7.1.	Instalaciones y maquinaria.....	63
2.7.2.	Componentes y materiales	64
2.7.3.	Personal y competencias técnicas	64
2.8.	Normativa y seguridad en el taller de carpintería	67
2.8.1.	Normativa laboral y técnica aplicable.....	67
2.8.2.	Riesgos en procesos de ruteo y mecanizado	69
2.8.3.	Procedimientos de seguridad y controles mínimos.....	70
2.9.	Normativa aplicable a guías de ruteo	70
2.9.1.	Principios de seguridad de máquinas	70
2.10.	Fundamentos conceptuales.....	73
2.10.1.	Diseño industrial	73
2.10.2.	Diseño aplicado a carpintería	73
2.10.3.	Enfoques del diseño del producto	73
2.10.4.	Enfoque funcional – técnico	74
2.10.4.1.	Ergonomía de herramientas.....	74
2.10.4.2.	Materiales	76
2.10.4.3.	Mecanismos.....	76
2.10.4.4.	Enfoque formal - estético	78

2.10.4.5. Forma.....	79
2.10.4.6. Morfología.....	79
2.10.4.7. Cromática	79
CAPÍTULO III.....	80
ANÁLISIS CONTEXTUAL.....	80
3.1. Análisis externo.....	80
3.2. Análisis interno (FODA).....	83
CAPÍTULO IV.....	87
MARCO METODOLÓGICO	87
4.1. Método	87
4.2. Enfoque	88
4.1.2. Bibliográfica- documental.....	89
4.1.3. Experimental	90
4.1.4. Nivel de investigación.....	90
4.1.5. Descriptivo	90
4.1.6. Explicativo	91
4.1.7. Asociación de variables.....	91
4.2. Operacionalización de las variables	92
4.3. Diseño	94
4.3.1. Población y Muestra (este redáctalo mejor y que no redunde creo)	94
4.3.2. Tipo de Muestra	94
4.3.3. Tamaño de la Muestra.....	94
4.4. Técnicas de recolección de datos	95
4.5. Matriz síntesis diseño metodológico.....	96
4.6. Análisis y discusión de resultados	97
4.7. Analisis de encuestas a operariso y maestros.....	106
5. CAPÍTULO V - PROPUESTA.....	121
5.1. Metodología proyectual (Descripción).....	121
5.2. Aplicación metodológica de la propuesta	121
5.3. Descripción de la propuesta.....	122
5.4. Requerimientos.....	123
5.5. Desarrollo de la propuesta	133
ANEXOS	143
Bibliografía	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Bosch RA1054	26
Tabla 2	A profound evaluation	27
Tabla 3	Experimental Study of Working	28
Tabla 4	Design and fabrication of a CNC	29
Tabla 5	A fram work for seamless integration.....	30
Tabla 6	A comprehensive investigation.....	31
Tabla 7	Application of CNC machine router	33
Tabla 8	Design and Fabrication of a CNC Router	34
Tabla 9	Implementation 3-Axis CNC Router	35
Tabla 10	Implementation 3-Axis CNC Router	37
Tabla 11	Tipos de madera dura	43
Tabla 12	Tipos de madera blanda	44
Tabla 13	Tipos de tableros	45
Tabla 14	Tabla de documentación	47
Tabla 15	Tabla de la descripción del proceso de recepción y especificaciones del producto.....	48
Tabla 16	Tabla de documentación	52
Tabla 17	Descripción del proceso de preparación de madera.....	52
Tabla 18	Documentación	57
Tabla 19	Implementación 3-Axis CNC Router for Small Scale Industry.....	57
Tabla 20	Tipo de acabados.....	59
Tabla 21	Implementation 3-Axis CNC Router for Small Scale Industry	62
Tabla 22	Personal y competencias técnicas	65
Tabla 23	Normativa.....	67
Tabla 24	Normas	70
Tabla 25	Clasificación.....	74
Tabla 26	Mecanismos	77
Tabla 27	Análisis PESTEL	80
Tabla 28	FODA.....	83
Tabla 29	Tipo de ecuaciones.....	89
Tabla 30	Variable independiente	92
Tabla 31	Variable dependiente.....	92
Tabla 32	Técnicas de estudio	95
Tabla 33	Entrevista propietario carpintería Chicaiza y experto.....	97
Tabla 34	Entrevista a maestro en carpintería y operario ayudante de carpintería ..	101
Tabla 35	Matriz Técnica propuesta 1	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 36	Matriz Estética propuesta 1	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 37	Matriz Técnica propuestas 2	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 38	Matriz Estética propuesta 2.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 39	Matriz Técnica	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 40	Matriz Estética	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 41	Análisis de fuerza.....	137
Tabla 42	Comparativa de factor de complejidad	139

Tabla 43	Cuestionario	150
Tabla 44	Puntaje de usabilidad	151
Tabla 45	escalas	152

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Diagrama de variables	25
Figura 2 Red conceptual variable Independiente	25
Figura 3 Red conceptual variable Dependiente	26
Figura 4 Línea de tiempo de la carpintería.....	40
Figura 5	47
Figura 6	51
Figura 7 Diagrama de ruteo y mecanizado	56
Figura 8 Cargo o rol dentro del taller.....	96
Figura 9 Cargo o rol dentro del taller.....	106
Figura 10 Con qué frecuencia realiza tareas de ruteo en puertas	106
Figura 11 En su trabajo prefiere la guía original de router u otras guías	107
Figura 12 Además de la guía de router, el uso de otras guías o platillas es su trabajo	108
Figura 13 Comparando la guía del router con otras guías	108
Figura 14 Al trabajar con el router, el nivel de apoyo que necesita es	109
Figura 15 Guiar el recorrido sin desviarse le resulta.....	110
Figura 16 Guía el recorrido sin desviarse le resulta.....	110
Figura 17 Ajustar o controlar la precisión del ruteo	111
Figura 18 La frecuencia con que encuentra errores	111
Figura 19 Repetir un diseño o figura nueva	112
Figura 20 Ante un error de ruteo.....	112
Figura 21 Importancia de una nueva guía de ruteo	113
Figura 22 Triangulación de resultados.....	114
Figura 23 Fijación de guías para rutear.....	115
Figura 24 Fijación de guías para rutear.....	116
Figura 25 Ajuste y ejecución del ruteo	117
Figura 26 Ajuste del ruter	118
Figura 27 Ejecución del ruteo	118
Figura 28 Repetición del ruteo y revisión del resultado final	119
Figura 29 Repetición del ruteo.....	120
Figura 30 Repetición del ruteo y revisión del resultado final	120
Figura 31 Metodología design thinking y herramientas aplicadas en cada etapa. ...	122
Figura 32 Journeymap.....	123
Figura 33 Mapa de empatía.....	124
Figura 34 Perfil de usuario.....	125
Figura 35 Moodboard.....	126
Figura 36 Análisis tipológico	127
Figura 37 Brief de Diseño	127
Figura 38 Lluvia de bocetos.....	129
Figura 39 Máster guide	130
Figura 40 Secure line	130
Figura 41 Firmus1	131
Figura 42 Prototipo Digital	132
Figura 43 Prototipo de baja fidelidad.....	132
Figura 44 Prototipo final construcción.....	133

Figura 45 Producto final.....	133
Figura 47 Firmus 1	134
Figura 48 Planos técnicos	135
Figura 49 Validación Digital.....	136
Figura 50 Escala de Usabilidad.....	141

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo principal diseñar una guía de ruteado ajustable con el propósito de optimizar el proceso de elaboración de puertas en una carpintería a pequeña escala en la provincia de Tungurahua en el cantón Píllaro en el barrio Pobres Millonarios. La problemática identificada se centró en la baja exactitud o precisión de las guías de ruteado a través de métodos tradicionales. La metodología que se aplicó dentro del estudio fue mediante un método analítico sintético e inductivo, la misma integró un enfoque mixto. La modalidad tuvo una revisión bibliográfica-documental y se complementó con el trabajo de campo, de la misma manera, el diseño utilizado fue el descriptivo, explicativo y asociación de variables. La muestra final se definió con un taller el cual estaba conformado por un propietario y dos operadores. Los instrumentos que se utilizaron para la correcta recolección de información fueron una entrevista semiestructurada, una encuesta dirigida a los operarios y la observación directa de la problemática. Los resultados demostraron que la implementación del prototipo de guía ajustable resultó ser óptima, debido a que se mejoraron los tiempos de elaboración y se disminuyeron los errores operativos que se evidenciaron con los métodos o herramientas tradicionales. Esto demuestra que la propuesta es altamente favorable para las exigencias de los trabajadores en base al proceso de elaboración de puertas de madera.

Palabras claves: GUÍA OPERATIVA, RUTEADO, HERRAMIENTAS ESTANDARIZADAS.

ABSTRACT

The main objective of this research was to design an adjustable routing guide to optimize the door manufacturing process in a small-scale carpentry workshop in the Pobres Millonarios neighborhood of the Pillaro canton in the province of Tungurahua. The identified problem centered on the low accuracy or precision of routing guides using traditional methods. The methodology applied in the study was an analytical-synthetic-inductive approach, incorporating a mixed-methods design. The research included a literature review and was complemented by fieldwork. The design employed was descriptive, explanatory, and focused on the association of variables. The final sample consisted of a workshop comprised of one owner and two operators. The instruments used for data collection were a semi-structured interview, a survey administered to the operators, and direct observation of the problem. The results demonstrated that the implementation of the adjustable guide prototype proved optimal, as it improved manufacturing times and reduced operational errors compared to traditional methods and tools. This shows that the proposal is highly beneficial for meeting the demands of workers in the wooden door manufacturing process.

Keywords: OPERATIONAL GUIDE, ROUTING, STANDARDIZED TOOLS.

CAPITULO I

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 TEMA

Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.

1.2. Planteamiento del problema

En la provincia de Tungurahua, los talleres de carpintería de pequeña escala suelen trabajar de manera artesanal y con recursos limitados, produciendo muebles y piezas de madera, habitualmente suelen apoyarse en herramientas manuales, lo que implica un proceso mucho más tardado. El proceso inicia con la selección de la madera, seguido del corte, el cepillado y el ensamble básico de las piezas; se incluyen los acabados como lijado y barnizado para dar resistencia al producto final. Referente al proceso de ruteado de puertas constituye una de las actividades más recurrentes y demandantes en términos de precisión, acabado estético y aprovechamiento del tiempo productivo. Sin embargo, se ha identificado que la mayoría de estos talleres operan con herramientas básicas y guías de ruteado artesanales o de bajo nivel técnico, lo que genera dificultades en la estandarización de cortes, variaciones en la calidad del producto final, alto consumo de tiempo operativo y un mayor nivel de desperdicio de material (Toloza Zambrano et al., 2022).

Para Vásquez et al., (2024) la problemática se agudiza, en la ausencia de guías operativas ajustables y adaptadas a las necesidades específicas de los talleres pequeños provoca que los carpinteros dependan en exceso de la habilidad manual y la experiencia empírica, lo cual introduce un margen de error significativo y limita la productividad. Como consecuencia, los acabados de las puertas presentan irregularidades en medidas y detalles decorativos, reduciendo la posibilidad de competir con productos elaborados bajo procesos más tecnificados.

A esta situación se suma que muchos de los talleres de carpintería carecen de procesos sistematizados de trabajo y herramientas ergonómicas, lo que no solo afecta la calidad del producto final, sino también las condiciones de seguridad y la optimización de los

recursos. En mercados cada vez más exigentes, donde se valora la precisión, la estandarización y la capacidad de entrega oportuna, estas limitaciones reducen la competitividad de los pequeños productores (García Santamaría et al., 2024).

De este modo, Timana y Chilon (2020) destacan la necesidad de rediseñar una guía operativa ajustable para el ruteado de puertas, que permita a los talleres de pequeña escala mejorar la precisión de sus trabajos, reducir tiempos de operación, minimizar desperdicios y garantizar uniformidad en la producción. El desarrollo de una herramienta de este tipo no solo responde a una carencia técnica, sino que se constituye en una estrategia para profesionalizar las prácticas de carpintería, fortalecer la sostenibilidad de los pequeños talleres y abrir oportunidades en mercados locales y regionales.

1.2.1. Contextualización

A nivel mundial los talleres de carpintería de pequeña escala enfrentan desafíos significativos en términos de precisión y eficiencia en sus procesos productivos. La falta de herramientas especializadas y la dependencia de métodos tradicionales pueden limitar la calidad y competitividad de sus productos. Bajo la perspectiva de Abdullah y Refat (2025), explora cómo el diseño de plantillas (fixtures) contribuye a mejorar la repetibilidad, alineación y eficiencia en operaciones de fresado, moldeo y perforación. Los autores mencionan que el uso adecuado de estas herramientas permite reducir la vibración, asegurar la fijación estable de las piezas de trabajo y disminuir significativamente los rechazos por errores de medición o fijación incorrecta.

En América Latina, la carpintería es una actividad artesanal realizada en pequeños talleres familiares, donde los procesos de producción suelen ser manuales y carecen de planificación estratégica. Bajo el estudio por Toloza Zambrano et al., (2022) destaca en su investigación sobre el taller Renovarte en Floridablanca, Santander, se identificaron falencias operativas que generaban pérdidas de material, retrasos en la instalación y demoras en la entrega de productos a los clientes. El estudio propone la implementación de metodologías de manufactura como Lean Manufacturing y 5S para estandarizar los procesos, optimizar el flujo de trabajo y mejorar la gestión de órdenes de producción, lo que se traduce en una mayor eficiencia y competitividad de los talleres de carpintería de pequeña escala en la región.

En el plano local, Tungurahua, específicamente en la parroquia de Huambaló la cual es una localidad reconocida por su tradición en la fabricación de muebles finos, una actividad que ha sido fundamental tanto para la identidad cultural como para la economía local. De los 15.000 habitantes de la parroquia, aproximadamente 9.000 están vinculados al proceso de elaboración de muebles. En la investigación realizada por Illescas (2024), resalta que el sector enfrenta desafíos significativos donde la nueva generación muestra poco interés en continuar con el oficio, lo que pone en riesgo la continuidad de esta tradición artesanal.

Uno de los puntos más relevantes es la falta de adopción de tecnologías modernas en los procesos de producción. Esto limita la capacidad de los talleres para mejorar la eficiencia y la calidad de sus productos. Actualmente, existen alrededor de 180 talleres en la parroquia que utilizan maderas como canelo y cedro para crear muebles tallados a mano. A pesar de la riqueza cultural y económica que representa esta actividad, la falta de interés de los jóvenes y la ausencia de estrategias para revitalizar el sector son preocupaciones centrales.

En síntesis, el análisis exhaustivo a nivel mundial, regional y local, evidencian que la carpintería se refleja como un oficio con historia en la manufactura artesanal, pero con un problema global en la adopción de tecnología en sus procesos. En España un estudio de la Fundación Friedrich Ebert (2023), investigó el impacto de las tecnologías digitales en los trabajadores de los sectores de la construcción y la carpintería.

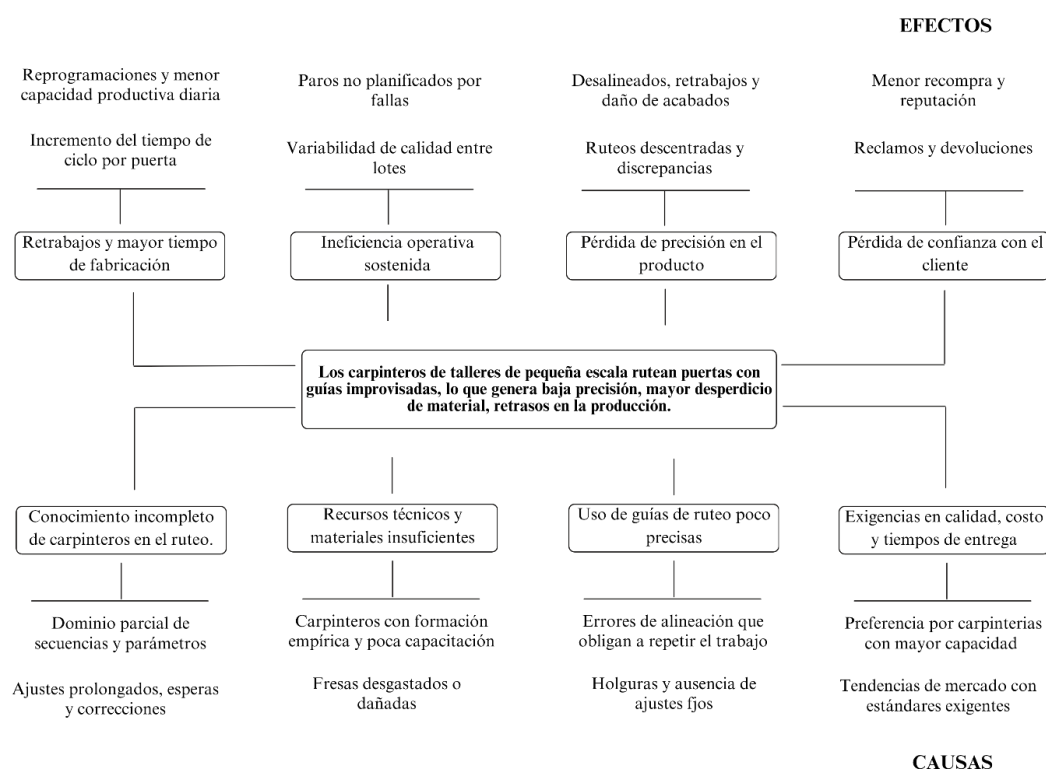
Se observó que la digitalización puede hacer que el sector sea más atractivo, especialmente al incorporar tecnologías verdes, y puede ayudar a garantizar una remuneración justa. Sin embargo, a nivel regional muchas empresas pequeñas aún operan con métodos tradicionales que disminuyen la eficiencia y la competitividad. A través de un estudio realizado por Montenegro (2015), destaca que la implementación de tecnologías como el torno copiado semiautomático en el sector artesanal de la madera, se destaca cómo una innovación que puede integrarse en los procesos tradicionales para mejorar la eficiencia y calidad de la producción.

Este tipo de iniciativas contribuye a la modernización del sector regionales y locales dentro de América latina y Ecuador, permitiendo a los artesanos competir en mercados más amplios y adaptarse a las demandas contemporáneas de precisión y uniformidad

en la fabricación de productos de madera. Al mismo tiempo, estos hallazgos pueden beneficiar al ruteado de puertas, se puede inferir que el rediseño de una guía operativa ajustable permitirá a los talleres mejorar la precisión en los cortes, estandarizar los acabados y reducir el desperdicio de madera, contribuyendo así a una producción más eficiente y competitiva.

1.2.2. Árbol de problemas

Figura 1. Árbol de problemas



Fuente. Elaboración propia.

1.2.3. Enunciado del problema

En las carpinterías a pequeña escala, una de las principales limitaciones es la falta de capacitación técnica en el uso adecuado del ruteador, lo cual genera un desconocimiento o poca experiencia en los procesos de tallado y perfilado de la madera al momento de entregar el producto final. Esto provoca errores frecuentes durante la producción, esto puede obligan a realizar de nuevo la fabricación de estas piezas, incrementando el tiempo de elaboración y por ende, disminuyendo la productividad de los empleados. Asimismo, la carencia de guías ajustables y de sistemas de precisión adecuados limita la calidad de los acabados, ocasionando desperdicio de la materia

prima y aumentando los costos de producción, lo que genera pérdidas notables (Cruz Azorsa, 2021).

Además, la ausencia de guías ajustables dentro de los talleres de pequeña escala, representan limitaciones desfavorables en el proceso de ruteado, donde este tipo de herramientas permite asegurar la estabilidad de la pieza y mantener la trayectoria de corte de manera más uniforme, lo cual evita errores al momento de la ejecución de estas maquinarias. En contraste, sin el uso de estas, el artesano solo depende de su destreza manual lo que aumenta la probabilidad de generar bordes irregulares o poco delineados. Esto provoca errores más frecuentes durante la fabricación y no solo afectan la estética del producto sino también su funcionalidad al momento de reemplazar la materia prima, lo que ocasiona un aumento significativo en el costo de producción (Aliaga Prado y Chuquimango Mendoza, 2021).

Para Mamani (2025), menciona que dentro de las carpinterías de pequeña escala el uso de herramientas manuales o desactualizadas limita significativamente la precisión necesaria en procesos como el ruteado. Esto se debe a que la maquinaria antigua carece de sistemas de regulación milimétrica y presentan vibraciones o desgastes que afectan a la estética del producto final. En contraste, los acabados resultan ser poco uniformes, con bordes más irregulares e inconsistentes, lo cual disminuye tanto el valor como la funcionalidad de los productos fabricados.

La falta de habilidad manual dentro del proceso de ruteado, la cual es más común en talleres de pequeña escala, provoca grandes desafíos en los resultados finales, al momento de no contar con sistemas de control más actualizado que aseguren cortes de calidad, usualmente el trabajo recae en la experiencia y destreza del artesano. Esto puede provocar consecuencias significativas en los productos fabricados, donde presentan mayor inconsistencia y afecta netamente en su ensamble, lo que reduce su valor dentro del mercado y comprometen la satisfacción del cliente obteniendo menos compra de productos y dañando la reputación de taller (Albino Cuello et al., 2019).

Una de las demandas más comunes dentro de los talleres de carpintería de pequeña escala, es la fuerte deficiencia en el control de tiempos durante el proceso de ruteado, lo cual provoca grandes limitaciones en los resultados al instante de finalizar los productos a entregar. La ausencia de métodos o herramientas más actualizadas que

servirán netamente a planificar y medir la duración de cada operación estimula retrasos constantes en la producción y el acabado final. Esto trae como consecuencia, una baja productividad, incrementan los costos por hora de trabajo invertida y disminuye la competitividad hacia empresas o talleres que si ejecutan estas metodologías para mejorar la producción de los acabados (Pelez Castillo , 2009).

La falta de innovación tecnológica dentro de los talleres de carpintería a pequeña escala se infiere como uno de los factores más determinante para establecer una competitividad y demandas dentro del mercado actual. Esta carencia en la adquisición o adoptar diversas metodologías o herramientas innovadoras limita significativamente la capacidad del taller para diversificar diseños, optimizar la materia prima y reducir los tiempos en la entrega del producto final. Como consecuencia, los productos ofrecidos tienden a ser menos competitivos en términos de calidad y precio con el resto que implementa estas estrategias, lo que reduce el crecimiento y expiación del taller a futuros trabajos a gran escala (Huaman Jalisto, 2024).

1.3. Justificación

Bajo diversos estudios se puede evidenciar que la industria de muebles en el Ecuador está compuesta por un gran número de talleres de pequeña escala. Según FLACSO (2011), la cual se denomina a como una componente que constituye el segmento más importante de la industria maderera secundaria de en el país, incluyendo talleres y fábricas de dimensiones más bien pequeñas. Esto indica que un gran número de carpinterías operan bajo condiciones modestas en cuanto a recursos técnicos y tecnológicos.

A nivel nacional, las cooperaciones a pequeña escala enfrentan retos relacionados con la modernización, la competitividad y la eficiencia operativa, lo cual genera una demanda creciente de soluciones que mejoren procesos como el ruteado y el acabado de sus productos. Dentro de esta contextualización, los artesanos requieren de herramientas, mecanismos y métodos más modernos, que les permitan reducir tiempos de fabricación, errores, costo y desperdicios de su trabajo, para mantenerse operativos y competitivos frente a manufacturas industrializadas.

En la provincia de Tungurahua, el sector industrial manufacturero juega un papel significativo: de acuerdo INEC (2019), el Directorio de Empresas y Establecimiento menciona que existen alrededor de (5.475) empresas de manufacturero en Tungurahua.

Esto infiere que dentro de la zona hay un porcentaje donde estas empresas sean talleres de carpintería de modesta escala. El sector de la carpintería artesanal dentro de la provincia, particularmente en el cantón Píllaro, constituye una de las actividades productivas más representativas en términos de generación de empleo y preservación de tradiciones locales. Sin embargo, los talleres de pequeña escala enfrentan limitaciones significativas en sus procesos de producción, especialmente en el ruteado de puertas, debido al uso de herramientas poco eficientes. Estas deficiencias repercuten directamente en la calidad del producto final, ocasionando defectos en acabados, pérdida de material y retrasos en la entrega de pedidos, lo cual reduce la competitividad de los talleres frente a empresas tecnificadas.

Bajo este criterio, la Cooperación Financiera Nacional (2018), destaca las estadísticas sectoriales del país, donde se evidencia que la industria de muebles ha sufrido variaciones significativas en sus ingresos económicos: el sector de muebles registró reducciones del (14 % en 2015) y (23 % en 2016) respecto a periodos anteriores, destacando limitaciones económicas orientadas a los mercados más eficientes. Esto evidencia significativamente la vulnerabilidad y la reducción de ingresos, en base a la necesidad los de los talleres de carpintería de pequeña o mediana escala, donde estos requieren de una reestructuración dentro de su infraestructura, herramientas y guías estratégicas que beneficien a su productividad y por ende, logren sobrevivir en un mercado competido. De la misma manera, se entiende que si los talleres de carpintería con recursos escasos logran mejorar sus procesos internos, podrían recuperar competitividad, reducir pérdidas y responder mejor a la demanda de los clientes.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Rediseñar una guía de ruteado ajustable que optimice el proceso de fabricación de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala, incrementando la precisión y la eficiencia operativa

1.4.2. Objetivos específicos

- Revisar y documentar los métodos, herramientas y guías empleadas en el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.
- Analizar las limitaciones técnicas, operativas y de precisión de las guías de ruteado actualmente utilizadas.

- Diseñar un prototipo ajustable de guía de ruteado que optimice la precisión en contextos de producción artesanal o de pequeña escala.
- Validar el prototipo mediante simulaciones en software y pruebas de usabilidad, evaluando su complejidad y desempeño funcional.

1.5. Línea de investigación

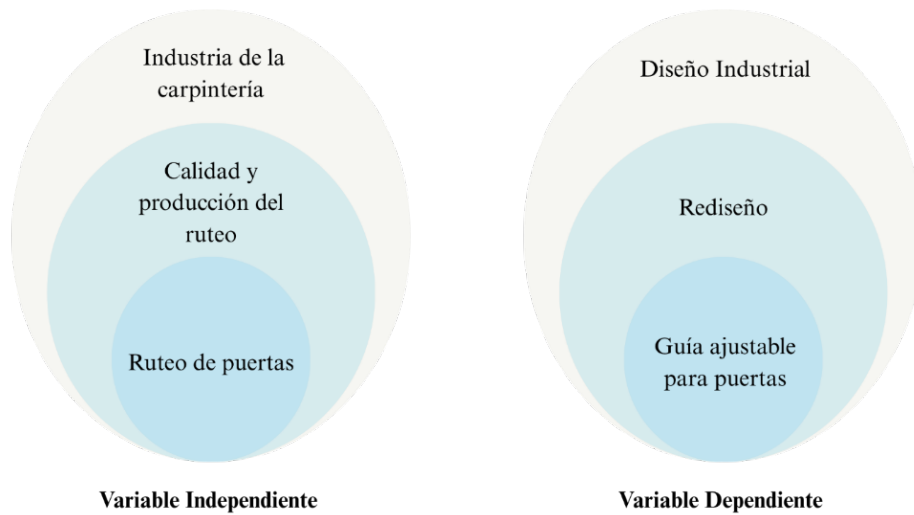
El presente trabajo se enmarca en la línea de investigación “Diseño, Materiales, Producción, Identidad, Sostenibilidad y Tecnologías aplicadas”, perteneciente al dominio institucional “Optimización de los sistemas productivos, técnico-tecnológicos y desarrollo urbanístico” de la Universidad Técnica de Ambato. Esta línea impulsa la generación de propuestas orientadas a la innovación, eficiencia y pertinencia social en los procesos productivos, integrando criterios de diseño industrial, selección de materiales y aplicación tecnológica. En este contexto, la investigación se orienta al rediseño de una guía operativa ajustable para el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala, aportando a la mejora de la precisión, la optimización de los recursos y el fortalecimiento de la producción artesanal mediante soluciones técnicas accesibles y sostenibles.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Categorías fundamentales

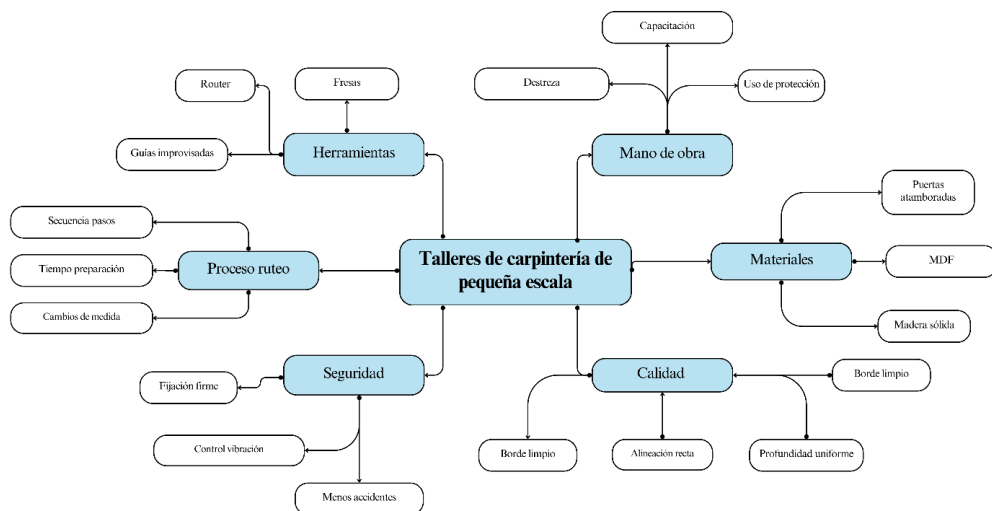
Figura 2. Diagrama de variables



Fuente. Elaboración propia.

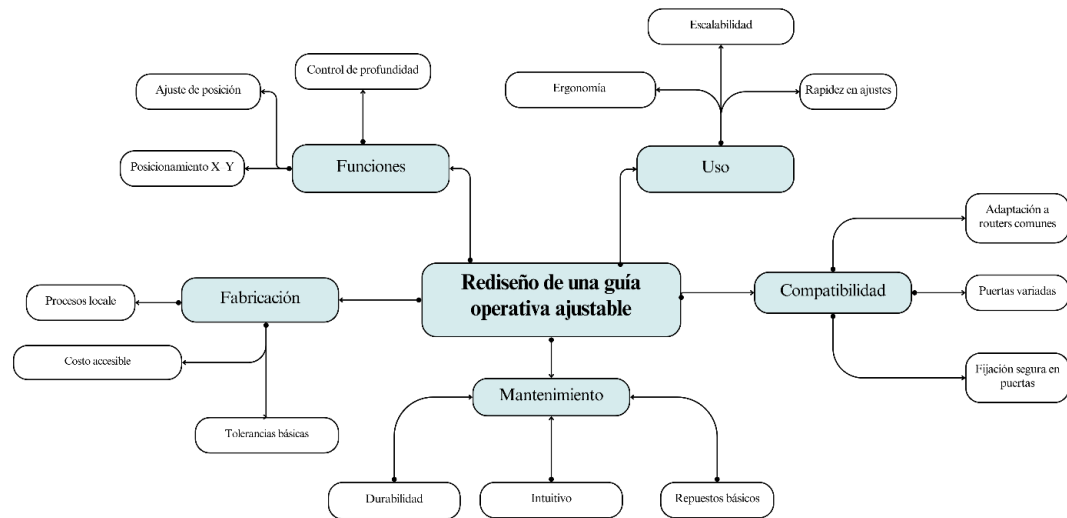
2.2. Red conceptual

Figura 3. Red conceptual variable Independiente



Fuente. Elaboración propia.

Figura 4. Red conceptual variable Dependiente



Fuente. Elaboración propia.

2.3. Antecedentes de la investigación

Tabla 1

Bosch RA1054

Nombre	Bosch RA1054 – Deluxe Router Guide (guía paralela con extracción de polvo)
Tipo	Guía paralela ajustable (edge guide) para ruteadoras Bosch.
Descripción	Mecanismo con macroajuste fino del, compatible con varias series Bosch; incorpora capucha de extracción de polvo con adaptadores de manguera.
Características	• Ajuste fino del fence y topes paralelos • Capucha para polvo (35 mm y adaptadores 1-1/4" y 1-1/2") • Montaje rígido en base; guía de bordes rectos y curvos.
Implementación	<i>Montaje en la implementación de (puertas):</i> ruteado paralelo al canto con (p. ej., rebajes longitudinales para placas frontales de cerradura/faceplate) con control de deriva lateral.

Uso	Beneficia a la preparación de ranuras en puertas; con el proposito de tener una mejor visibilidad y limpieza al instante de la extracción.
------------	--

RA1054

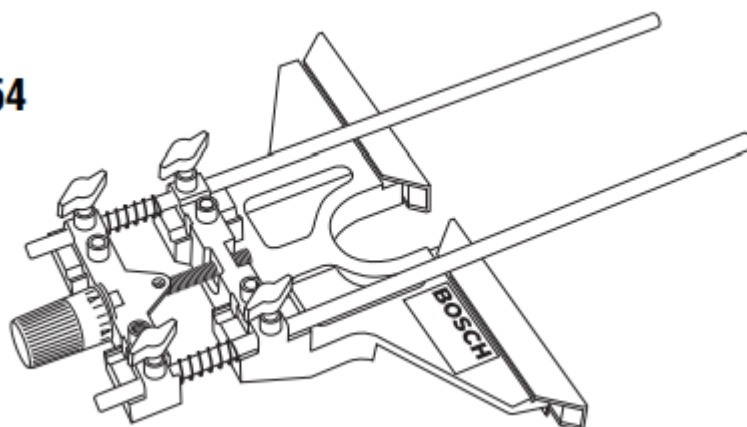
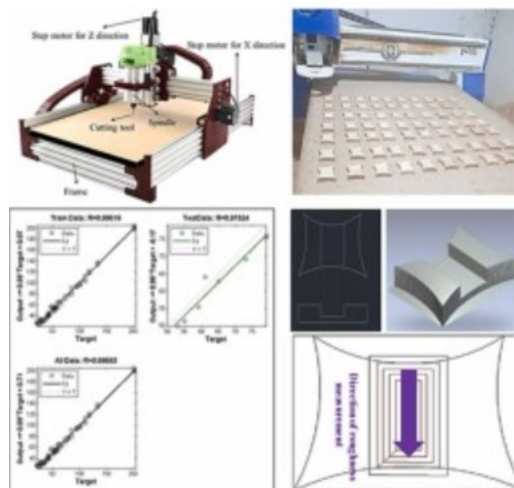


Tabla 2
A profound evaluation

Nombre	A profound evaluation of different strategies to improve surface quality of wooden products (2024)
Tipo	Estudio experimental / de mejora de proceso
Descripción	Se presentas diversas estrategias de mecanizado/ruteado para mejorar la calidad de los productos de carpintería. Las cuales pueden incluir herramientas, técnicas de lijado, post acabado.
Características	• Enfoque riguroso y acabado • Evalúa el procedimiento de la máquina o herramienta y como está impacta en el acabado final de los productos.
Implementación	<i>Implementación impecable:</i> La guía ajustable contribuye a eliminar posibles defectos al estabilizar el router, reducir vibraciones y mantener un paso uniforme en el producto final.

Uso	Actua como una estrategia significativa para evaluar los resultados en los acabados de las puertas ruteadas con guia ajustable, en contraste a una sin guia.
------------	--



Nota: Datos adaptados de (Yaghoubi y Rabiei, 2025).

Tabla 3
Experimental Study of Working

Nombre	Experimental Study of Working and Process Parameters of a Wood Router Machine
Tipo	Estudio experimental con router
Descripción	Estudia los procedimientos del trabajo del router de madera y de cómo estos afectan la calidad de corte y precisión para el acabado final: velocidad de avance, profundidad de corte y tipo de fresa.
Características	- Datos sobre los procedimientos y parámetros sobre los resultados obtenidos. - Foco en router mismo
Implementación	<i>Implementación impecable:</i> se puede usar para definir parámetros exactos para el corte, que benéfica en la velocidad y acabado en puertas de madera.

Uso	Se determina como un prototipo de prueba para guía ajustable; comparar qué tan bien mantiene las condiciones de corte frente a guía convencional.
------------	---



Nota: datos adoptados de (Rathod y Kamble, 2022)

Tabla 4

Design and fabrication of a CNC

Nombre	Design and fabrication of a CNC router machine for wood engraving
Tipo	Estudio de diseño y desarrollo de maquina CNC para ruteado.
Descripción	El estudio constituye en la edificación y validación de una máquina de ruteado CNC para acabados de madera. Destacan componentes mecánicos, control electrónico y software, con pruebas de grabado para verificar desempeño en términos de precisión y calidad.
Características	• Integra el diseño mecánico de la estructura y el sistema de guía lineal para precisión. • Menciona la electrónica de control de drivers, motores y el software de interfaz. • Demostración que muestran mejor repetibilidad y calidad frente al trabajo manual.
Implementación	Refiere que, aunque es un sistema CNC, puede acoplarse al trabajo manual: la importancia de la rigidez estructural, la alineación precisa y el control estable de la herramienta son

	principios que también fundamentan el rediseño de una guía operativa ajustable en la ejecución de puertas.
Uso	Respalda la idea de que la precisión en el ruteado de madera depende tanto del control de parámetros como de la estabilidad de la herramienta y su guiado.

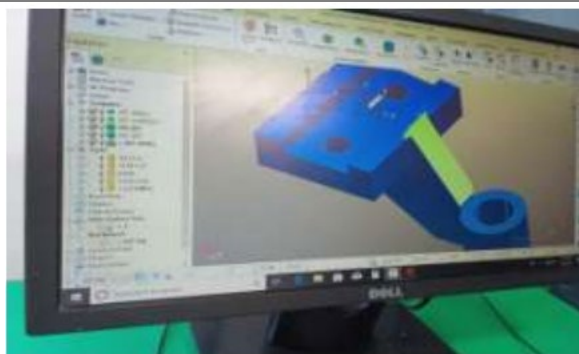


Nota: datos adoptados de (Bangse y Wibolo, 2020).

Tabla 5
A fram work for seamless integration

Nombre	A framework for seamless integration of design and manufacturing using CNC
Tipo	Estudio conceptual y metodológico sobre la integración de CAD-CAM-CNC
Descripción	El estudio propone un marco de trabajo que permita la integración fluida entre el diseño asistido por computadora (CAD) y la manufactura asistida por computadora (CAM), aplicada al control de máquinas CNC. Su propósito es reducir la brecha entre el diseño digital y la ejecución física, mejorando tiempos de producción y disminuyendo errores de manufactura.
Características	• Presenta un proceso digital integrado desde el diseño hasta la operación CNC.

	• Busca eliminar duplicidad de pasos y minimizar errores de interpretación entre fases de diseño y producción. • Enfatiza la importancia de la precisión en la traducción de datos CAD al movimiento físico del router.
Implementación	Aunque el enfoque principal es en entornos CNC, el principio de integración fluida entre diseño y ejecución puede trasladarse al uso de guías operativas ajustables en carpintería manual: contar con sistemas que traduzcan medidas de diseño a cortes exactos en puertas, reduciendo la variabilidad de la operación manual.
Uso	Este artículo refuerza la necesidad de precisión y repetibilidad en los procesos de carpintería. Tu propuesta de rediseñar una guía ajustable para routers manuales puede verse como una forma de “democratizar” las ventajas del CNC en talleres pequeños, ofreciendo más exactitud y menos errores sin depender de costosos sistemas CAD–CAM.

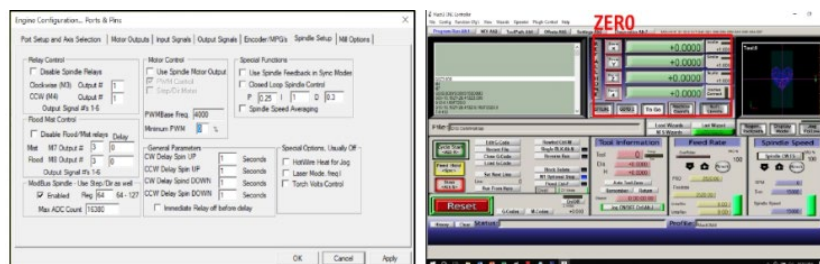


Nota: Datos obtenidos por (Dowluru et al., 2022).

Tabla 6
A comprehensive investigation

Nombre	A comprehensive investigation on the influences of optimal CNC wood machining.
---------------	--

Tipo	Estudio experimental en mecanizado CNC de madera.
Descripción	El estudio analiza cómo los parámetros de corte en CNC routers (profundidad de pasada, velocidad de avance, rpm del husillo, geometría de la herramienta y tipo de madera) influyen directamente en la rugosidad superficial y en la calidad final del mecanizado. Se comparan diferentes configuraciones y se presentan resultados cuantitativos sobre defectos y calidad de acabado.
Características	• Evalúa profundidad de corte, velocidad de avance y tipo de fresa como factores clave. • Incluye diferentes especies de madera y su comportamiento frente a variaciones de parámetros. • Concluye que un control óptimo de condiciones reduce defectos visibles y rugosidad.
Implementación	Los hallazgos permiten extrapolar que, en el trabajo manual con router portátil, una guía operativa ajustable puede ayudar a mantener condiciones de corte estables y repetibles, simulando en pequeña escala el control de procesos que se logra en CNC.
Uso	Este artículo sirve como respaldo teórico para justificar que tu rediseño de guía ajustable contribuye no solo a la precisión dimensional, sino también a una mejor calidad superficial en mortajas y rebajes de puertas, al minimizar variaciones en la trayectoria del corte.



Nota: datos sustraídos por (Sugiharto, et al., 2021).

Tabla 7
Application of CNC machine router

Nombre	Application of CNC machine router 3-Axis for making of Engravired granite or marble.
Tipo	Estudio experimental / comparativo sobre parámetros de corte para material pétreo (granito y mármol) usando router CNC de 3 ejes.
Descripción	El estudio tiene como objetivo determinar la configuración óptima de parámetros de mecanizado con router CNC de 3 ejes para grabado o ruteado en piedra (granito y mármol). Se analiza cómo factores como velocidad de avance, profundidad de corte, tipo de fresa y otros influyen en la rugosidad superficial y calidad del grabado.
Características	• Establece parámetros de corte óptimos para minimizar defectos superficiales en materiales pétreos, que son más duros y requieren mayor control de herramienta. • Incluye datos empíricos sobre rugosidad superficial como función de velocidad de avance y profundidad de corte. • Considera la dureza del material (granito vs mármol) como variable que afecta la estabilidad del grabado.
Implementación	Aunque se centra en un el material (piedra) es distinto al de madera, el principio de controlar parámetros de mecanizado para mejorar acabado superficial y reducir defectos aplica también para madera, especialmente madera dura o compuestos. El uso de una guía o sistema de soporte (o guía ajustable) ayuda a mantener condiciones constantes de corte, lo cual mejora la rugosidad y disminuye errores.
Uso	Este artículo respalda la idea de reforzar la parte donde explicas por qué necesitas que tu guía operativa ajustable

controle bien la trayectoria, profundidad, velocidad, etc., para obtener buenos acabados.

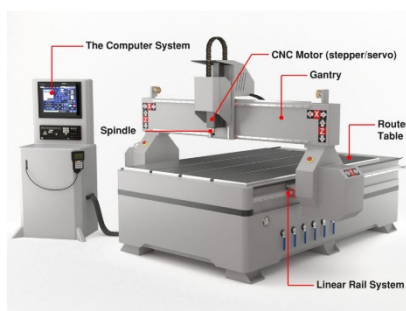


Nota: información sustraída de (Suharto et al., 2019).

Tabla 8
Design and Fabrication of a CNC Router

Nombre	Design and Fabrication of a CNC Router Machine.
Tipo	Tesis de maestría en Ingeniería Mecánica / Manufactura.
Descripción	Este trabajo presenta el diseño, construcción y evaluación de una máquina de ruteado CNC de bajo costo, enfocada en aplicaciones de corte y grabado en madera y otros materiales blandos. El proyecto combina diseño mecánico, selección de componentes electrónicos (drivers, motores paso a paso, controladores) y software CAM.
Características	• Descripción completa del diseño mecánico (estructura, guías lineales, husillos, mesa de trabajo). • Implementación de un sistema de control electrónico con drivers y motores paso a paso. • Validación experimental mediante pruebas de grabado/corte en madera, evaluando precisión y estabilidad. • Enfoque en bajo costo y accesibilidad, para talleres pequeños o educativos.
Implementación	Aunque se centra en CNC, el principio de asegurar rigidez estructural, precisión de movimiento y repetibilidad puede

	extrapolarse al diseño de una guía operativa ajustable para routers manuales en carpintería de puertas. Al igual que en CNC, la calidad final depende de que la herramienta esté bien guiada y se reduzca la variabilidad del operario.
Uso	Se denomina como componente de soluciones de bajo costo que acerquen la precisión del CNC a talleres pequeños. Apoyar la idea de que un router manual con guía ajustable puede replicar algunos beneficios del CNC (precisión, repetibilidad, reducción de defectos).

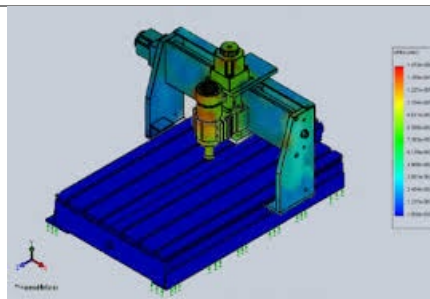


Nota: datos obtenidos de (Mohammad y Mohammad , 2012).

Tabla 9
Implementation 3-Axis CNC Router

Nombre	Implementation 3-Axis CNC Router for Small Scale Industry
Tipo	Estudio de diseño y validación de router CNC de 3 ejes para industria a pequeña escala.
Descripción	El estudio presenta el diseño mecánico, electrónico y de control de una máquina de ruteado CNC de 3 ejes, de bajo costo, pensada para pymes manufactureras. Se detalla la integración de hardware (Arduino, drivers A4988, motores paso a paso NEMA 17, spindle de 500 W) y software (CAD/CAM → G-code → Universal G-code Sender). Se

	realizaron pruebas de corte, grabado y marcado sobre madera y otros materiales.
Características	• Precisión experimental: 98,5 % de exactitud en trazado y 100 % en profundidad de corte. • Área de trabajo: 20 × 20 cm, adecuada para piezas pequeñas. • Funciones: cutting, engraving, marking en madera y plásticos. • Arquitectura económica y accesible para talleres de baja inversión.
Implementación	Aunque la investigación está orientada a CNC, muestra que la precisión depende del control de movimiento y la estabilidad de la herramienta. Estos principios se pueden extrapolar a una guía operativa ajustable para router manual, que también busca minimizar errores en cortes lineales o mortajas en puertas de madera.
Uso	Sirve como fundamento técnico para argumentar que sistemas de guiado estables (ya sea CNC o manuales con guías ajustables) reducen desviaciones dimensionales y mejoran la repetibilidad. Además, inspira un protocolo de pruebas en tu proyecto: medir exactitud de longitud y profundidad de corte al trabajar con puertas usando guía convencional vs. guía rediseñada.



Nota: datos obtenidos de (Ginting et al., 2017).

Tabla 10
Implementation 3-Axis CNC Router

Nombre	Dispositivo de tope para fresadora con interfaz a riel guía
Tipo	Accesorio de guiado y tope para herramientas portátiles, en particular router, con acople a base del equipo y a riel guía
Descripción	La invención propone un tope que trabaja en dos configuraciones. Una sección se acopla a la base del router mediante varillas paralelas ajustables. La otra sección se acopla al riel guía mediante perfiles de guiado complementarios. El usuario cambia entre tope contra borde de pieza y guiado sobre riel sin sustituir el accesorio. Se incluyen elementos de limitación de recorrido y ajustes finos para posicionamiento preciso.
Características	• Acople al router con dos varillas paralelas deslizantes y fijación por tornillos para ajustar longitud. • Módulo de guiado al riel con perfiles o ranuras que engranan con el nervio del riel y aseguran deslizamiento estable. • Topes longitudinales que limitan el recorrido sobre el riel. • Ajuste fino milimétrico para posicionar la anchura de corte. • Posibilidad de incorporar compás para radios y referencia a filas de orificios del riel. • Uso previsto con fresadora en operaciones lineales o cavidades controladas.
Implementación	Acopla el tope a la base del router usando las varillas y fija la longitud deseada. Para trabajar sobre riel, conecta el módulo de guiado a las ranuras del riel y bloquea los perfiles no usados. Define el recorrido con los topes longitudinales y usa

el ajuste fino para centrar el corte. Para radios, instala el compás y fija el perno en la posición requerida.

Uso

Cajeados y ranuras con longitud controlada sobre riel guía. Rebajes y recorridos paralelos al borde usando el tope contra la pieza. Fresadas circulares con el compás. El mismo accesorio evita cambios de montaje entre tope paralelo y riel, lo que mejora repetibilidad y reduce tiempos de preparación.



Nota: datos obtenidos de (Stefan Lunze, 2020)

2.4. Marco Teórico

2.4.1. Contexto de la carpintería

2.4.2. Definición de carpintería

La carpintería se denomina como un oficio o arte que se dedica al ensamblaje y manipulación de la madera para la elaboración de estructuras decorativas o inmobiliario. La misma implica ejecución de herramientas manuales o tecnológicas, la cual requiere de una serie de conocimientos de diseño, corte y acabado. Bajo diversas investigaciones se ha considerado que es un oficio tradicional que contempla, estética y valor cultural transmitido a través de varias generaciones. En este contexto, la carpintería no solo cumple una función utilitaria, en contraste integra criterios de diseño, de precisión y técnica dentro de la producción, asimismo se destaca como un rol constructivo que está relacionado con componentes arquitectónicos (González Román y Arcos Von, 2012).

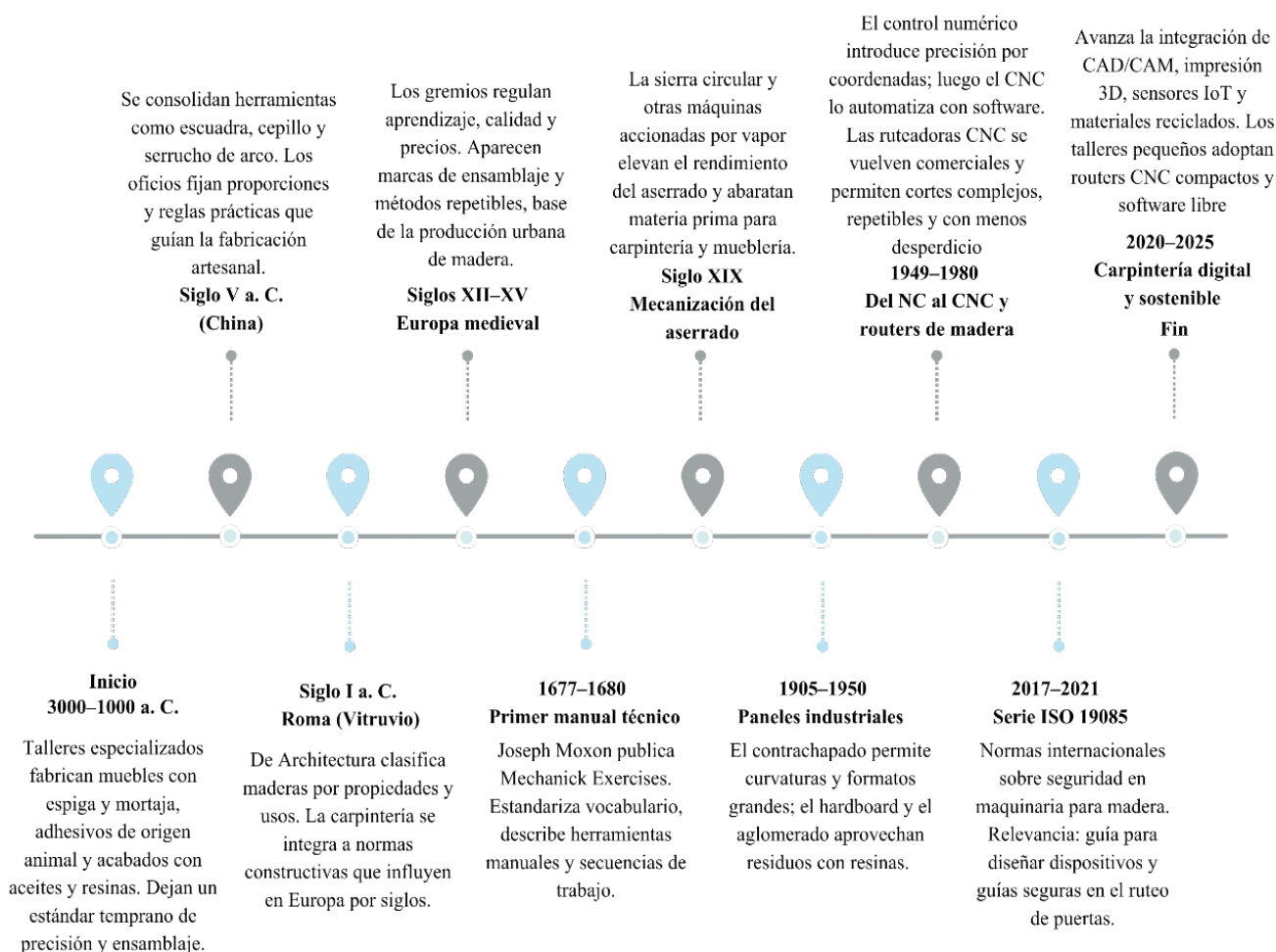
De igual manera, la carpintería se engloba como una tradición artesanal que incorpora herramientas tecnológicas, con el propósito de transformar la materia prima en una serie de elementos funcionales y decorativos. Del mismo modo este componente sitúa a la carpintería como una disciplina integral que no solo se ocupa de la finalización neta del producto, sino de la estética y acabado. La misma conlleva de una serie de conocimientos que se van adquiriendo con experiencias previas, obteniendo una técnica más precisa que estén vinculados con el conocimiento tradicional y las demandas actuales (Gastélum Cano , 2020).

2.4.3. Historia y evolución (global y en Ecuador)

La carpintería se ha originado desde la antigüedad, acompañando a la humanidad adaptarse a las necesidades que los rodeaba como la construcción de refugios o herramientas de caza utilizando técnicas primitivas y rudimentarias. Con el paso del tiempo las civilizaciones han evolucionado a niveles más técnicos y artísticos como Egipto, Romana y Grecia, quienes adoptaban métodos más avanzados a los demás. En la actualidad, la integración de nuevas tecnologías ha permitido actualizar la creatividad, convirtiéndose en un arte más moderno para la comunidad de la sociedad, desatando un crecimiento industrial, económico y cultural (Wulff Barriero , 2010).

La carpintería en el Ecuador ha sido uno de los oficios más importantes dentro de la economía local, orientada netamente en la producción mobiliaria y en la edificación tradicional con materia prima. Aunque el país cuenta con varias ciudades dentro de la industria maderera a una escala internacional, la mayoría opera mediante talleres a pequeña y mediana escala, con fuerte presencia tradicional. Esto establecimientos no solo genera un sustento monetario directo a familias de la zona local, sino que también mantienen vivas técnicas transmitidas por generaciones, como el tallado, el ensamble manual y la fabricación de mobiliario con identidad cultural. Sin embargo, una de las principales limitantes es el acceso a materia prima y falta de innovación de herramientas tecnológicas, las cuales limitan la capacidad de crecimiento y competitividad con el mercado actual (Quesada Molina, 2016).

Figura 5. Línea de tiempo de la carpintería



Fuente. Elaboración propia.

2.4.4. Importancia socioeconómica y regional

Dentro de la ciudad de Ambato, particularmente en el cantón Píllaro la carpintería se ha consolidado como un sector estratégico y de gran variedad de empleo para muchas familias. A su vez, se destaca su importancia monetaria social y cultural en la diversificación productiva del territorio en esta región rural. A pesar de su importancia, muchos talleres siguen operando con técnicas artesanales, las cuales carecen de una serie de conocimientos y técnicas de alto grado de tecnificación. Sin embargo, esta situación promueve el uso sostenible de los recursos naturales de la misma zona y mantienen vivos los conocimientos transmitidos de sus antepasados. El vínculo con el turismo y la construcción ha impulsado un desarrollo local, mejorando la calidad y cultura de la región (Saquina Ushiña, 2011).

2.4.5. Producción de puertas en Ecuador

Para Vallejo y Sarmiento (2023), mencionan que la producción de puertas dentro del Ecuador posee un potencial significativo y se denomina como un componente esencial dentro de la industria maderera, al transformar esta materia prima en puertas o tableros aplicando diversos procesos que mejoran la producción en el mercado. De igual manera el país cuenta con instalaciones que se destacan por la fabricación como Formiteca, Madel y Indumad quienes desde la década de los 80 se han especializado en el diseño y producción de puertas usando MDF y diversos materiales más actualizados que favorecen a su funcionalidad.

De igual manera, el desarrollo de puertas dentro de este sector ha proyectado un crecimiento en sus exportaciones debido al aprovechamiento forestal de la zona amazónica las cuales influyen directamente en sus actividades. Dentro de este panorama se puede evidenciar que el mercado interno de madera en la Amazonía satisface la producción local con demandas urbanas. Las mismas, benefician a las empresas y talleres de madera las cuales se dedican a la adquisición de esta materia prima. Sin embargo, la mayoría se centra en industrias locales o de pequeña producción que sustentan las necesidades de las sociedades, debido a su facilidad económica y calidad (Mejía y Pacheco, 2014).

2.4.6. Materiales y sustratos para puertas

La fabricación de puertas a través de materia prima involucra una gran variedad de materiales y sustratos que permiten establecer un componente fundamental dentro de la producción de estas. Esta resistencia y durabilidades en el producto final es prioritario para la competencia interna con los mercados actuales que beneficiaran a un crecimiento exponencial de la industria. Dentro de este contexto, uno de los materiales más empleados por las corporaciones a gran y pequeña escala es la madera maciza, quien por sus propiedades y su fiabilidad en el trabajo han hecho de esta una de las más cotizadas para su producción (Culqui Miquinga, 2017).

Por otro lado, el sustrato se denomina como una estructura base, la cual es esencial al momento de aplicar chapas, laminas o recubrimientos el cual favorece al comportamiento estructural de la puerta. De acuerdo con Quesada (2016), menciona que este material puede producirse a través de madera laminada o estructura de panal, sin embargo, esta dependerá del tipo de puerta. De este modo, refiere que la calidad de estas no solo dependerá de la calidad del material, sino también de la correcta implementación del sustrato estructural que da forma y estabilidad permitiendo adaptarse a las exigencias del mercado moderno.

2.4.6.1. Tipos de maderas macizas

Las diversas tipologías de madera que se utilizan dentro de la industria de manufacturación o carpinterías tradiciones son provenientes del tronco del árbol. Los mismos con materiales naturales y duraderos que servirán para la construcción y diseño a gran escala. A diferencia de los tableros compuestos, la denominada madera maciza conserva su texturización y color, las cuales resultan ser apropiadas para la edificación artesanal de los productos. Asimismo, el aprovechamiento responsable de esta materia prima no solo favorece a la calidad de los productos artesanos, sino también ayuda a fortalecer la economía forestal y el desarrollo de, las industrias maderera a nivel regional (Sánchez Dahua, 2021).

Estas se clasifican de la siguiente manera:

Madera dura: esta se proviene a través de árboles como el roble, cedro, nogal o guayacán, las cuales se distinguen por ser una metería prima de alto grado de resistencia y una vida útil a largo plazo. Este tipo de madera son ideales para puertas

o pisos por su durabilidad, asimismo, son ideales para la construcción de muebles o diseños arquitectónicos que requieran rigidez.

Tabla 11
Tipos de madera dura

Madera	Región	Características	Uso
Roble (Quercus)	Principalmente importado	Firme, poro abierto, veta marcada	Puertas sólidas, marcos, pisos y muebles finos
Cedro (Cedrela)	Nativa	Ligero-medio, estable, buen acabado	Puertas, bastidores, frentes, muebles
Nogal (Juglans)	Nativo limitado e importado	Color cálido, veta fina, elegante	Muebles premium, frentes de puerta, molduras
Guayacán (Handroanthus/ Tabebuia)	Nativa	Estable si está bien seca, fácil de trabajar	Muebles, carpintería interior
Sande (Brosimum utile)	Nativa	Uniforme, fácil de mecanizar	Carpintería general, molduras
Teca (Tectona grandis)	Plantaciones (introducida)	Estable, aceitosa, con sílice	Puertas y carpintería exterior
Eucalipto (Eucalyptus grandis)	Plantaciones (introducida)	Firme, puede tensarse si mal secada	Marcos, tableros, muebles y pisos
Caoba (Swietenia/Khay a)	Nativa (escasa, regulada) e importada	Estable, buen acabado, color uniforme	Muebles finos, puertas interiores
Chanul (Humiriastrum procerum)	Nativa	Densa, firme, buena para piezas exigentes	Muebles, pisos, partes de esfuerzo
Algarrobo (Prosopis)	Nativa	Muy resistente, veta a veces irregular	Exterior rústico, marcos fuertes

Nota: elaboración propia.

Madera blanda: por otro lado, este tipo de madera se extrae a través de árboles como el pino, abeto o ciprés, las cuales se caracterizan por conllevar una densidad más ligera y moldeables para la producción y elaboración de puertas interiores, molduras y muebles decorativos de alto diseño artesanal. Sin embargo, cabe resaltar que esta materia prima tiene un costo bajo, lo cual es mucho más asequible para los pequeños talleres de carpintería e incluso industrias.

Tabla 12
Tipos de madera blanda

Madera	Región	Características	Uso
Pino radiata (Pinus radiata)	No nativa	Ligero, homogéneo, fácil	Muebles económicos, tableros, encofrados, listonería
Pino patula (Pinus patula)	No nativa (introducida)	Un poco más firme que radiata, rinde bien si está seco	Muebles económicos, puertas y frentes interiores, bastidores y revestimientos interiores.
Ciprés (Cupressus lusitanica)	No nativa (introducida)	Estable, con olor suave, “amable” al cortar	Puertas interiores, marcos, listones, exterior con protección
Abeto / Spruce (Picea spp.)	No nativa (importada)	Muy liviano, veta clara, fácil de manejar	Estructuras livianas, listonería, algunos instrumentos
Abeto Douglas (Pseudotsuga menziesii)	No nativa (importada)	Liviano a medio, fuerte para su peso	Vigas, carpintería arquitectónica, marcos
Pino amarillo del sur (Southern Yellow Pine)	No nativa (importada)	Medio, algo resinoso, aguanta bien	Postes, exteriores protegidos, carpintería general
Balsa	Nativa	Súper liviana, se corta facilísimo	facilísimo Maquetas, plantillas, núcleos y paneles sándwich

Nota: elaboración propia.

2.4.6.2. Tableros: MDF, HDF, contrachapado

Según Soto Aguirre et al., (2022), menciona que este conjunto de alternativas resulta ser más eficiente en la madera maciza, combinando diversas estrategias con el propósito de obtener productos de alta calidad y acabado, las mismas se desglosan en:

Tabla 13

Tipos de tableros

Tipo de tablero	Descripción	Uso	Grafico
MDF	Madera molida y pegada, superficie lisa	Puertas livianas, frentes, piezas que luego se pintan	
HDF	Como el MDF, pero más compacto y resistente	Zócalos, frentes delgados, pisos laminados	
OSB	Astillas grandes de madera pegadas; se ven las “hojas” de madera	Encofrados, bases, paneles de obra	
Contrachapado (Plywood)	Varias láminas finas de madera pegadas en capas	Gabinets, cajas, plantillas, partes que deben ser rígidas	
Contrachapado marino	Igual al plywood, pero aguanta mejor la humedad	Zonas húmedas y exteriores protegidos	
Tablero alistonado	Listones de madera unidos para formar un tablero macizo	Cubiertas, peldaños, frentes macizos	
Melamina (sobre MDF/MDP)	Tablero con cara decorativa lista: imita madera o color plano	Clósets, cocinas, muebles listos para usar	



HPL (lámina dura sobre MDF/MDP)	Tablero con una lámina muy resistente pegada encima	Mesones, superficies de alto uso, laboratorios
--	---	--



Nota: elaboración propia.

2.4.6.3. Compatibilidad con ruteo

En el caso de las maderas macizas y su compatibilidad con el fresado o ruteado es significativamente favorable, debido a que poseen una estructura natural compactada que permite cortes limpios y precisos en la necesidad de ocasionar daños en la materia prima. Sin embargo, esto puede variar según los componentes que se utilice para la elaboración del producto final. La madera como el roble o caoba naturalmente requieren de herramientas más potentes que se adecuen a la densidad de estas, evitando quemaduras o astillamientos, en contraste con maderas blandas, como el pino o el ciprés, las cuales requiere un ruteo más sencillo, pero pueden llegar a deformarse o astillarse tendiendo como consecuencia imperfecciones significativas (Aguilera et al., 2000).

De la misma manera, para obtener una compatibilidad de la madera con el ruteado depende netamente de la densidad y uniformidad del material, asimismo de la implementación y ejecución de la herramienta y técnicas utilizadas. El material más utilizado por las industrias e incluso por los talleres de pequeña, referente a la fabricación de puertas son el (MDF y HDF), seguidos de la madera maciza. Sin embargo, se evidencia que el contrachapado requiere un proceso más cuidadoso para evitar daños en los acabados. Estas diferencias permiten optimizar la calidad del producto final y la durabilidad de estos.

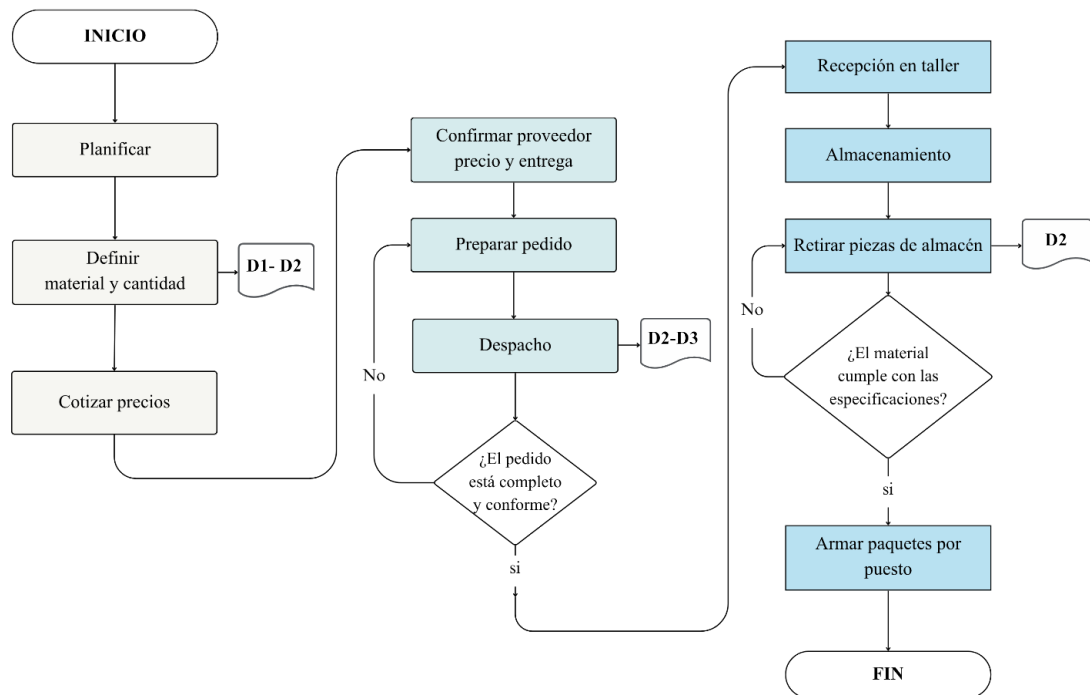
2.5. Procesos productivos en carpintería

2.5.1. Recepción y especificaciones del producto

Se denomina como la primera etapa de la construcción o proceso en la carpintería, donde se definirán diversas tipologías que conllevan una serie de técnicas, orientadas

a la elaboración del producto final. Esta fase es primordial, debido a que se recibe la orden específica del cliente, en la cual incluye detalles precisos, dimensiones, acabado, color, el tipo de ensamblaje e incluso el precio y otros componentes que satisfagan las necesidades del consumidor. De igual manera, durante la recepción, se iniciará con una inspección general de los materiales como la materia prima, herramientas, maquinaria e infraestructura del establecimiento. Esto resulta el prioritario para cumplir los estándares requeridos de calidad y precio. Asimismo, durante la especificación, se garantizará la uniformidad del corte, armado y lijado con el objetivo de evitar errores en el diseño y desperdicio de material (Tandalla Pullotásig, 2018).

Figura 6.Diagrama de flujo Recepción y especificaciones del producto



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 14
Tabla de documentación

Documento	Descripción
D1	Lista de materiales
D2	Lista de medidas
D3	Factura o recibo del proveedor

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 15

Tabla de la descripción del proceso de recepción y especificaciones del producto

Proceso	Descripción	Grafica
Planificar	En esta etapa se establecen las necesidades del taller, definiendo los objetivos del pedido y los tiempos de entrega según la programación de producción.	
Definir material y cantidad	El responsable del taller determina los materiales requeridos y las cantidades necesarias. En este punto se registran las especificaciones técnicas y las medidas que servirán como referencia para el control posterior.	
Cotizar precios	Se contacta a los proveedores para obtener cotizaciones, comparar precios y seleccionar la opción más conveniente según el presupuesto y la disponibilidad.	
Confirmar proveedor, precio y entrega	Se confirma el proveedor seleccionado, se acuerda el costo final y se establece la fecha y condiciones de entrega del pedido.	
Preparar pedido	El proveedor organiza y alista los materiales conforme a las especificaciones acordadas, garantizando que el despacho cumpla con las condiciones de calidad y cantidad solicitadas.	
Despacho (D2-D3)	El proveedor emite la guía o factura correspondiente y envía los materiales hacia el taller. Esta documentación	

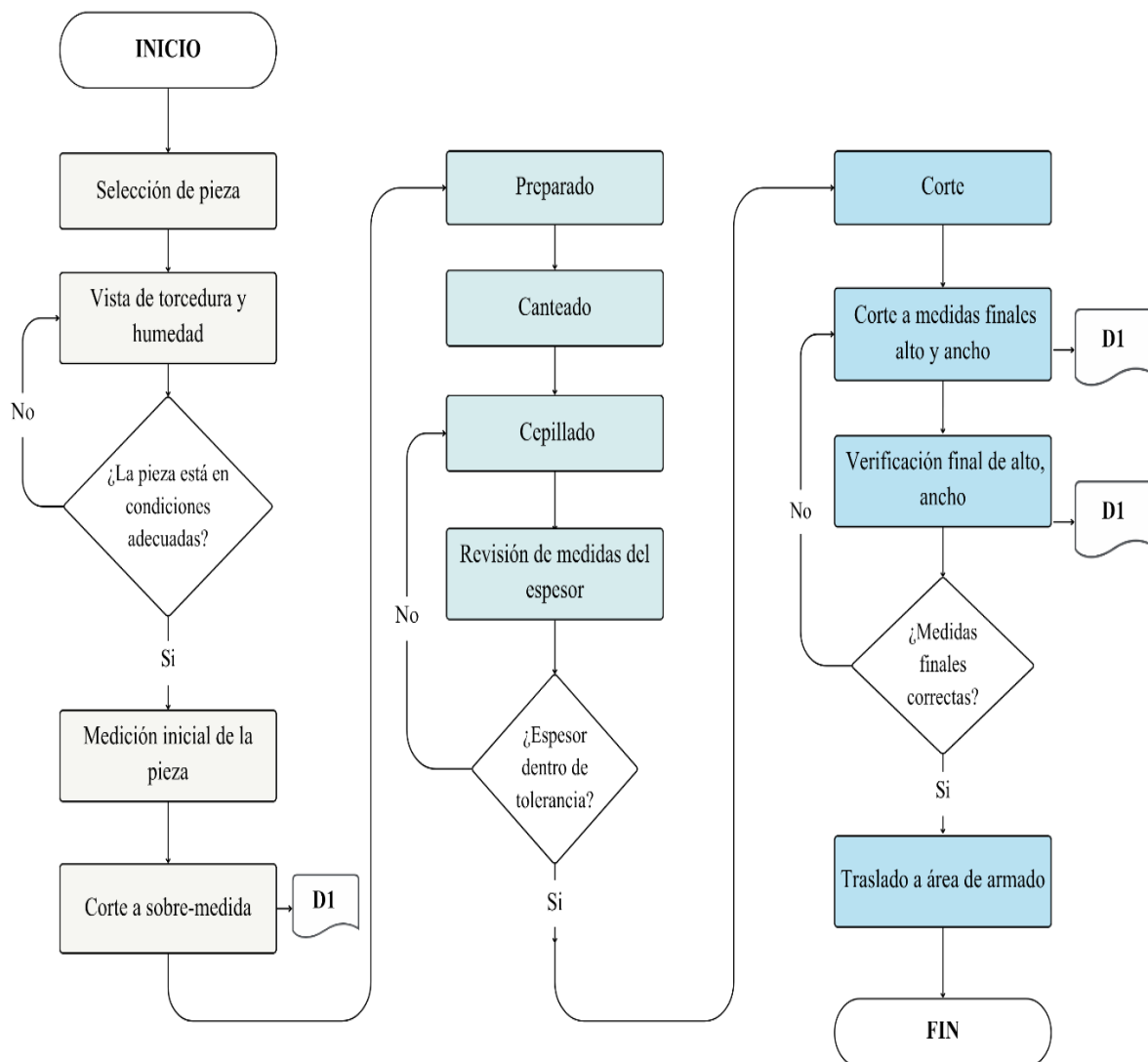
	respalda el control de recepción y la trazabilidad del pedido.	
Recepción en taller	El personal del taller recibe el pedido, verifica su integridad y confirma que las cantidades coincidan con lo solicitado	
Almacenamiento	Los materiales son clasificados, rotulados y ubicados de acuerdo con su tipo y medida, manteniendo el orden y la trazabilidad en el área de almacenamiento.	
Retirar piezas de almacén	Se retiran las piezas necesarias para la producción y se verifican las medidas establecidas. Esta etapa garantiza que los materiales sean adecuados para las operaciones siguientes.	
Armar paquetes por puesto	Organización de los materiales en paquetes individuales destinados a cada puesto de trabajo, según el tipo de proceso que se ejecutará.	
Distribuir materiales a puestos	Se realiza la entrega de los paquetes a las distintas estaciones de trabajo, como corte, ruteo, ensamble o acabado, facilitando una producción continua y ordenada.	

Fuente. *Elaboración propia.*

2.5.2. Preparación y dimensionado de la madera

Se destaca como una de las etapas más esenciales dentro del proceso de producción, la cual se encarga de determinar la calidad de la materia prima con la que se va a trabajar en la construcción de puertas u otros objetos arquitectónicos. El proceso de preparación inicia con la selección idónea de la madera, verificando específicamente que no presente daños como: grietas, deformaciones o humedad. De igual manera, Durante la etapa del dimensionado se consideran componentes esenciales como la dirección de la fibra, el tipo de madera, humedad y la calibración de la maquinaria. Todos estos procedimientos influyen significativamente en la precisión del corte y el acabado final del producto. De igual manera esta fase termina con un control de calidad, la cual se deben cumplir a cabalidad las especificaciones requeridas, garantizando su calidad (Burbano y Fonseca Carrión, 2015).

Figura 7.Diagrama de Flujo preparación de madera



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 16

Tabla de documentación

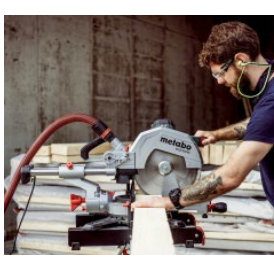
Documento	Descripción
D1	Lista de medidas

Fuente. Elaboración propia 2025

Tabla 17

Descripción del proceso de preparación de madera

Proceso	Descripción	Grafica
Selección de pieza	Se elige la madera que cumple con el tamaño y el uso previsto	
Vista de torcedura y humedad	Se observa si la pieza está recta y con humedad adecuada para trabajar	
Medición inicial de la pieza	Se registran largo, ancho y grosor como referencia de inicio	
Corte a sobre-medida	Se realiza un primer corte dejando un pequeño margen para ajustar después	
Preparado	Se ajusta las máquinas y se empieza con el trabajador de la pieza	
Canteado	Se emparejan los bordes para que queden rectos y limpios	

		
Cepillado	Se alisa una cara para obtener superficies parejas y planas	
Revisión de medidas del espesor	Se comprueba que el grosor logrado corresponde a lo esperado.	
Traslado a área de corte	Se mueve la pieza al sector donde se harán las medidas finales.	
Corte	Se pasa la pieza por el cierra de banco	
Corte a medidas finales alto y ancho	Se realizan los cortes exactos según lo solicitado en el trabajo.	
Verificación final de alto y ancho	Se miden por ultima vez las dimensiones de la pieza obtenida para confirmar que están correctas.	
Traslado a área de armado	Se envía la pieza terminada al área donde continuará el proceso.	



Fuente. *Elaboración propia.*

2.5.3. Ensamblaje y estabilización

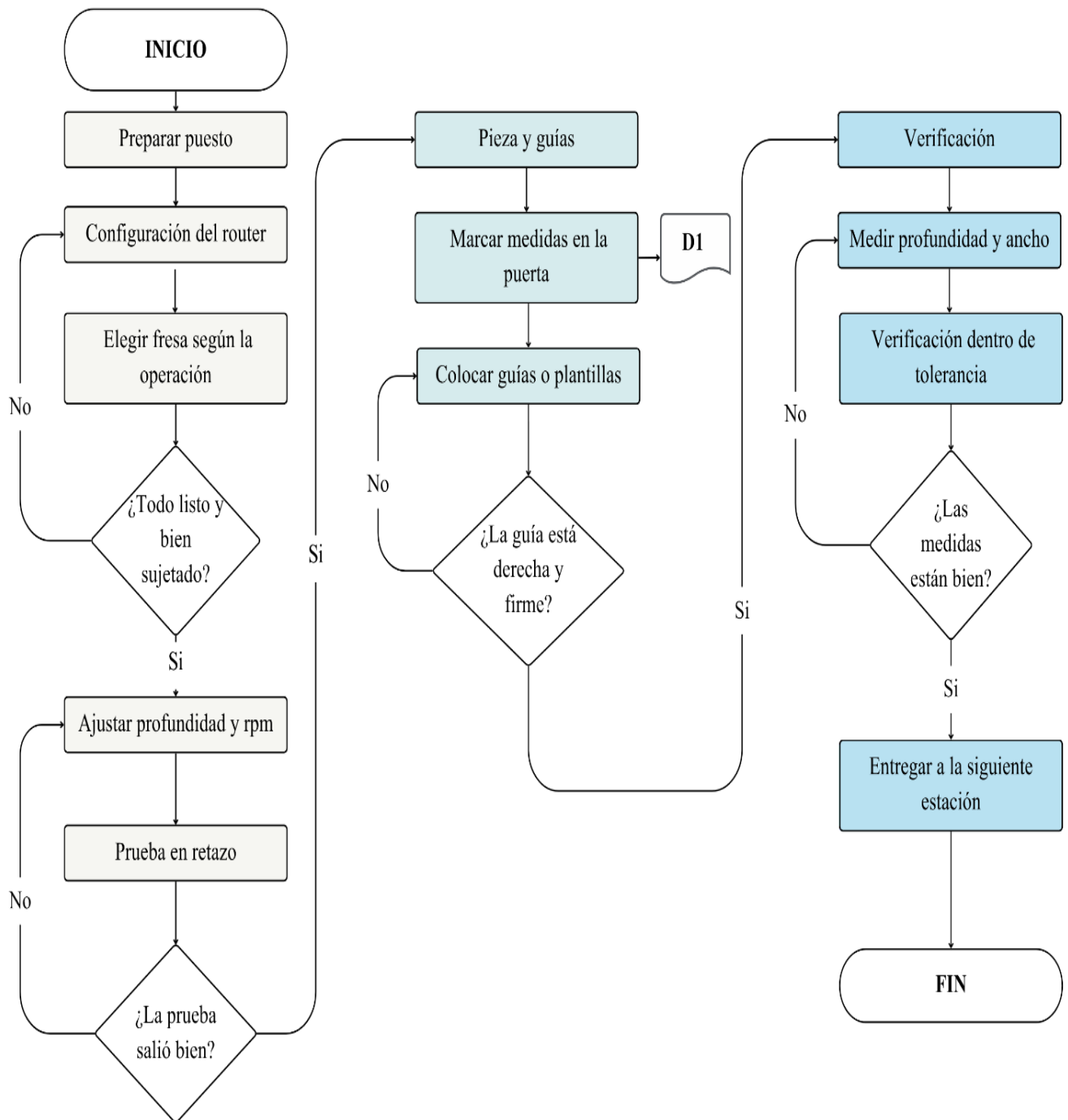
Se denomina como una de las fases más fundamentales dentro del proceso de elaboración en las industrias madereras o talleres a mediana o pequeña escala. Esta etapa de ensamblaje define la resistencia estructural, precisión y durabilidad del producto. Se caracteriza por la correcta ejecución y armado de pizas a través de planos técnicos y diseño específico, utilizando diferentes métodos de unión según el material utilizado las cuales pueden ser de madera maciza o tablero. El propósito fundamental de este componente es garantizar una estructura sólida que mantenga su diseño artesanal y funcionalidad a lo largo del tiempo (Jaya Gavilanes, 2021). De igual manera el autor menciona, que la estabilización consiste en dejar reposar el producto final ensamblado durante un cierto límite de tiempo, con el propósito de que los materiales se adapten a las diversas condiciones ambientales tales como temperatura y humedad. Este proceso resulta ser prioritario debido a que limita la posibilidad de deformaciones o grietas en el material. Asimismo, esta etapa cumple la finalidad del control de calidad, donde se verificarán uniformemente las uniones, acabados y medidas específicas determinadas por el cliente garantizando su calidad final. Un ensamblaje y estabilización adecuados favorecen la precisión dimensional, integridad estructural y estética, asegurando su cumplimiento con las normativas establecidas.

2.5.4. Mecanizado y ruteo

De igual manera, esta etapa se considera prioritaria dentro del proceso de producción, debido a que en esta fase se define la forma final y los detallados estáticos del trabajo. El mecanizado, incluye métodos específicos de cepillado, perforación y ruteado, las cuales se realizan a través de máquinas específicas, garantizando la uniformidad y calidad. De igual manera, dentro de este componente el ruteado se destaca como una metodología o técnica que sirve para

realizar cortes decorativos sobre la superficie de madera. Este procedimiento se usa espásicamente en la elaboración de puertas, muebles finos con algo grado de detalle arquitectónico o piezas que requiera de un acabado final de calidad. Sin embargo, también se realiza un control de calidad superficial, verificando posibles daños o imperfecciones, favoreciendo no solo la precisión dimensional, sino también una excelente base estética y estructural final (Canga Pérez , 2016).

Figura 8. Diagrama de ruteo y mecanizado



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 18
Documentación

Documento	Descripción
D1	Lista de medidas

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 19
Implementación 3-Axis CNC Router for Small Scale Industry

Proceso	Descripción	Grafica
Preparar puesto	Se organiza el espacio de trabajo, se limpia el área y se disponen las herramientas necesarias antes de iniciar la tarea	
Configuración del router	Se revisa el estado del router, se aseguran las conexiones y se realizan los ajustes básicos para su correcto funcionamiento	
Elegir fresa según la operación	Se selecciona la fresa adecuada de acuerdo con el tipo de ruteo que se va a realizar, verificando su estado y fijación	
Ajustar profundidad y rpm	Se determina la profundidad de corte y la velocidad de trabajo, buscando equilibrio entre precisión y seguridad	
Prueba en retazo	Se realiza una prueba en un trozo de madera similar para confirmar que los ajustes sean correctos antes de continuar	

		
Pieza y guías	Se prepara la puerta junto con las guías necesarias para realizar el ruteo con apoyo y precisión	
Marcar medidas en la puerta	Se trazan las líneas de referencia sobre la puerta y se registran las medidas en el formato D1 como respaldo del proceso	
Colocar guías o plantillas	Se colocan las guías o plantillas en la posición correcta y se aseguran firmemente para evitar movimientos durante el trabajo	
Verificación	Se revisa la alineación de las guías y la coincidencia con las marcas antes de realizar el corte	
Medir profundidad y ancho	Se miden la profundidad y el ancho del ruteo para verificar que coincidan con las medidas planificadas	
Verificación dentro de tolerancia	Se comprueba si las medidas obtenidas se encuentran dentro del rango permitido; de no ser así, se ajustan los parámetros necesarios	

Entregar a la siguiente estación	Se traslada la pieza terminada a la siguiente área de trabajo para continuar con el proceso de producción	
---	---	---

Fuente. Elaboración propia.

2.5.5. Acabados y estándares de calidad

La etapa de acabados y estándares de calidad se dimensiona como la fase final del producto, la misma está guiada a otorgar propiedades estéticas, protectoras al trabajo con el propósito de mejorar la apariencia de la madera. De igual manera, para garantizar su durabilidad es sometida a una serie de procedimientos que cumplirán los estándares específicos y normativas de fabricación, de la misma forma estas estrategias, protegerán al acabado de la humedad, hongos e insectos como termitas o ácaros. El control de calidad, se determina la verificación de color, textura, uniformidad y acabados finales, garantizando así las propiedades estéticas que cumplan las normas y especificaciones del cliente. La correcta ejecución de estas etapas, aseguran que el producto de carpintería cumpla los requisitos del mercado, fortaleciendo la reputación de los talleres e industrias madereras (Trejo et al., 2011).

Tabla 20

Tipo de acabados

Tipo de acabado	Descripción	Proceso de aplicación	Características
Sellador más laca nitro	Se emplea para realzar la apariencia y lograr un brillo uniforme en muebles de interior.	Lijado inicial, aplicación de sellador, lijado suave y dos o tres manos de laca.	Brillo parejo, tacto liso, secado rápido y retoque sencillo.

Poliuretano (PU) al solvente	Se usa cuando se busca una protección firme en superficies con uso frecuente.	Sellado de base y aplicación de dos o tres manos con lijado entre capas.	Capa resistente, buen cierre de poros y alta durabilidad.
Poliuretano al agua	Se elige por su bajo olor y buena terminación en espacios cerrados.	Lijado, sellador al agua y dos o tres manos con tiempos de secado cortos.	Color estable, aplicación simple y opciones de mate a brillo.
Poliéster (PE)	Se utiliza para obtener un acabado tipo espejo con apariencia de alto nivel.	Preparación fina de la superficie, capa llena controlada y pulido final.	Brillo muy alto, gran planitud y capa muy firme.
Aceite + Cera	Se prefiere para conservar un aspecto natural y resaltar la veta de la madera.	Capas finas de aceite, tiempo de fraguado y aplicación de cera con pulido.	Veta destacada, brillo satinado y sensación cálida al tacto.
Tinte + Sellador + Laca	Se aplica cuando se requiere definir el color y proteger en un mismo sistema.	Teñido uniforme, sellado del poro y capa final de laca	Color homogéneo, buena profundidad visual y protección media.
Exterior (marino / PU exterior)	Se destina a piezas expuestas al sol y la humedad para prolongar su vida útil.	Fondo con protección contra hongos y dos o tres manos de acabado para intemperie.	Estabilidad del color, barrera frente a la humedad y cantos bien sellados.

Fuente. *Elaboración propia.*

2.6. Guías de ruteo en carpintería

2.6.1. Definición y función del Router

Según González (2009), refiere que tradicionalmente se conoce como una herramienta eléctrica versátil que utiliza una cuchilla giratoria de alta velocidad que se utiliza para cortar, moldear, ranurar y dar acabados a la madera con gran precisión artesanal. Se opera de forma manual y permite realizar huecos, fresado y rutas sobre aglomerados, MDF o maderas sólidas. Durante el proceso de ruteado no se utilizan lubricantes ya que pueden manchar la madera y este tipo de manchas no son permitidas en la industria moderna, y principalmente usada para la manufactura de muebles. El proceso de ruteado se hace siguiendo una ruta previamente marcada sobre la superficie de trabajo, generalmente usado para cortes curvos que requieren un radio de curvatura muy preciso.

Dentro de la carpintería es esencial para realizar cortes, rebajos, molduras, ranuras y perfiles en la madera u otros materiales derivados. Su funcionamiento se basa en un husillo motorizado que hace girar una fresa a alta velocidad, y la base del router se apoya sobre la pieza mientras la fresa penetra según la profundidad requerida. La misma, se puede usar de manera libre (moviendo la herramienta sobre la pieza) o con ayudas de guías, plantillas o topes para obtener cortes más controlados. Esta versatilidad le ha otorgado el título de una de las herramientas más útiles y adaptables del taller de carpintería.

2.6.2. Tipos de bases, guías y topes

Las guías fijas son estructuras que no se mueven y se usan para delimitar zonas. Las guías ajustables, o móviles, se pueden mover y se adhieren a la máquina a través de bisagras y soportes para permitir un movimiento controlado o para modificar la zona de acceso. Las guías automatizadas o automáticas usan mecanismos que se activan solos, como sistemas con resorte, amortiguación o actuadores, para cerrar o mover objetos de forma suave y controlada.

Tabla 21

Implementation 3-Axis CNC Router for Small Scale Industry

Tipo	Uso	Ventajas	Limitaciones
Guía fija	Se utiliza para realizar pasadas rectas y repetidas, así como ranuras paralelas	Es estable, fácil de preparar y ofrece resultados uniformes	Cambiar la medida requiere reajuste o una nueva referencia
Guía ajustable	Se emplea en trabajos con medidas variables sin necesidad de fabricar nuevas plantillas	Es versátil, adaptable y ahorra tiempo de preparación.	Necesita calibrarse con precisión.
Guía automatizada (CNC)	Se usa para fabricar series o formas complejas con alta exactitud.	Ofrece gran precisión, repetibilidad y productividad	Tiene un costo elevado y requiere aprendizaje
Mesa deslizante	Se utiliza para realizar cortes rectos y seguros en piezas grandes o pesadas	Brinda un movimiento firme y controlado	Ocupa espacio y necesita mantenimiento regular
Guías de rodamiento	Se usan para lograr movimientos suaves y rectos con menor fricción.	Disminuyen la vibración y mejoran el acabado	Requieren limpieza y lubricación periódica

Guía de borde (paralela)	Se emplea para hacer ranuras y rebajes paralelos al canto de la puerta	Es sencilla, común y fácil de ajustar	Pierde efectividad cuando se aleja del borde
Casquillo copiador (plantilla)	Se utiliza para repetir formas y cajeados usando una plantilla guía	Asegura repetibilidad y reduce errores	Depende de plantillas bien elaboradas y fijadas
Topes	Se usan para repetir medidas o limitar recorridos con seguridad	Se colocan fácilmente y permiten trabajar en serie	Requieren recolocación al cambiar medidas
Base de inmersión (plunge)	Se emplea para hacer entradas verticales o cavidades dentro de la pieza	Facilita el control del inicio y la profundidad de corte	Es más pesada y necesita un ajuste cuidadoso

Nota: datos obtenidos de (Ginting et al., 2017).

2.7. Fabricación de guías de ruteo

2.7.1. Instalaciones y maquinaria

La fabricación de estas guías de ruteo requiere una serie de instalaciones adecuadas que garanticen la estabilidad y seguridad al instante de implementarlas dentro del proceso de producción. Las instalaciones de estas deben cumplir las normativas técnicas que aseguren el control dimensional y un acabado de calidad. De la misma manera, deben contar con un espacio ventilado, iluminado y amplio para el almacenamiento de materiales y la manipulación del operario. El taller debe mantener un sistema eléctrico seguro, dispositivos de extracción de polvos y trajes de protección debido a que la trabajo de ruteado genera partículas finas y residuos de madera (SANZ PUEYO et al., 2020).

En cuanto al sistema de maquinaria el equipo de incluir:

- Fresadora o router
- Sierra circular
- Lija de bandas o disco
- Taladro de columna

Adicionalmente, se ocupan otro tipo de material o herramientas que beneficien a la fabricación, las cuales pueden ser escuadras, prensas, calibradores y adhesivos, los cuales no necesariamente son de la máquina, pero complementan significativamente al montaje y precisión del producto final.

2.7.2. Componentes y materiales

Según Orozco Ramos et al., (2018) menciona que para la correcta fabricación de estas guías de ruteo es importante tener en cuenta una serie de componentes y materiales que aseguren el uso constante de estas herramientas. De igual manera, dentro de estos componentes esenciales se incluyen las siguientes:

- **Bases de soporte:** se destaca por ser la base principal donde se coloca el router.
- **Topes:** permite controlar de manera significativa el corte, trazando una línea referencial respecto a los bordes de material.
- **Sistema de ajuste:** la misma está compuesta por una serie de tornillos, pernos y ranuras, que permitirán ajusta de manera más eficiente la posición en la que se va a encontrar el router.
- **Guías paralelas:** se destacan como una serie de piezas ajustables que permitirán ejecutar cortes con un alto grado de precisión.
- **Elementos de sujeción:** se conocen como una serie de abrazaderas o prensas que permitirán ajustar o fijar en el soporte durante el proceso de elaboración del producto.

2.7.3. Personal y competencias técnicas

Dentro de este apartado el personal desempeña un papel fundamental dentro de la industria maderera, debido a que estos deben poseer competencias técnicas especializadas, así como una serie de conocimientos de la materia prima, normativas y herramientas que se utilizan para el trabajo. Incluye tres perfiles referenciales, cada

uno operando en distintos ambientes, pero con el mismo propósito: técnico carpintero, operador de maquinaria y supervisor, el éxito de la fabricación depende netamente del dominio estético del trabajado capacitado.

Referente a las competencias técnicas, se debe demostrar:

- Conocimientos previos del proceso de ruteado.
- Aplicación y ejecución de normas de seguridad.
- Habilidades de control de calidad y estética.
- Dominio neto y uso de herramientas más avanzadas que faciliten la producción.

Tabla 22

Personal y competencias técnicas

Tipo de persona	Ámbito o desempeño	Conocimientos que debe tener	Competencias técnicas
Maestro carpintero y jefe de taller	Dirige todo el proceso, organiza el equipo, coordina la compra y el ingreso de materiales, planifica tiempos y aprueba calidad.	Flujo completo de fabricación y montaje. Lectura avanzada de planos y despieces. Protocolos de instalación (nivelación, aplome, anclajes, sellos). Criterios de aceptación y tolerancias. Balance de línea, control de tiempos y costos.	Planifica producción y asigna recursos. Gestiona compras y abastecimiento oportuno. Valida “primer artículo” y autoriza series. Estandariza controles en proceso y finales. Coordina instalación en obra: nivelación, aplome, anclajes, secuencia, sellado y remates. Forma al personal y reduce retrabajos.
Técnico de corte y	Ejecuta la primera fase	Tipos y propiedades de madera y tableros.	Realiza cortes rectos y precisos.

preparación (corte, canteado, cepillado)	del proceso. Mide, corta, cepilla y prepara piezas de madera o tableros para el armado.	Lectura básica de planos y medidas. Selección de sierras, fresas y herramientas de corte. Parámetros de avance, giro y profundidad. Control de escuadra, planitud y tolerancias.	Cantea y cepilla con espesores uniformes. Ajusta guías y topes según medidas. Verifica escuadra y paralelismo. Entrega piezas rotuladas listas para ensamble.
Técnico armador / ensamblador	Ensambla las piezas preparadas, coloca herrajes, realiza pruebas de ajuste y participa en la preinstalación dentro del taller.	Lectura de planos y secuencia de armado. Tipos de uniones (espiga, tarugo, minifix, bisagra). Adhesivos, tiempos de curado y herrajería. Criterios de instalación (holguras, nivelación, aplome). Ajuste y alineación de piezas.	Ensambla sin deformaciones ni errores. Coloca y regula bisagras y correderas. Marca puntos de anclaje y verifica holguras. Simula aplome y nivel. Entrega módulos listos para transporte e instalación.
Técnico de preparación de superficies (lijado y sellado)	Acondiciona las piezas antes del acabado final mediante lijado, sellado y corrección de defectos.	Tipos de lijas y granulometrías. Selladores, masillas y compatibilidades. Secuencia de lijado progresivo. Identificación de imperfecciones visuales y táctiles.	Lija sin ondulaciones ni daños en cantos. Aplica sellador uniforme y corrige poros. Controla la textura y uniformidad. Coordina tiempos de secado.

		Estándares de calidad superficial.	Entrega piezas listas para pintura o laca.
Aplicador de recubrimientos (pintor / lacador)	Realiza el acabado final aplicando pintura, barniz o laca, controlando el color, brillo y textura.	Tipos de pinturas, lacas y tintes. Preparación de mezclas y proporciones. Uso de pistolas, boquillas y presiones. Tiempos de secado y repintado. Control de color, brillo y defectos comunes.	Prepara mezclas y prueba el color. Aplica recubrimientos uniformes sin defectos. Igualación de tono, brillo y textura. Corrige micro imperfecciones entre capas. Da el acabado final y aprueba la presentación del producto.

Fuente. Elaboración propia.

2.8. Normativa y seguridad en el taller de carpintería

2.8.1. Normativa laboral y técnica aplicable

Las normativas laborales y las técnicas aplicables dentro de un taller de carpintería tienen el propósito de garantizar la seguridad y el bienestar del personal dentro un ambiente adecuado, disminuyendo los estándares de daños. Estos procedimientos deben cumplirse bajo normas legales del Código del trabajador del Ecuador, la cual también menciona la jornada laboral, remuneración económica y afiliación a instituciones externas que aseguren la salud de los trabajadores. Esto también incluye la correcta capacitación de los trabajadores ante situaciones de riesgo e implementación de equipo protección que beneficie la integridad de estos (Córdoba Bonilla et al., 2020).

Tabla 23
Normativa

Normativa	Descripción	Aplicación
-----------	-------------	------------

Código del Trabajo del Ecuador	Marco legal que regula la relación laboral: jornada, remuneración, contratos, descansos y afiliación a la seguridad social.	Formaliza contratos y jornadas, asegura la afiliación al IESS, registra roles y responsabilidades, y respalda programas de inducción y capacitación en seguridad.
Decreto Ejecutivo 2393 (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores)	Establece obligaciones para prevenir riesgos y mantener condiciones adecuadas de trabajo.	Implementa el Reglamento Interno de Seguridad, planifica capacitaciones, realiza inspecciones y mantenimiento, y deja evidencia documental de todo lo anterior.
Reglamento del IESS – SART (Sistema de Auditoría de Riesgos del Trabajo)	Define cómo gestionar y auditar la prevención de riesgos laborales.	Levanta la matriz de peligros por áreas, ejecuta el plan anual de prevención, registra incidentes y cierra acciones correctivas, con auditorías periódicas del taller.
NTE INEN-ISO 45001 (Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo)	Sistema de gestión para organizar, operar y mejorar la seguridad con metas y controles claros.	Identifica peligros (ruido, polvo, tránsito interno), aplica controles operativos (orden, limpieza, ventilación, rutas de evacuación), monitorea resultados y mejora continua.

NTE INEN 439 / INEN-ISO 3864-1 (Señalización de seguridad)	Define diseño y uso de señales y colores para comunicar riesgos y salidas.	Señaliza zonas de corte y ruteo, EPP obligatorio, salidas de emergencia, puntos de reunión, extintores y tableros eléctricos, con ubicación visible y mantenimiento de la señalética.
NFPA 664 (Control de polvo de madera)	Referencia técnica para prevenir incendios y explosiones por polvo de madera.	Instala extracción localizada, programa la limpieza del aserrín y controla chispas y acumulaciones, dentro del plan de mantenimiento, orden y limpieza del taller.

Fuente. Elaboración propia.

2.8.2. Riesgos en procesos de ruteo y mecanizado

Esta serie de procedimientos referentes al ruteado y mecanizado son fases fundamentales en la producción de piezas artesanales, debido a su actividad estas presentan un riesgo significativo para el personal. Sin embargo, debido a la naturaleza del equipo, el manejo inadecuado del router puede generar graves lesiones como amputaciones, cortes y golpes, por causa de retobes o pérdida de control de la herramienta. De igual manera, el mecanizado puede ocasionar una alta posibilidad de amputaciones si el operario no guarda cierta distancia o si el trabajador actúa sin la protección requerida (Reyes Chamaidán, 2017).

Es importante adoptar medidas preventivas en las cuales se destacan:

- Revisión de las piezas antes de realizar un corte o ruteado.
- Mantenerse las protecciones de la maquinaria.
- Evitar todo tipo de distracción en el momento de la ejecución.
- Mantenimiento constante de la maquinaria.

- Uso de señalización de seguridad en el área de trabajo.
- Instalación de herramientas de extracción de polvo.

2.8.3. Procedimientos de seguridad y controles mínimos

Para un óptimo trabajo es importante tener en cuenta las normas de seguridad que imparten, desde los talleres a pequeña escala hasta las grandes industrias. Es fructífero implementarlas para disminuir los riesgos laborales y evitar desacuerdos con los trabajadores que operan estas, y así poder asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad y salud. Para Ortega Alarcón et al., (2017) menciona que la implementación de estos estándares judiciales y medidas preventivas puede minimizar hasta un 70% de los accidentes relacionados con el manejo de estas herramientas mecánicas en los talleres e industrias. De la misma manera, esta aplicación rigurosa no solo previene accidentes significativos sino contribuye a la calidad del producto, debido al poco desperdicio de los materiales optimizando los recursos que se utiliza en la elaboración del trabajo final.

2.9. Normativa aplicable a guías de ruteo

2.9.1. Principios de seguridad de máquinas

Los principios de seguridad se definen como la cimentación del diseño de fabricación y operación de las herramientas que se utilizan dentro de la carpintería. Las maquinas deben estar estructuradas a través de una reducción sistemática de riesgos, en el caso de las guías de ruteado, la seguridad es un punto clave para la estabilidad y control de movimiento de material ofreciendo protección al operario. La normativa refiere que estos equipos deben establecer resguardos físicos, dispositivos de enclavamiento y señalización visible lo cual minimizara los riesgos, optimizando un ambiente laboral seguro y eficiente.

Tabla 24

Normas

Norma	Descripción	Qué exige	Aplicación directa a guías de ruteo
-------	-------------	-----------	---

ISO 12100:2010	Norma marco para diseño seguro de maquinaria: evaluación y reducción de riesgos durante todo el ciclo de vida.	Metodología formal de evaluación de riesgos, integración de medidas de protección, manuales e instrucciones de uso, montaje y mantenimiento.	Documentar la evaluación de riesgos de la guía; integrar topes ajustables, superficies antideslizantes, puntos de sujeción seguros; incluir manual con montaje, uso, limpieza y mantenimiento.
NTE INEN-ISO 12100:2014	Adopta oficialmente en Ecuador los principios de ISO 12100.	Alinea diseño y documentación al marco nacional: idioma, marcado y advertencias, instrucciones claras.	Asegurar manual en español, marcado legible, advertencias y registro de cambios de diseño conforme al contexto local.
IEC 62841-1:2014	Seguridad de herramientas eléctricas portátiles (router manuales) en aspectos eléctricos, térmicos y mecánicos.	Ensayos, límites de temperatura, aislamiento, marcado y documentación técnica para herramientas.	Verificar que la guía no compromete ventilación, protecciones ni estabilidad del router; indicar modelos compatibles y recomendaciones de inspección previa

IEC 62841-1:2014	Seguridad de herramientas eléctricas portátiles (router manuales) en aspectos eléctricos, térmicos y mecánicos.	Ensayos, límites de temperatura, aislamiento, marcado y documentación técnica para herramientas.	Verificar que la guía no compromete ventilación, protecciones ni estabilidad de la router; indicar modelos compatibles y recomendaciones de inspección previa.
ISO 19085-3:2021 Serie “Woodworking machines Safety”	Requisitos de seguridad para máquinas CNC de ruteado/mandrinado	Medidas técnicas de seguridad, modos de ajuste, resguardos, funciones de parada y procedimientos de verificación.	Si la guía se usa con router CNC o mesas de ruteo, alinear su diseño con las exigencias de la serie 19085 sobre resguardos, ajustes seguros y paradas.
ISO 13857:2019	Define distancias de seguridad para impedir que manos o piernas alcancen zonas peligrosas.	Valores mínimos de alcance, alturas y aberturas para barreras y resguardos.	Dimensionar pantallas, topes y barreras de la guía para que la mano no alcance la fresa en condiciones previsibles de uso.

Fuente. Elaboración propia.

2.10. Fundamentos conceptuales

2.10.1. Diseño industrial

Se define como una actividad que implementa disciplina profesional fomentando la creatividad, ciencia y técnica para la elaboración de productos funcionales, seguros y de alto grado de resistencia. El diseño industrial implica una serie de planificaciones y desarrollo de objetos que integran forma y funcionalidad, con el propósito de favorecer a la comodidad de las personas con innovaciones arquitectónicas. Dentro de este contexto, la incorporación de esta metodología permite un mejor manejo de la materia prima, reducción de costo y beneficia a la reducción de tiempo de fabricación, ofreciendo una mejor experiencia al usuario en su vida diaria (Rodríguez Morales, 1983).

2.10.2. Diseño aplicado a carpintería

En este contexto, el rediseño dentro de la carpintería consiste en una serie de métodos que mejoran estéticamente el producto final optimizando su funcionalidad, ergonomía, durabilidad y diseño, sin afectar a su propósito original. Esta estrategia se encarga de evaluar la materia prima, ajustar dimensiones, modificar componentes o implementar herramientas más avanzadas que faciliten el manejo, precisión y control del producto en las operaciones de mecanizado. De igual manera, se evidencia que estos avances tecnológicos se han convertido en pilares fundamentales para la mejora continua de los procesos de fabricados (Echeverry Velasquez, 2013).

2.10.3. Enfoques del diseño del producto

El diseño y elaboración de los productos se abordan desde diversas perspectivas las cuales permiten integrar una correcta funcionalidad, técnica, ergonomía y diseño al producto final, con el propósito de satisfacer las demandas del mercado o cliente. Dentro de la carpintería estos enfoques están orientados normalmente a las demandas de los clientes y la experiencia de este, además, se complementan directamente con la implementación de herramientas más avanzadas como guías de ruteo con el objetivo de establecer un material más seguro, eficiente y atractivo para el usuario. De igual manera, la selección del enfoque es crucial debido a que esta metodología busca siempre un equilibrio constante entre el diseño, estética y viabilidad monetaria (Artiles Acosta, 2024).

2.10.4. Enfoque funcional – técnico

Este enfoque se centra directamente en la eficiencia operativa, precisión estructural y viabilidad del producto final, priorizando su funcionalidad por encima de factores estéticos o de diseño arquitectónico. Este busca garantizar la calidad del trabajo y de que cada componente cumpla con su propósito específico sin evidenciar falencias que no responda a una forma óptima al momento de su uso. Dentro del campo de la carpintería, el uso rutinario de las guías de ruteo no solo beneficia a la estabilidad del soporte sino a la resistencia del material con herramientas motorizadas, evitando así vibraciones y por ende errores. Es por ello, que esto no solo garantiza un óptimo desempeño de los usuarios, sino que favorece a la eficiencia del proceso de fabricación (Pahl et al., 2007).

2.10.4.1. Ergonomía de herramientas

La ergonomía se denomina como un estudio que busca una relación significativa entre el usuario y las herramientas de trabajo, con el propósito de adaptar las habilidades físicas y cognitivas, con la elaboración del producto final en las que más se adecue. De igual manera, dentro de la carpintería es fundamental que estos principios sean adecuados el momento para diferentes operarios como el peso, empuñadura y puntos de apoyo, mejorando así la productividad, seguridad y bienestar de los individuos. Es importante comprender que la correcta implementación de estas metodologías contribuye a la prevención de lesiones como, tendinitis o el síndrome del túnel carpiano, debido al uso inadecuado de los equipos manuales (Olmeda Zurriaga, 2019).

Tabla 25

Clasificación

Clasificación	Parámetro	Función	Aplicación
Ergonomía física	Altura de codo (de pie)	Relación banco– codo para evitar encorvarse.	Mesa a la altura del codo para precisión; 10–20 cm más baja para trabajos de fuerza.

	Alcance funcional	Distancia cómoda a herramientas y piezas.	Ubicar lo frecuente a 30–40 cm; evitar estiramientos y giros del tronco.
	Dimensiones de la mano	Tamaño del mango vs. tamaño de la mano.	Elegir mangos que llenen la mano sin forzar (agarre seguro y cómodo).
	Ángulos de muñeca	Si se trabaja con la muñeca doblada o neutra.	Mantener muñeca recta; ajustar guías/altura para no torcerla.
	Espalda y cuello	Inclinación o torsión sostenida.	Elevar o bajar la pieza; alternar tareas para evitar cargas prolongadas.
	Fuerza y repetición	Esfuerzo de agarre y frecuencia de movimientos.	Elegir empuñaduras cómodas; hacer pausas breves y rotar tareas.
	Manejo de cargas	Peso y volumen de piezas.	Usar apoyo/ayuda al mover tableros; planear recorridos cortos y seguros.
Factores ambientales	Vibración (mano–brazo)	Herramientas que adormecen o fatigan la mano.	Preferir equipos de baja vibración y consumibles balanceados; usar guantes adecuados.
	Ruido	Nivel sonoro en el puesto.	Reducir fuentes y usar protección auditiva cuando corresponda.
	Iluminación	Luz suficiente para ver detalles.	Asegurar buena luz general y luz dirigida en acabado/inspección.
	Polvo en el aire	Partículas que afectan	Extracción localizada y limpieza periódica del área.

	respiración y confort.	
Peso de la herramienta	Si el equipo “pesa” para el uso previsto.	Optar por modelos livianos o con soporte cuando el uso sea prolongado.
Equilibrio y balance	Si la herramienta “cae” hacia un lado.	Elegir diseños bien balanceados que faciliten el control fino.

Fuente. *Elaboración propia.*

2.10.4.2. Materiales

La selección de estos materiales resulta ser prioritarios dentro del diseño de herramientas en la carpintería, la cual determina significativamente su resistencia, eficiencia, vida útil del objeto y precisión en sus acabados. Estos deben ser elegidos a través de una serie de métodos de calidad y que se adapten a las condiciones de trabajo como vibración, fricción, humedad o impacto, además de ser compatibles con las herramientas que maneja la industria (Tamez Hernández, 2011).

Los materiales más comunes dentro de la industria maderera son:

- Aluminio: este material es altamente liviano y resistente, la cual es ideal para elaborar guías industriales debido a su estabilidad.
- Acrílico: es un material transparente que permite visibilidad dentro del campo de trabajo y mejora a la precisión de los cortes en el producto final.
- MDF: denominado (*Medium Density Fiberboard*), altamente económicos y fáciles de mecanizar, la cual es muy adecuado para la elaboración de guías.

2.10.4.3. Mecanismos

Dentro de este contexto, los mecanismos son una serie de sistemas que permiten dar un movimiento constante, ajuste o el control total de los componentes de un dispositivo. Dentro de las industria o carpinterías las más comunes en el diseño de guías que encuentran: la calibración, desplazamiento y ajuste angular, los mismos incluyen pernos de precisión, topes graduables o resorte de comprensión. El diseño de estos mecanismos se destaca por una facilidad y viabilidad en el trabajo, evitando

daños colaterales en la materia prima o en los acabados del producto final. Sin embargo, en las industrias de gran demanda, estas herramientas cuentan con una tecnología más avanzada como CNC o ajustes rápidos, los cuales permiten ajustar los cortes de manera automática garantizando un trabajo eficaz (Torres Pérez, 2022).

Tabla 26

Mecanismos

Mecanismo	Descripción funcional	Componentes principales	Aplicación práctica en carpintería
Sistema de doble barra guía	Mantiene el router estable y perfectamente paralelo al borde, garantizando un desplazamiento recto y uniforme.	Dos varillas metálicas, soportes de sujeción, abrazaderas.	Rebajes y ranuras longitudinales paralelos al canto de puertas o tableros.
Bloqueo lateral por perilla	Fija la distancia entre la fresa y el borde para que no cambie durante el corte.	Perillas roscadas, arandelas de presión, tuercas de bloqueo.	Repite medidas con precisión en trabajos en serie.
Ajuste fino micrométrico	Permite correcciones muy pequeñas sin soltar el conjunto, afinando la medida final.	Tornillo micrométrico, tuerca de regulación, manivela.	Ajustes delicados de ancho de corte o separación al canto.
Tope de avance / recorrido	Limita la carrera para evitar sobre cortes y proteger	Tornillo tope con contratuerca, escala simple.	Define la longitud exacta de un canal o cajeadado.

	los extremos de la pieza.		
Base o soporte rígido	Aporta estabilidad y ayuda a controlar la vibración durante el ruteado.	Placa de aluminio/polímero, anclajes de varilla, roscas.	Apoyo firme del router sobre la superficie de trabajo.
Ajuste angular básico	Permite un ligero giro respecto al borde para realizar cortes con pequeño ángulo.	Ranura curva, perno de giro, tornillo de fijación.	Rebajes o perfiles con inclinación sin accesorios adicionales.
Canal/adaptador de extracción de polvo (opcional)	Retira viruta y polvo del punto de corte, mejorando la visibilidad y el acabado.	Capucha o conducto, adaptador a manguera.	Corte más limpio y vista despejada durante la guía.
Acople rápido al router	Facilita montar y desmontar la guía en segundos, sin herramientas.	Abrazaderas o pasadores de liberación rápida.	Cambios de operación ágiles y menos tiempo de preparación.

Fuente. Elaboración propia

2.10.4.4. Enfoque formal - estético

Dentro del enfoque estético y formal el diseño industrial se centra netamente en la expresión armónica y visual de los productos proporcionando modernidad por su simetría, color y textura. Este componente busca que el trabajo final aparte cumplir con su finalidad, transmitan formalidad, equilibrio y atractivo artesanal, los cuales se determinan como factores significativos para la percepción de calidad del producto ante el mercado actual o la exigencia de los clientes. En la carpintería moderna, este procedimiento requiere de una serie de herramientas avanzadas o dispositivos auxiliares que contribuyan a la ergonomía como la identidad estética del producto (Iglesias Granda, 2014).

2.10.4.5. Forma

De acuerdo Medina (2003), menciona que la forma se denomina como un componente visual y estructural que define la identidad del producto final. Esta debe estar diseñada con el propósito de responder la exigencia y demandas que expresa el mercado actual, las cuales son: superficies suaves sin desniveles, sin bordes cortantes, acabados de calidad y una visibilidad estética formal. Por lo tanto, este conjunto de procedimientos resultase ser imprescindibles al momento de la construcción de puertas, tableros u objetos decorativos que estén hechas a base de madera, concibiendo un equilibrio constante entre la funcionalidad mecánica y la perspectiva visual del trabajo.

2.10.4.6. Morfología

La morfología del diseño hace énfasis en la organización y proporción entre los volúmenes, superficies y líneas que conforman el acabado del producto a través de un procedimiento riguroso con herramientas adaptadas para la facilidad del operario. Cabe recalcar que un equilibrio de este método facilita el mantenimiento, limpieza y manipulación del equipo, por lo que se comprende que la morfología no solo se entiende como una cuestión de apariencia visual, sino como una estructura funcional del diseño, garantizando rigidez y soporte para lograr una mejor precisión en el trabajo (Lobach, 2012).

2.10.4.7. Cromática

La cromática se destaca como el estudio que desata el color del diseño, la cual cumple con una serie de funciones como la comunicativa y la ergonómica. Desde este contexto, la vista comunicativa desata el color que permite identificar zonas operativas y transmite transmitir una percepción emocional visual sobresaliendo el producto final dentro del mercado. En campo ergonómico, un equilibrio cromático mejora significativamente la visibilidad, concentración y seguridad del operario en la operación. Dentro de la carpintería es importante emplear tonos fríos, como el azul y gris, los mismos que precisión y tecnología; las tonalidades cálidas reflejan energías positivas. Este tipo de estrategias favorecen singularmente a la venta del producto, beneficiando al estado monetario de talleres mediana o pequeña escala o industria maderera internacionales (Gascón Melús, 2016).

CAPÍTULO III

ANÁLISIS CONTEXTUAL

3.1. Análisis externo

La carpintería de pequeña escala está ubicada dentro del cantón Píllaro provincia de Tungurahua. Este taller se constituye como un sector tradicional que se dedica específicamente a la elaboración y venta de productos de madera como; puertas, muebles, adornos personalizados y diseño de interiores. En su actividad económica se basa dentro de la manufactura artesanal, destacando el uso practico de maquinaria básica y mano de obra artesanal, caracterizado por su calidad, acabados y bajo costo.

Tabla 27

Análisis PESTEL

Análisis PESTEL	Factores	Muy negativo (-2)	Negativo (-1)	Neutro (0)	Positivo (1)	Muy positivo (2)
Político	Estabilidad económica nacional		-1			
	Clima social en Tungurahua			0		
	Programas de apoyo a empresas pequeñas				1	
Económico	Inflación en insumos	-2				
	Expectativas de demanda			0		
	Precios de tableros e insumos		-1			
Social	Preferencia por producto local de calidad					2
	Brecha de capacitación técnica		-1			
	Cultura artesanal con arraigo local				1	
Tecnológico	Acceso a maquinaria CNC	-2				
	Uso de CAD/CAM y prototipado		1			
	Disponibilidad de herramientas estándar					
Ecológico	Desperdicio de material con guías actuales			0		
	Regulaciones ambientales y control de residuos		-1			
	Manejo de residuos de carpintería	-2				

Legal	Normas de seguridad laboral				1	
	Normas técnicas (INEN)			0		
	Propiedad intelectual		-1			
		-6	-4	0	3	2

100%	36
------	----

TOTAL	NEGATIVO	POSITIVO
	-10	5
	27,78%	13,89%

Fuente. *Elaboración propia.*

Político: En este aspecto, los talleres a pequeña escala poseen un potencial alto debido a la gran diversidad de recursos forestales que posee el país, presentando una evolución y crecimiento económico de la producción de puertas, muebles y diseños artesanales según la (CIIU 4.0). Sin embargo, cabe recalcar que, en ciertos ámbitos, enfrenta limitaciones como costos elevados, baja inversión tecnológica y poca participación en base a la exportación internacional, por lo que afecta directamente a la economía. Por otro lado, los programas de apoyo e incentivos monetarios que fortalecen la competitividad y productividad mediante asistencia técnica, capacitación y promoción comercial ayudaran a fomentar la industrialización de empresas a pequeña escala (Anchundia Quimis, 2022).

En complemento, diversos estudios señalan que la banca pública ecuatoriana, a través de BanEcuador y la CFN, cumple un papel clave en el acceso al financiamiento de las micro y pequeñas empresas mediante líneas de crédito para capital de trabajo y activos fijos, lo que impulsa su sostenibilidad y crecimiento productivo (Sinchí & Valeria, 2023). A su vez, la capacitación técnica y la formación continua son factores determinantes en la competitividad del sector, ya que fortalecen las habilidades de los trabajadores y promueven la innovación en los procesos productivos, especialmente en áreas como la carpintería y manufactura artesanal (SECAP, 2024.).

Económico: En el ámbito económico, según el Índice de Precios de la Construcción (IPCO), publicado por el INEC, la cual miden mensualmente la evolución del precio e inflación de insumos de los materiales a nivel nacional, donde refiere que el costo aumentado de (524,73\$) a (530,46\$), reflejando un aumento del 1,09% en el costo de material de construcción y por ende en los productos como puertas, artesanías y muebles. De igual manera, dentro de las expectativas de demanda las herramientas

utilizadas en dentro de los talleres han sido afectadas reflejando una inflación en los costos debido a los varios puntos esenciales como; transporte, combustible, materia prima y mano de obra. Este incremento implica una reducción significativa en lo monetario y modernización de las pequeñas empresas que buscan ajustar las demandas para seguir compitiendo con el mercado actual, aunque la creciente demanda de productos personalizados favorece al sector (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2025).

Social: Desde la perspectiva social, el sector maderero tiene una valoración positiva debido a su identidad cultural y local, donde el 65% de la comunidad prefiere la adquisición de los productos cercanos, asimismo, el 48,6% refiere que es importante la calidad y detalles personalizados reconociendo el trabajo artesanal y su acabado, el 52,9% refiere que el precio es importante para el consumidor, destacando una predisposición muy favorable por parte del producto artesanal. El arraigo local puede ser favorable para la autenticidad del producto, debido a sus métodos tradiciones que han sido adquiridos a través de generaciones pasadas. Sin embargo, la falta de capacitación o brechas al acceso de herramientas modernas limitan la eficiencia productiva de talleres a pequeña o mediana escala, dificultando la competencia con grandes industrias (Vera Reino et al., 2019).

Tecnológico: Dentro del campo tecnológico, las carpinterías locales evidencian una brecha significativa en la adopción y conocimiento de herramientas avanzadas, como el uso de softwares o maquinarias estandarizadas, donde solo el 28% de los talleres artesanales han adoptado niveles altos de modernización evidenciando una alta productividad en la elaboración de puertas, muebles y diseño de interiores y con un precio moderado, Muñoz Puche et al, (2023). La implementación de métodos como (CAD/CAM/CAE), dentro de ámbito de la carpintería favorece producción y eficacia de los productos. Esto permitirá a los talleres competir con empresas industriales a gran escala, sin la necesidad de perder su identidad artesanal y su aporte al desarrollo de familias locales. Sin embargo, la disponibilidad de herramientas estándar aún sigue siendo fundamental para los talleres artesanales, donde la combinación de habilidades manuales y la innovación tecnológica crea un equilibrio que beneficie a la producción. (Erazo Arteaga, 2022).

Ecológico: Dentro de este componente, se evidencia varios puntos relevantes que viven las carpinterías locales, como la mala gestión de los residuos de la materia prima:

viruta, aserrín y retazos, generando pérdidas de hasta un 30% de la materia prima, debido a que los talleres a pequeña y mediana escala generan entre un 45% y 65% de desperdicios por toneladas de madera procesada lo cual puede ocasionar pérdidas económicas significativas y de material un impacto relevante dentro del ambiente Molina Lozada et al., (2018). Para ello, es importante realizar una evaluación del material en resistencia, densidad y humedad con el propósito de disminuir costos y desperdicio, promoviendo una gestión más eficiente y saludable para medio ambiente (Avila Gutiérrez y Pangay Diaz, 2007).

Legal: El marco legal, las industrias y los talleres a pequeña escala, se rigen a través de normas de seguridad laboral establecidas por el decreto ejecutivo (2393), *Código del Trabajador y Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de trabajo*, la cual establece normativas que protejan la integridad física de los trabajadores (IESS, 1986). Dentro de los lineamientos técnicos, actúan como un factor que promueve la innovación y respalda el rediseño de la guía operativa ajustable, por ello es importante cumplir con las normas y programas de certificación de calidad INEN (2014).

3.2. Análisis interno (FODA)

Tabla 28

FODA

FACTORES INTERNOS		
FORTALEZAS	1	Tradición artesanal local
	2	Conocimiento técnico básico en mecanizado.
	3	Capacidad para adaptar diseños al cliente.
DEBILIDADES	1	Herramientas básicas o improvisadas.
	2	Poca estandarización de procesos.
	3	Falta de capacitación técnica continua.
FACTORES EXTERNOS		
OPORTUNIDADES	1	Capacitaciones y programas de apoyo (SECAP)
	2	Demanda local de puertas y trabajos personalizados.
	3	Uso de materiales sostenibles y reciclables
AMENAZAS	1	Competencia de talleres grandes o productos importados.

	2	Aumento del precio de materiales.
	3	Normas de seguridad y ambiente que exigen inversión

FODA				FACTORES INTERNOS					Total de Fortalezas y debilidades				
				ORGANIZACIÓN									
				FORTALEZAS							DEBILIDADES		
FACTORES EXTERNOS	COMPONENTE POLÍTICO LEGAL	OPORTUNIDADES		1	2	3		1	2	3			
			1	3	2	3		3	2	3		16	
			2	3	3	3		2	2	2		15	
			3	3	2	2		2	1	2		12	
								24				20	
		AMENAZAS	1	3	2	3		3	2	2		15	
			2	2	2	2		2	2	2		12	
			3	2	1	1		3	2	3		12	
		Suma de Amenazas y Oportunidades						18				21	
						16	12	14			15	11	14

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 29

Escala de incidencia

Escala	
1	Indica baja incidencia: el factor apenas influye
2	Expresa incidencia media: el impacto es perceptible pero no determinante
3	Representa incidencia alta.

Fuente. Elaboración propia.

Fortalezas / oportunidades

El estudio FODA demuestra que existe un potencial significativo en el desarrollo artesanal en los talleres de carpintería, la cual se complementa con las capacitaciones

y programas de apoyo disponibles en el entorno. Esta fortaleza cultural puede potencializarse si se complementa herramientas más avanzadas y el conocimiento artesanal, lo cual permitirá competir con el mercado actual. Al mismo tiempo, el conocimiento básico que sostienen en base al mecanizado es suficiente para afrontar la demanda local en puertas y trabajos personalizados, ofreciendo un trabajo de calidad y acabados con mayor precisión. La capacidad para adaptar el diseño al cliente se complementa directamente con el uso de materiales sostenibles, generando la oportunidad de ofrecer productos ecológicos y personalizados las cuales son muy valorados por los consumidores.

Debilidades/ oportunidades

Las debilidades internas como la utilización de herramientas básicas, poca estandarización y falta de capacitación del personal, si se gestionan de manera correcta pueden convertirse en ventajas significativas al momento de aprovechar las oportunidades externas. La utilización de herramientas básicas o improvisadas puede generar poca eficiencia en los acabados y lentitud, esta puede resolverse a través de programas de apoyo y capacitación ofreciendo una formación técnica orientada a nuevas tecnologías. Asimismo, la poca estandarización de procesos puede mejorar si se aprovecha la demanda local en puertas y trabajos más personalizados debido a que se utilizan métodos más uniformes y controlados. Sin embargo, otra de las limitantes es la falta de capacitación técnica continua y esta puede ser aprovechada a través de capacitaciones o adopción de métodos o practicas más sostenibles que potencien su eficiencia.

Fortalezas/ amenazas

Las fortalezas internas se consideran como una defensa frente a las amenazas externas, donde la tradición artesanal permite competir con las grandes industrias debido a que los talleres de carpintería ofrecen productos hechos manos garantizando su calidad y valor cultural. De igual manera la valoración de productos ancestrales que han sido transmitidas de generación en generación es altamente cotizados por lo clientes debido a sus procesos contemporáneos y acabados manuales. El conocimiento técnico básico que poseen beneficia significativamente a enfrentar la inflación de los precios de los materiales, permitiéndolos a ser más cuidadosos optimizando el uso de los recursos

ocasionando menos desperdicio de materia prima. De la misma manera, la capacidad de adaptar los diseños a las exigencias del cliente favorece a sobreponerse las normas de seguridad y ambiente debido a la flexibilidad que esto conlleva, permitiendo conservar la esencia artesanal sin perder las exigencias del consumidor.

Debilidades/amenazas

Por otro lado, las debilidades frente a las amenazas externas se denomina como un punto sumamente vulnerable en las carpinterías a pequeña escala, donde el uso de herramientas básicas, la falta de estandarización y el aumento de los materiales generan una baja productividad y poca calidad en los productos. De la misma forma, la falta de capacitación técnica afecta significativamente a las normativas de seguridad y ambientales, debido a que los trabajadores no se encuentran netamente preparados para afrontar estas situaciones. De igual manera, la falta de modernización en los talleres locales expresa una situación de vulnerabilidad al momento de competir con talleres grandes que si implementa tecnologías más avanzadas mejorando su producción. Es por ello que, es prioritario implementar estrategias de fortalecimiento interno guiadas en capacitaciones y actualización de herramientas, con el objetivo de tener mejores resultados frente a las amenazas externas y elevar la productividad en los talleres locales.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Método

Para abordar la presente investigación, se implementó diversos métodos como el analítico, sintético, inductiva lo cual permitirá comprender a profundidad del fenómeno a través de una visión más clara y precisa, en conjunto estas directrices aseguran significativamente un desarrollo más eficaz del análisis e interpretación de los resultados, los métodos usados para el estudio son:

- **Método analítico:** Para Lopera Echavarria et al., (2010) refiere que el método analítico comprender la estructura interna y las posibles relaciones que existan de una forma detallada. Mediante esta tipología se puede identificar causas y características del fenómeno de la investigación. Esto permite estudiar el proceso de las carpinterías a pequeña escala, donde esto permite analizar los procesos productivos, diseño, ensamblaje y acabado para evaluar su eficacia y precisión en la producción. Esto facilita la detección de problemas habituales dentro de talleres y la optimización de recursos para la elaboración de materiales artesanales.
- **Método sintético:** Para Rodríguez y Pérez (2017), menciona que el estudio sintético permite integrar elementos de fenómeno para construir una visión más global. En contraste del analítico, este busca descomponer en partes estableciendo vínculos que permitirán comprender de mejor manera su funcionamiento. Este método permite estudiar el proceso de ruteado de puertas y proponer una guía ajustable que mejore la precisión y la seguridad del trabajo. Este enfoque permite el uso de técnicas y procesos productivos, con el objetivo de diseñar propuestas sostenibles que beneficien a la producción y elaboración de diseños artesanales.
- **Método inductivo:** Según Dávila (2006), menciona que la lógica inductiva parte de la observación directa del trabajo en los talleres de carpintería de Píllaro. Se registran las acciones de los operarios, el manejo del router y los ajustes que realizan durante el mecanizado. Dentro de la lógica deductiva contrasta esos resultados con principios de diseño ergonómico y técnico para definir criterios que orienten la propuesta, asimismo permite enunciar partes

de la ley y situaciones específicas. La correcta implementación de estos componentes permite fortalecer una coherencia y solidez de fenómeno estudiado.

4.2. Enfoque

La presente investigación se desarrolla a través de una metodología mixta, la cual establece datos cualitativos y cuantitativos para la obtención de información relevante y alcanzar los objetivos planteados con anterioridad. Esta selección metodológica permitió medir aspectos relevantes del funcionamiento, experiencias y realidades de las carpinterías a pequeña escala. Como menciona Hernández Sampieri et al., (2014) la correcta combinación de estos componentes busca aprovechar las fortalezas de ambos métodos para así obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado fortaleciendo la validez del análisis. En este sentido, esta directriz fue la más adecuada debido a que facilita la elaboración de estrategias y metodologías que contribuyan a la sostenibilidad de los talleres de pequeña escala en el cantón Píllaro.

El enfoque cualitativo se centra netamente en comprender las experiencias y percepciones del fenómeno estudiado, desde un punto de vista más integral. La información que se va a levantar está orientada a comprender las experiencias, conocimientos y percepciones de los trabajadores en el proceso de ruteo. Con el propósito de observar de como los operarios implementan sus métodos de trabajo tradicionales con el ruteado, diseño y acabados, aportando significativamente a la innovación técnica dentro del campo (Cienfuegos Velasco y Cienfuegos Velasco, 2016).

El enfoque cuantitativo se denomina como un enfoque de investigación que se basa netamente en la medición y análisis numérico con el propósito de comprobar estadísticamente una relación significativa entre las variables estudiadas a través de encuestas registros estadísticos. Este componente se integró dentro del estudio mediante la obtención de datos que verifican el proceso de ruteado que implementan los trabajadores al momento de elaborar puertas de madera. Esto permite tener evidencia concreta sobre la mejora u optimización de estos procesos en las carpinterías de pequeña escala (Rendón Medel et al., 2017).

Tipo de ecuaciones

Tabla 30

Tipo de ecuaciones

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Fuente. *Elaboración propia.*

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$\bar{X}$ = Media o promedio de escala Likert

$\sum X_i$ = Suma de los valores asignados a las respuestas

N= Número total de respuestas

4.1. Modalidad

Para abarcar la presente investigación se planteó diversos métodos los cuales se centran en comprender y optimizar los procesos de los talleres a pequeña escala, las modalidades que se utilizaron son:

4.1.1. De campo

La investigación de campo se refiere a la recolección de información en el lugar exacto donde ocurre la problemática permitiendo obtener datos verídicos. El presente estudio es de campo porque la investigación se realiza directamente en los talleres de carpintería de pequeña escala del cantón Pillaro, donde se planea obtener datos reales sobre la aplicación, efectividad y limitantes de la guía en las actividades diarias, condiciones reales de trabajo, el uso de herramientas y los problemas que se presentan durante el ruteado de puertas al momento de la elaboración de puertas (Mendoza Vargas, 2024).

4.1.2. Bibliográfica- documental

El estudio se fundamenta mediante una indagación exhaustiva e interpretación de diversas fuentes confiables que aporten de manera significativa a la construcción

teórica y contextual del tema de investigación. Dentro de este contexto se recopiló información valiosa a través de libros, artículos científicos o documentos digitales que estén relacionados con el diseño de la guía operativa ajustable y su incidencia en el desempeño del proceso de ruteado. Este procedimiento beneficia a la comparación entre métodos artesanales y contemporáneos lo cual favorecerá a tener fundamentación teórica para futuras investigaciones de la misma índole (Arias Odón , 2006).

4.1.3. Experimental

Esta modalidad de tipo experimental busca comprobar el efecto de diseño de la guía operativa ajustable con el desempeño de los trabajadores dentro del proceso de ruteado. Para ello, se elabora un prototipo funcional de la guía, la cual se aplica en condiciones reales para su ejecución dentro del proceso de elaboración del ruteado. Esto se implementa antes y después para evaluar posibles limitantes que afecten a la producción como el tiempo, precisión y eficiencia. Con esto es posible generar conclusiones de forma empírica basadas en la evidencia técnica sobre el impacto real en la mejora del ruteo (Ramos Galarza , 2021).

4.1.4. Nivel de investigación

El nivel exploratorio se basa en analizar los procesos de producción a través del levantamiento y organización de diagramas operativos actuales, esta etapa busca identificar los procedimientos de trabajo y los patrones críticos del proceso de ruteado. Esto permite obtener un diagnóstico inicial lo cual consiente en comprender como funciona el sistema operativo. Asimismo, en el caso de las carpinterías a pequeña escala, permite indagar la eficiencia del uso de la técnica de ruteado y de cómo los artesanos integran estos procesos dentro de la producción de puertas de madera (Zuliani Arango, 2010).

4.1.5. Descriptivo

Se denomina como un estudio descriptivo debido a que su objetivo principal consta en detallar las características principales del funcionamiento que permitirá registrar y describir los diferentes procedimientos, herramientas y técnicas empleadas por los trabajadores. De igual manera busca identificar limitaciones o características esenciales de mejora en el proceso de fabricación. El análisis descriptivo facilita identificar variables como la estabilidad del ruteado, el control del operario y la calidad del acabado obtenido (Guevara Alban et al., 2020).

4.1.6. Explicativo

La investigación de nivel explicativo tiene como propósito de identificar las causas y razones que afectan el desempeño de los trabajadores dentro del proceso de ruteado y como esto puede afectar en el uso de una guía operativa. Este componente es importante porque permite una mejor comprensión sobre las diferentes herramientas que utilizan en los talleres y de cómo estas influyen en los resultados del proceso. De esta manera se puede tener una visión más amplia de las causas que afectan a la eficacia y calidad del producto final (García Sanz, 2008).

4.1.7. Asociación de variables

Se refiere a la relación existente entre ambas variables dentro de un estudio, con el objetivo de determinar una correlación que puede ser positiva, negativa o nula. Este análisis permite comprender de mejor manera el fenómeno y tener una visión más amplia del elemento estudiado. Dentro del estudio se integra este nivel debido a la asociación de variables y determinar la relación existente entre los parámetros técnicos y resultados en la producción. Mediante esta incidencia se buscó patrones y tendencias que permitían optimizar los procesos de elaboración, aumentando la eficacia de los talleres de carpintería a pequeña escala (Gómez Chipana, 2020).

4.2.Operacionalización de las variables

Tabla 31 Variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
El ruteado de puertas es el proceso técnico mediante el cual se elaboran líneas, figuras o diseños decorativos sobre la superficie de la puerta.	Condiciones de producción	Precisión del diseño.	¿Con qué frecuencia ocurren errores?	Encuestas y observación directa.	Encuestas a operarios y clientes.
		Tiempo de ejecución.	¿Cuánto tiempo tarda en realizar el ruteado de una puerta?		Fichas de observación en procesos de ruteado.
		Calidad del relieve o figura.	¿El resultado final cumple con lo esperado?		
	Uso y desempeño de la guía actual	Tipo de guía utilizada.	¿Qué tipo de guía utiliza (fija, móvil o artesanal)?	Entrevistas y observación técnica.	Entrevistas al dueño del taller y expertos.
		Estabilidad durante el trabajo.	¿La guía se mantiene estable sobre la superficie de la puerta?		Fichas de observación técnica.
		Sistema de sujeción.	¿El sistema de sujeción permite seguir el diseño con precisión?		
	Limitaciones del proceso	Desplazamientos o vibraciones.	¿Qué problemas son más comunes durante el ruteado?	Observación y entrevistas.	Fichas de observación en taller.
		Defectos en los diseños.	¿Con qué frecuencia debe repetir un diseño por errores?		Guía de entrevista breve.
		Reprocesos por fallas.	¿La guía presenta movimientos o vibraciones que alteran el acabado?		

Fuente. Elaboración propia

Tabla 32 Variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
El rediseño de una guía ajustable para puertas busca mejorar el proceso de ruteado mediante un dispositivo que incremente la precisión, reduzca errores y se adapte fácilmente a distintos formatos en talleres pequeños.	Diseño técnico funcional	Mecanismos de ajuste.	¿Qué tipo de mecanismo de ajuste usa?	Entrevistas focalizadas.	Entrevistas al dueño del taller y expertos.
		Material estructural.	¿Qué materiales garantizan mayor estabilidad?		
		Compatibilidad con diferentes routers.	¿El sistema se ajusta a diferentes modelos de router?		
	Eficiencia del ruteado	Precisión del diseño.	¿El nuevo diseño reduciría el tiempo de trabajo?	Encuestas y observación.	Encuestas a operarios y clientes. Fichas de observación en pruebas.
		Reducción del tiempo de trabajo.	¿Qué nivel de precisión se espera?		
		Estabilidad operativa.	¿La guía aportaría mayor estabilidad sobre la puerta?		
	Innovación y adaptabilidad	Ajuste a distintos formatos de puerta.	¿Qué tipo de ajustes serían más útiles según las dimensiones de las puertas?	Entrevistas y encuestas.	Encuestas a operarios y clientes. Entrevistas al dueño y expertos.
		Facilidad de uso.	¿El diseño debería permitir un armado rápido y adaptable?		
		Versatilidad del diseño.	¿Qué nivel de flexibilidad considera importante en la guía?		

Fuente. Elaboración propia

4.3.Diseño

4.3.1. Población y Muestra (este redáctalo mejor y que no redunde creo)

La población está conformada por los 12 talleres de carpintería de pequeña escala del cantón Píllaro, provincia de Tungurahua en el sector central. Estos talleres realizan actividades como fabricación de puertas, ventanas y muebles de madera de forma artesanal manteniendo la identidad cultural, combinando lo con la habilidad manual y la creatividad.

4.3.2. Tipo de Muestra

La investigación se orienta netamente a una muestra no probabilística, seleccionada debido a los criterios técnicos y de convivencia. Se trabajo con la “*Carpintería Chicaiza*”, debido a la productividad activa en la elaboración de puertas y ruteado. Este tipo de muestra permite obtener una información más precisa sobre la metodología de trabajo, considerando que el estudio se basa en una observación detallada del fenómeno en la actualidad (Otze y Manterola, 2017).

4.3.3. Tamaño de la Muestra

La muestra se trabaja con un caso de estudio la cual corresponde a la Carpintería Chicaiza, ubicada en el barrio Pobres Millonarios del cantón Píllaro, provincia de Tungurahua. Se trata de una unidad productiva de pequeña escala que realiza sus actividades en manera y utiliza tanto guías ajustables como sistemas improvisados, lo que permite analizar el desempeño de la guía propuesta en condiciones reales de trabajo en las que actúan los trabajadores (López, 2004).

La muestra está conformada por; 1 propietario y 2 operadores que poseen un dominio práctico en los procesos de fabricación en carpintería como: corte, mecanizado, acabó y ensamblaje. Este grupo representa la totalidad del muestreo lo cual permitirá asegurar la validez de los resultados obtenidos (Ventura León, 2017).

4.4. Técnicas de recolección de datos

Dentro del presente estudio se emplearon diversas técnicas de recolección de datos, como; entrevistas, encuestas y la observación directa. La triangulación de estas herramientas permite obtener datos enriquecidos para llegar al objetivo de la presente investigación a la vez tener asegurados datos con mayor precisión. (Medina Romero et al., 2023).

A continuación, se presenta las diferentes tipologías de técnicas:

Tabla 33

Técnicas de estudio

Técnica	Participantes	Propósito	Instrumento
Observación directa	Operarios en plena jornada laboral	Analizar condiciones de trabajo, estabilidad de la guía y desempeño en el ruteado.	Ficha de observación estructurada y registro fotográfico.
Entrevista semiestructurada	Especialistas y dueños de taller	Identificar problemas, riesgos y sugerencias sobre el uso de guías de ruteado.	Guía de entrevista técnica.
Encuesta estructurada	Operarios seleccionados	Medir la percepción sobre precisión, estabilidad y comodidad del rediseño propuesto.	Encuesta

Fuente. *Elaboración propia*

4.5. Matriz síntesis diseño metodológico

Figura 9. Cargo o rol dentro del taller

Observación directa

Análisis práctico del desempeño de los operarios y estabilidad de las guías durante el ruteo.

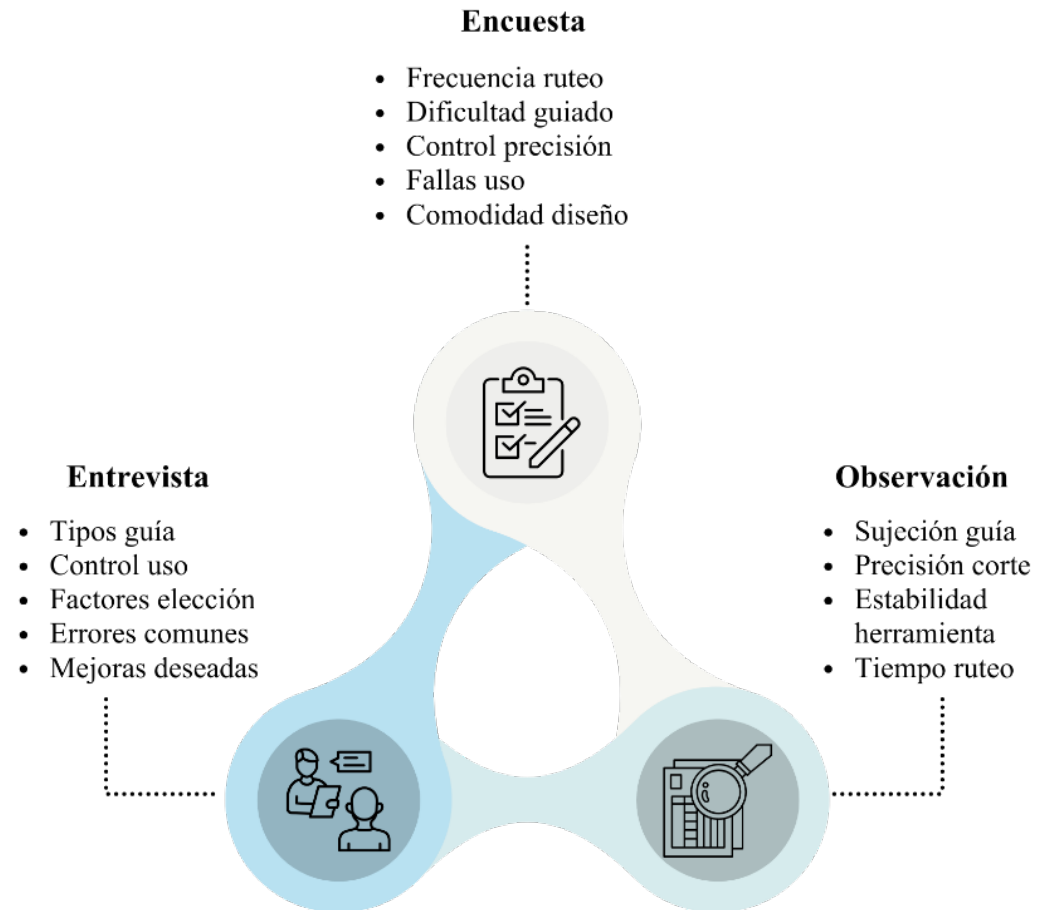
Entrevista semiestructurada

Recolección de criterios técnicos de especialistas y dueños de taller sobre fallas, riesgos y mejoras.

Encuesta estructurada

Medición de la percepción de los operarios sobre precisión, comodidad y estabilidad del rediseño.

Nota: Elaborado propia.



4.6. Análisis y discusión de resultados

Análisis entrevistas

Tabla 34

Entrevista propietario carpintería Chicaiza y experto

Pregunta	Respuesta 1	Respuesta 2	Análisis	Insights
1. ¿Qué nivel de importancia tiene el proceso de ruteo dentro de la fabricación de puertas en su taller?	El ruteo es de lo más importante. Si queda bien, la puerta se ve elegante; si no, el cliente lo nota enseguida.	Es clave porque da forma y diseño. Los clientes siempre piden puertas con líneas o detalles decorativos.	El ruteo se asocia directamente con la calidad visual y el prestigio del taller.	1. Diseño de puerta Necesidad del cliente Importancia 2. Forma diseño Líneas decorativas Cliente
2. ¿Qué tipo de guías utilizan actualmente sus operarios para rutear (fijas, ajustables, improvisadas, sin guía)?	La mayoría usa guías hechas en el taller con madera o metal, porque las no existen o son muy caras.	Se adaptan las guías según el diseño y el tipo de puerta; casi todo se hace de forma artesanal.	Predomina el uso de guías artesanales e improvisadas; refleja ingenio, pero también falta de acceso a herramientas profesionales.	1. Guías artesanales Madera o MFD Costo 2. Forma diseño Líneas decorativas Cliente

3. ¿Cómo se controla o supervisa el uso del router y de las guías en el taller?	No hay un control fijo; cada maestro trabaja a su manera y se revisa solo cuando hay errores.	Se controla que las medidas sean proporcionales y que la puerta tenga buena presentación.	El trabajo se basa en la confianza y experiencia personal más que en normas o controles técnicos.	1. Sin control Trabajo libre Autonomía 2. Medidas proporcionales Buena presentación Revisión
4. ¿Qué factores influyen en la elección del tipo de guía (costo, durabilidad, precisión, facilidad de uso, seguridad)?	Depende del diseño, del cliente y de las medidas de la puerta.	Se busca que la guía sea fácil de usar y no se mueva mientras se trabaja.	Las decisiones se guían por la practicidad, el diseño de la puerta y la comodidad del operario.	1. Depende diseño Medidas puerta Cliente 2. Fácil uso Guía firme Estabilidad
5. ¿Ha identificado errores o defectos frecuentes en el	A veces las líneas se desvían porque la guía se	Suele pasar que el router vibra mucho o se pasa de	Los errores se originan por la falta de sujeción y vibración	1. Líneas torcidas Guía suelta Error

ruteo de puertas? ¿A qué los atribuye?	mueve o no está bien sujeta.	los límites y el diseño no queda parejo.	de la herramienta durante el trabajo.	2. Router vibra Diseño irregular Falla
6. ¿Considera que el tipo de guía influye directamente en la calidad final del producto? ¿Por qué?	Sí, una guía firme deja el ruteo recto y la puerta se ve bien acabada.	Claro, si la guía se mueve, las líneas quedan torcidas y el diseño pierde forma.	La estabilidad de la guía es clave para obtener cortes precisos y acabados estéticos.	1. Líneas torcidas Guía suelta Terminado 2. Router vibra Diseño irregular Falla
7. ¿Qué errores tiene el ruteo en los tiempos de producción y en el cumplimiento de pedidos?	Cuando algo sale mal, se pierde tiempo corrigiendo o rehaciendo el trabajo.	Un error retrasa todo el proceso y complica las entregas.	Los fallos en el ruteo provocan pérdida de tiempo y demoras en la entrega de pedidos.	1. Retrabajos frecuentes Tiempo perdido Atrasos en entregas 2. Correcciones constantes Impacto en productividad Carga adicional de trabajo.

8. ¿Qué limitaciones encuentra en las guías actuales utilizadas por su personal?	Que se ajuste rápido, sea fácil de usar y no se mueva al trabajar.	Que sea más práctica, tenga topes de seguridad y no deje marcas al rutear.	Se busca una guía más estable, adaptable y que facilite el trabajo con menos esfuerzo físico.	1. Ajuste rápido Facilidad de uso Estabilidad al rutear 2. Topes de seguridad Menor esfuerzo físico. Material resistente.
9. ¿Qué mejoras o características le gustaría incorporar en una nueva guía de ruteo para optimizar la precisión y reducir errores?	Que se ajuste rápido, no se mueva y sea fácil de manejar sin dejar marcas en la puerta.	Que sea más práctica, con topes de seguridad que eviten que la fresa se salga.	Se prioriza la estabilidad, el ajuste rápido y la facilidad de manejo para mejorar precisión y reducir esfuerzo.	1. Relación calidad-precio Mejora del acabado Comodidad de uso 2. Ahorro de tiempo Durabilidad comprobada Facilidad de adaptación
10. ¿Qué aspectos tomaría en cuenta para decidir si una	Que tenga buen precio y se note la diferencia en el acabado del trabajo.	Que agilite el ruteo y sea más cómoda y duradera que las que usamos ahora.	La elección depende del costo, la comodidad y el	1. Dificultad para ajustar Falta de precisión Marcas en la superficie

nueva guía de ruteo es adecuada para su taller (como su costo, facilidad de uso o resultados en el trabajo)?	beneficio real que aporte al trabajo diario.	2. Poca adaptabilidad. Inestabilidad constante Uso limitado
--	--	---

Nota: Elaboración propia.

Tabla 35

Entrevista a maestro en carpintería y operario ayudante de carpintería

Pregunta	Respuesta 1	Respuesta 2	Análisis general	Insights
1. ¿Cuáles son las principales funciones o tareas que usted realiza dentro del taller relacionadas con el ruteo de puertas?	Me encargo de la mayoría de los trabajos del taller, entre ellos el ruteo de las puertas.	Yo hago los modelos más sencillos cuando me los encargan y preparo las puertas antes del trabajo.	El ruteo es una parte esencial del proceso porque define el diseño, la apariencia final y la satisfacción del cliente. Representa la calidad y la presentación del taller.	1. Trabajo completo Experiencia Responsabilidad 2. Apoyo general Pintado Colaboración

2. ¿Utiliza la guía original que viene con el router o prefiere otro tipo de guía? ¿Por qué?	No uso la guía del router porque no me sirve para los diseños que hago; uso las que fabrico yo mismo.	Uso las guías del taller, son las que tenemos para trabajar.	Las guías originales no se adaptan al trabajo del taller, por eso el maestro fabrica las suyas y el ayudante usa las disponibles.	1. Guías propias Adaptación Precisión 2. Guía común Práctica Rutina
3. ¿Cómo coloca y sujeta la guía del router a la puerta antes de empezar a trabajar?	Uso prensas o sargentos para que no se mueva; a veces la clavo o la atornillo si el trabajo lo permite.	Clavo las tiras de madera que sirven como guía para mantener el recorrido del ruteo.	Ambos aseguran la guía de forma manual; el maestro combina métodos y el ayudante usa tiras clavadas para mantener la línea.	1. Sujeción firme Método mixto Experiencia 2. Tiras clavadas Guía fija Aprendizaje
4. Además de la guía que incluye el router, ¿usa otro tipo de guías o plantillas? ¿Cuáles y para qué las utiliza?	Uso plantillas de MDF o madera que se adaptan a distintos diseños de puertas.	Empleo guías metálicas o de contrachapado para mantener líneas rectas.	Usan plantillas hechas por ellos mismos porque son más prácticas y se ajustan mejor al trabajo de ruteo en diferentes tipos de puertas.	1. Plantillas MDF Facilidad Adaptación 2. Guías del taller Prácticas Variedad

5. ¿Qué ventajas y desventajas observa entre la guía del router y las otras que suele utilizar?	La del router sirve para varios trabajos, pero solo permite movimientos horizontales y verticales.	Casi no la uso porque no la manejo bien, pero ayuda a hacer cortes más rectos.	La guía del router ofrece versatilidad básica, aunque limita los movimientos y requiere experiencia para un buen manejo.	1. Versatilidad Limitación Práctica 2. Falta dominio Línea recta Aprendizaje
6. Al trabajar con el router, ¿qué aspecto le resulta más difícil o requiere apoyo?	Mantener el ruteo parejo cuando la puerta es grande o pesada.	Cuando la madera es dura, el router tiende a frenarse y cuesta mantener el control.	El maestro controla mejor el ruteo por su experiencia, mientras el ayudante tiene más dificultad en mantener la fuerza y la concentración al guiar la herramienta.	1. Ruteo parejo Estabilidad Destreza 2. Movimiento continuo Fuerza Concentración
7. ¿Le resulta complicado guiar el recorrido sin desviarse?	A veces sí, sobre todo cuando el diseño tiene curvas o líneas muy delgadas.	Sí, es difícil mantener el ruteo firme; hay que hacer fuerza hacia la guía para que no se desvíe.	La precisión del ruteo depende del control manual. El maestro mantiene mejor la línea, mientras el ayudante debe	1. Curvas finas Control Destreza 2. Fuerza aplicada Ruteo firme

			aplicar fuerza constante para no desviarse.	Atención
8. ¿Qué errores o fallas ha encontrado al usar la guía del router?	A veces deja fallas al clavar o sujetar las guías, y se marcan partes donde no debería.	A veces las guías se mueven y, por falta de experiencia, me paso de la línea o el diseño no queda como se esperaba.	Las fallas se deben a una mala sujeción de las guías y a la falta de experiencia, lo que provoca diferencias entre el diseño y el resultado final.	1. Clavado deficiente Marcas Desviación 2. Falta práctica Error visual Diferencia diseño
9. ¿Le resulta complicado repetir un diseño o figura nueva usando las guías que tiene ahora? ¿Por qué?	Sí, porque cada puerta es distinta y hay que ajustar o medir de nuevo las guías.	Sí, porque los diseños cambian y a veces necesito que el maestro me guíe para que salga bien	Ambos coinciden en que repetir un diseño toma tiempo. La falta de guías ajustables y la dependencia de la experiencia del maestro dificultan el trabajo.	1. Ajuste constante Tiempo Precisión 2. Cambio diseño Dependencia Aprendizaje
10. ¿Qué características o mejoras le gustaría que tenga una nueva	Que sea firme, liviana y fácil de ajustar.	Que sea práctica, se adapte a distintas medidas y ayude a	Ambos buscan una guía más estable, liviana y adaptable que mejore la	1. Firmeza Ajuste rápido Comodidad

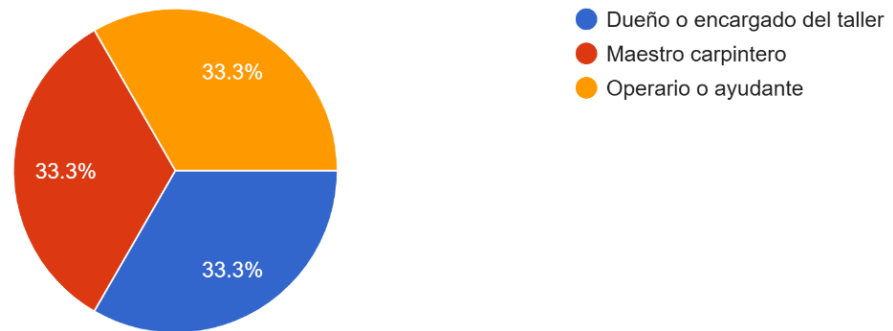
guía para rutear puertas, que le ayude a trabajar con mayor comodidad y precisión?	rutear con más seguridad.	precisión y reduzca errores al rutear.	2. Adaptabilidad Seguridad Precisión
---	------------------------------	---	--

Nota: Elaboración propia.

4.7. Analisis de encuestas a operariso y maestros

Figura 10. Cargo o rol dentro del taller

1. Cargo o rol dentro del taller
3 respuestas

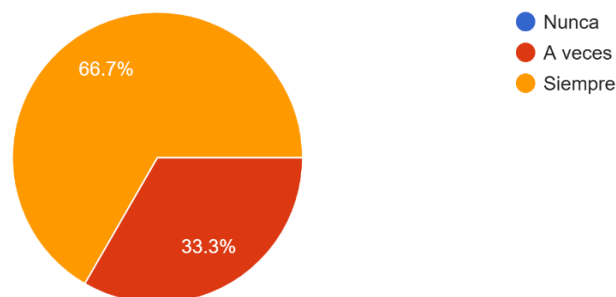


Fuente. Elaboración propia

Análisis de resultados. La encuesta se aplicó a tres trabajadores vinculados directamente al proceso de ruteo de puertas, entre ellos un dueño o encargado de taller, un maestro carpintero y un operario ayudante. Esta diversidad de roles permitió obtener una visión completa sobre el uso de guías, las dificultades que enfrentan durante el trabajo y las expectativas que tienen frente a una posible mejora del sistema de ruteo.

Figura 11. Con qué frecuencia realiza tareas de ruteo en puertas

2. ¿Con qué frecuencia realiza tareas de ruteo de puertas (marcado, ajuste de fresa, guiado, control de acabado)?
3 respuestas



Fuente. Elaboración propia

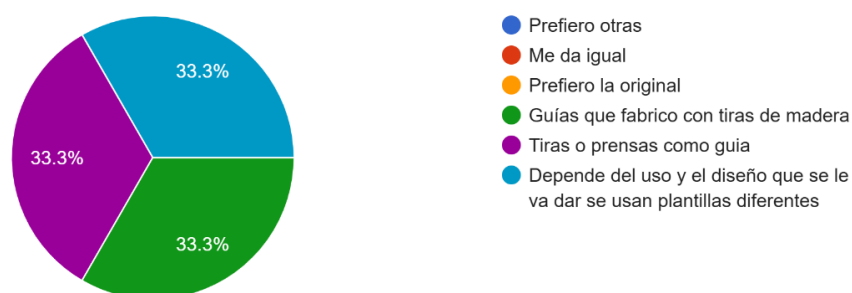
Análisis de resultados. Los resultados muestran que el 66,7 % de los participantes realiza tareas de ruteo con frecuencia, mientras que el 33,3 % lo hace de forma

ocasional. Esto refleja que el ruteo es una actividad constante en los talleres, asociada principalmente al acabado decorativo de las puertas. Los operarios lo reconocen como una de las etapas más delicadas del proceso, ya que el diseño realizado con el router es lo que da valor visual al producto final y define la aceptación del cliente.

Figura 12. *En su trabajo prefiere la guía original de router u otras guías*

3. En su trabajo, ¿prefiere la guía original del router u otras guías?

3 respuestas



Fuente. *Elaboración propia*

Análisis de resultados. En cuanto al tipo de guía empleada, los resultados muestran una distribución equitativa: un 33,3 % prefiere la guía original del router, otro 33,3 % utiliza guías alternativas y el resto manifestó indiferencia. Esto indica que no existe un sistema estandarizado de trabajo, sino que cada operario adapta la herramienta según su experiencia o comodidad. Las diferencias en las preferencias revelan una carencia de uniformidad técnica, lo que repercute directamente en la calidad del resultado final.

Figura 13. Además de la guía de router, el uso de otras guías o plantillas es su trabajo

4. Además de la guía del router, el uso de otras guías o plantillas en su trabajo es...
3 respuestas



Fuente. Elaboración propia

Análisis de resultados. El 100 % de los encuestados señaló que utiliza otras guías o plantillas adicionales en su trabajo. Este dato evidencia que los carpinteros han desarrollado métodos alternativos para mejorar la precisión y cumplir con los diseños solicitados por sus clientes. Sin embargo, la fabricación artesanal de estas guías demuestra también la falta de herramientas adecuadas y accesibles, lo que obliga a los operarios a recurrir a la improvisación como estrategia de trabajo.

Figura 14. Comparando la guía del router con otras guías

5. Comparando la guía del router con otras guías que usa, el balance general es...
3 respuestas



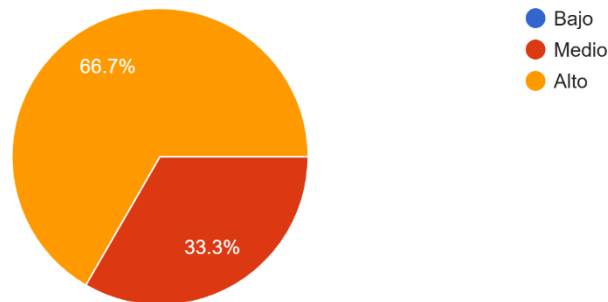
Fuente. Elaboración propia

Análisis de resultados. Todos los encuestados coincidieron en que la guía original del router presenta mayores desventajas frente a las guías caseras o adaptadas. Las razones más comunes son la falta de estabilidad, el peso y la dificultad para mantener cortes precisos en líneas largas. Esta coincidencia pone en evidencia la necesidad urgente de rediseñar una guía que ofrezca firmeza, ergonomía y control, ya que la herramienta actual no se ajusta a las demandas de precisión y comodidad que requiere el trabajo decorativo.

Figura 15. Al trabajar con el router, el nivel de apoyo que necesita es

6. Al trabajar con el router, el nivel de apoyo que necesita es...

3 respuestas



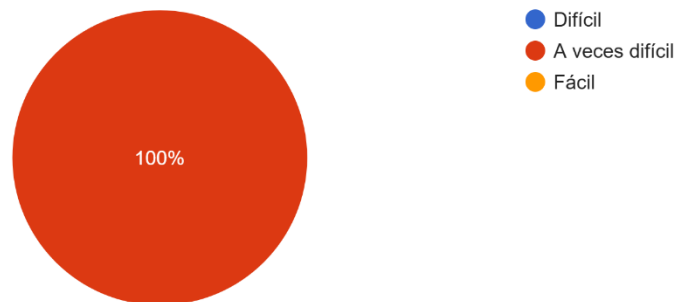
Fuente. Elaboración propia

Análisis de resultados. El 66,7 % de los encuestados afirmó necesitar un nivel medio de apoyo al usar el router, mientras que el 33,3 % manifestó requerir apoyo alto. Esto indica que las guías actuales no proporcionan el control ni la seguridad suficiente durante la operación. En muchos casos, el trabajador necesita usar topes, prensas o incluso la ayuda de otra persona para lograr la estabilidad necesaria, lo que incrementa el esfuerzo físico y el riesgo de error.

Figura 16. Guiar el recorrido sin desviarse le resulta

7. Guiar el recorrido sin desviarse le resulta...

3 respuestas



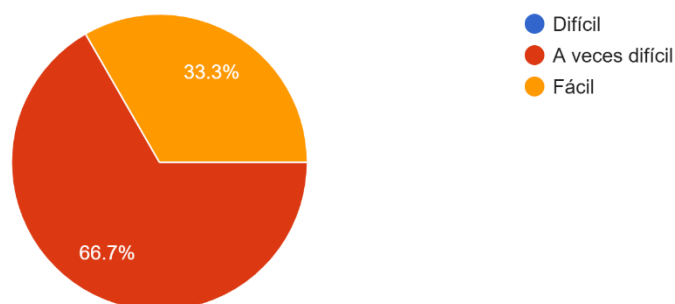
Fuente. Elaboración propia

Análisis de resultados. El 100 % de los operarios indicó que guiar el recorrido sin desviarse resulta difícil. Esta respuesta revela que existe un problema generalizado de precisión y control durante el ruteo. Las desviaciones en el trazo pueden deberse al peso de la guía, a la vibración del router o a una sujeción inadecuada del material. En consecuencia, el proceso requiere de un mayor nivel de concentración y esfuerzo, lo que incrementa el cansancio y reduce la productividad.

Figura 17. Guía el recorrido sin desviarse le resulta

8. Guiar el recorrido sin desviarse le resulta...

3 respuestas



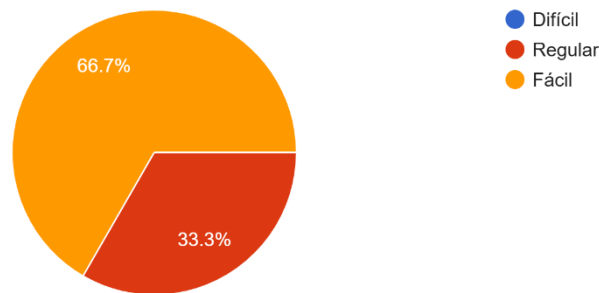
Nota: Elaboración propia

Análisis de resultados. El 66,7 % de los encuestados indicó que guiar el recorrido sin desviarse resulta “a veces difícil”, mientras que el 33,3 % lo considera fácil. Estos resultados evidencian que, aunque los operarios dominan la técnica, mantener la estabilidad del router sigue siendo un desafío frecuente. Las desviaciones se asocian

principalmente al peso de la guía, la vibración de la herramienta y la falta de sujeción firme. En consecuencia, el control del corte depende más del pulso y la experiencia del trabajador que del diseño de la guía utilizada.

Figura 18. *Ajustar o controlar la precisión del ruteo*

9. Ajustar o controlar la precisión del ruteo durante el trabajo le resulta...
3 respuestas

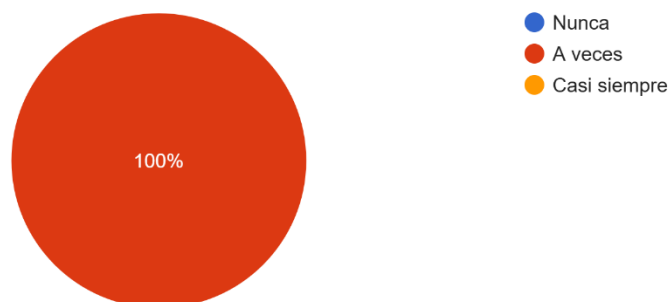


Fuente. *Elaboración propia*

Análisis de resultados. El 66,7 % de los participantes indicó que ajustar la precisión del ruteo les resulta fácil, mientras que el 33,3 % lo considera regular. Esto demuestra que los operarios dominan la herramienta por práctica y costumbre, más que por la eficiencia de la guía. Sin embargo, esta facilidad no garantiza precisión constante, ya que el control depende del pulso y la experiencia del usuario, lo que evidencia la necesidad de una guía más estable y confiable.

Figura 19. *La frecuencia con que encuentra errores*

10. La frecuencia con que encuentra errores o fallas al usar la guía del router es...
3 respuestas



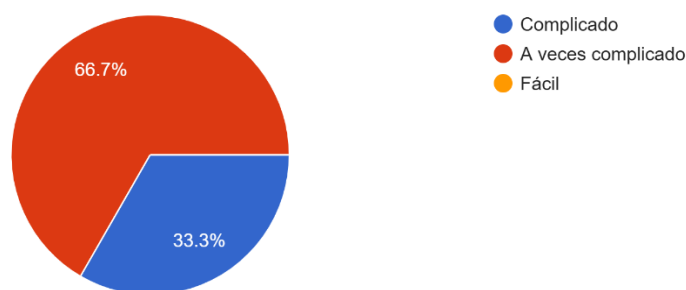
Fuente. *Elaboración propia*

Análisis de resultados. El 100 % de los encuestados reconoció que siempre se presentan errores o fallas al usar la guía del router. Este dato confirma que los defectos durante el ruteo son frecuentes y forman parte del trabajo diario. Los errores más mencionados están relacionados con cortes irregulares, canales disparejos y desplazamientos accidentales. Esta situación genera pérdida de material y retrabajo, lo cual afecta la economía y el tiempo de producción del taller.

Figura 20. Repetir un diseño o figura nueva

11. Repetir un diseño o figura nueva con las guías actuales le resulta...

3 respuestas



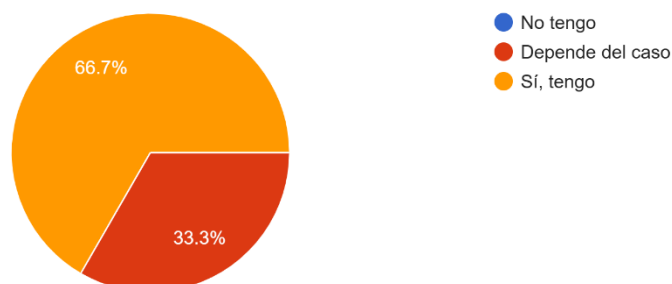
Fuente. Elaboración propia

Análisis de resultados. El 66,7 % de los participantes consideró que repetir un diseño nuevo resulta complicado, mientras que el 33,3 % lo percibe como muy complicado. Este resultado refleja la falta de precisión y estandarización en las guías utilizadas, lo que impide lograr uniformidad en los diseños. La imposibilidad de replicar una misma figura con exactitud demuestra que el proceso depende en exceso de la destreza manual y no de un sistema técnico confiable.

Figura 21. Ante un error de ruteo

12. Ante un error de ruteo, usted tiene un procedimiento definido para corregirlo...

3 respuestas



Fuente. *Elaboración propia*

Análisis de resultados. La mayoría de los encuestados (68,7 %) afirmó no tener un procedimiento definido para corregir errores, mientras que el 33,3 % indicó que actúa según cada situación. Esto evidencia que no existen métodos ni protocolos formales para enfrentar fallas en el proceso de ruteo. La resolución de errores depende enteramente de la experiencia del trabajador, lo que refleja un sistema de trabajo empírico sin soporte técnico ni estandarización.

Figura 22. *Importancia de una nueva guía de ruteo*

13. Para usted, ¿qué tan importante es que una nueva guía para rutear puertas incorpore características que le permitan trabajar con mayor comodidad y precisión?

3 respuestas

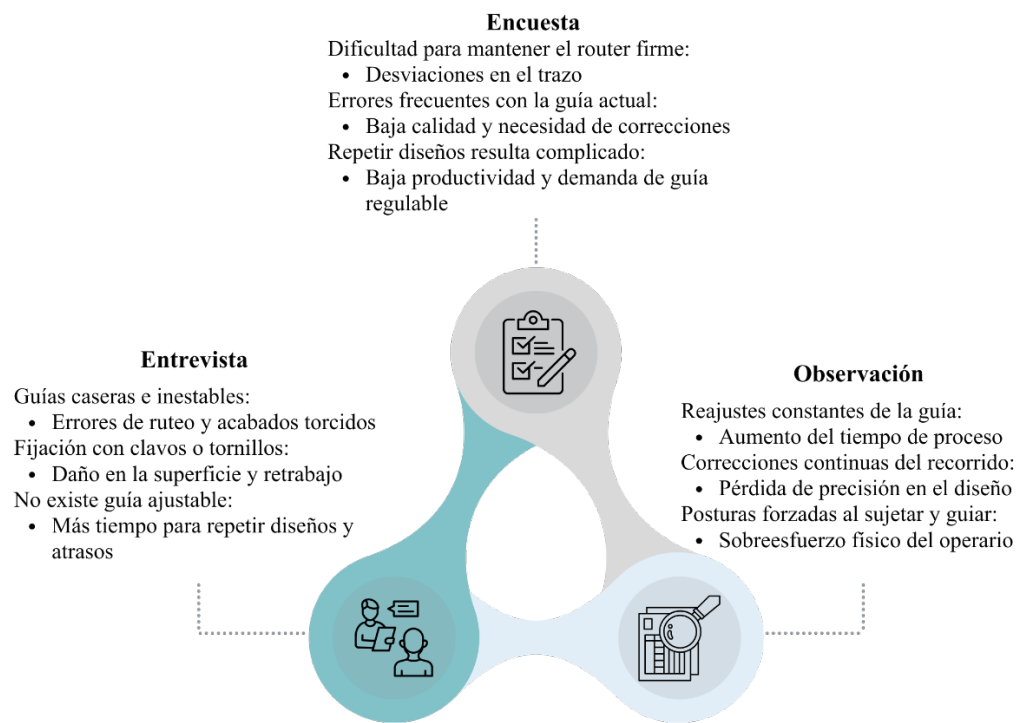


Fuente. *Elaboración propia*

Análisis de resultados. El 100 % de los participantes considera muy importante contar con una nueva guía que permita trabajar con mayor comodidad y precisión. Esta unanimidad demuestra una necesidad clara de mejora en las herramientas actuales. Los operarios esperan que un nuevo diseño incorpore características que reduzcan el esfuerzo físico, aumenten la estabilidad y faciliten la repetición de diseños sin errores.

Matriz de triangulación

Figura 23. Triangulación de resultados



Nota: Elaboración propia.

Conclusiones

Los resultados de las entrevistas evidencian que el proceso de ruteo en puertas de madera constituye una de las etapas más relevantes dentro del taller, ya que define el acabado visual y la calidad final del producto. No obstante, las guías utilizadas actualmente presentan limitaciones en cuanto a estabilidad, precisión y ergonomía. Los entrevistados coinciden en que las guías originales del router tienden a desplazarse, generar vibraciones y exigir un esfuerzo físico considerable, lo que repercute en la uniformidad de los cortes y en la eficiencia del trabajo. En respuesta a ello, la mayoría de los operarios ha optado por fabricar guías artesanales de madera o metal que, aunque resultan más pesadas, brindan un mayor control durante el proceso. De manera general, el análisis permite concluir que existe una necesidad clara de desarrollar una guía de ruteo ajustable y estable, que se adapte a diferentes tipos de puertas y facilite la precisión en los diseños. Los operarios valoran especialmente que

esta herramienta pueda fijarse con prensas o tornillos sin dañar la superficie, reduzca la vibración del equipo y permita mantener la exactitud del trazo sin depender completamente de la habilidad manual. En consecuencia, la implementación de una guía rediseñada bajo estas características contribuiría a mejorar la calidad del acabado, optimizar el rendimiento del taller y promover condiciones de trabajo más seguras y ergonómicas.

Ficha de observación

Figura 24. Fijación de guías para rutear

Nombre: David Velasco
 Area/ proceso: Fijacionde guias para rutear
 Fecha: 25/08/2025



Características
Dificultades: Mantener la alineación visual de las guías sin instrumentos de nivelación. La superficie irregular de trabajo complica la precisión del clavado. Molestias: Ocurre que los clavos se tuercen o no sujetan bien la guía, generando preocupación por la estabilidad. A veces la guía queda mal posicionada y se debe retirar o volver a colocar, lo que retrasa el proceso. Percepciones durante el proceso: Atención constante, enfoque visual y sensación de responsabilidad frente al resultado final del diseño.

Observacion
El maestro carpintero inicia el proceso midiendo el ancho y alto de la puerta con su flexómetro, estableciendo los puntos donde se colocarán las guías. Con base en estas medidas, determina la posición exacta de cada tira de madera que servirá para dirigir el ruteo. Primero coloca y clava las guías verticales, asegurándose de que queden bien sujetas al borde de la puerta; luego añade las guías horizontales, formando un marco rectangular que delimita el área de trabajo. Durante todo el proceso, comprueba visualmente que las líneas estén rectas y que las guías no se muevan. Si detecta alguna desviación, retira los clavos y ajusta la posición hasta alcanzar una fijación firme y nivelada.

Nota: Elaboración propia.

Análisis de resultados

Figura 25. Fijación de guías para rutear

1. Medición y marcación de la guía sobre la puerta

El carpintero mide la distancia desde los bordes de la puerta para que la guía quede bien recta. Requiere mucha concentración, porque cualquier error cambia la forma del ruteo.

- Cálculo visual empírico
- Control manual constante
- Concentración en la medida

3. Clavar o atornillar la guía en su lugar

Usa martillo o tornillos para dejar la guía fija. Puede sentir vibraciones en las manos y hay riesgo de golpearse o que una astilla salte. Si no fija bien, la guía se mueve y el corte se daña.

- Coordinación ojo-mano
- Alineación visual
- Adaptación rápida

2. Sostener la guía mientras la acomoda

Mantiene la guía con fuerza para que no se mueva, muchas veces con el cuerpo inclinado o usando una mano para sostener y la otra para ajustar. Esto le causa cansancio en la espalda y brazos.

- Golpe preciso
- Control total
- Ajuste por experiencia

4. Revisar que la guía quede firme antes de rutear

Antes de usar el router, revisa si la guía está firme y recta. Si no está bien sujeta, puede moverse durante el trabajo y hacer perder la precisión.

- Verificación visual
- Observación empírica
- Control final



Alta tensión



Tensión media



Baja tensión

Nota: Elaboración propia

Figura 26. Ajuste y ejecución del ruteo

Ficha de Observación

Nombre: David Velasco

Area/ proceso: Ajuste del router y ejecución del ruteo

Fecha: 25/08/2025

Imagen



Características

Dificultades:

Mantener el router estable durante el recorrido.

Regular con precisión la profundidad y dirección del corte.

Molestias:

Tensión al mantener el control sobre el router y seguir la línea exacta.

Preocupación constante por evitar desvíos o marcas en la superficie.

Percepciones durante el proceso:

El maestro se muestra concentrado y cuidadoso. Controla la herramienta con firmeza, guiándose por su experiencia para mantener la continuidad del diseño y la limpieza del trazo.

Observacion

El maestro carpintero prepara el router seleccionando la fresa adecuada según el diseño. Ajusta la profundidad de corte y verifica que la guía esté bien sujeta. Antes de comenzar, limpia el área de trabajo y revisa que no existan obstáculos. Durante el ruteo, se mantiene en una posición estable y desplaza la herramienta con movimientos firmes y continuos, apoyándose sobre la guía. Realiza pausas breves para revisar la uniformidad de las líneas y corregir pequeñas desviaciones.

Nota: Elaboración propia

Análisis de resultado

Figura 27. Ajuste del ruter

1. Revisión del tipo de fresa

El carpintero toma el router y revisa si la fresa colocada es la correcta para el diseño que va a realizar. Observa con atención el tamaño y la forma de la fresa.

- Reconocimiento visual
- Elección correcta
- Verificación técnica

3. Ajuste de la profundidad y revoluciones

Regula cuánto debe bajar la fresa y la velocidad de la máquina según el tipo de superficie. Este paso requiere paciencia y precisión para evitar dañar el material.

- Regulación precisa
- Paciencia técnica
- Cuidado material

2. Selección y colocación de la fresa adecuada

Escoge la fresa que necesita y la coloca en el router con cuidado para que quede firme. Si no la ajusta bien, puede soltarse cuando la máquina esté en uso.

- Ajuste firme
- Control manual
- Seguridad operativa

4. Preparación del área a rutear

Limpia el espacio de la puerta, quita las herramientas que uso para fijar las guías viruta y revisa que la superficie esté pareja antes de trabajar.

- Limpieza previa
- Orden visual
- Verificación base



Alta tensión Tensión media Baja tensión

Nota: Elaboración propia.

Figura 28. Ejecución del ruteo

1. Encendido del router y posición inicial

El carpintero enciende la máquina y se coloca en una posición cómoda para tener control del movimiento. Mantiene el cuerpo inclinado y las manos firmes sobre el router.

- Control inmediato
- Postura estable
- Inicio preciso

3. Repaso final del recorrido

Vuelve a pasar el router una vez más, esta vez más pegado a la superficie de la puerta, para que el trabajo quede parejo. Esta parte requiere precisión y paciencia.

- Revisión visual
- Ajuste parejo
- Seguimiento fino

2. Desplazamiento del router de derecha a izquierda

Mueve la máquina con suavidad apoyándola en la superficie y en la guía, sin profundizar mucho. Mantiene la vista fija en el recorrido para evitar que se desvíe.

- Movimiento continuo
- Pulso firme
- Dirección controlada

4. Apagado del router y revisión del resultado

Después de terminar, apaga la máquina y revisa el resultado visualmente y al tacto, comprobando que el recorrido haya quedado limpio y uniforme.

- Control final
- Observación táctil
- Validación visual



Alta tensión Tensión media Baja tensión

Nota: Elaboración propia.

Figura 29. Repetición del ruteo y revisión del resultado final

Ficha de Observación

Nombre: David Velasco

Area/ proceso: Repetición del ruteo y revisión del resultado final

Fecha: 25/08/2025

Imagen



Características

Dificultades:

Mantener la misma precisión en cada nueva guía colocada.
Evitar que las líneas del diseño pierdan continuidad o simetría.

Molestias:

Requiere concentración constante para medir y alinear cada nuevo tramo.
Cansa el proceso de clavar y retirar las guías repetidamente.

Percepciones durante el proceso:

El maestro trabaja con paciencia y atención visual. Se enfoca en mantener la uniformidad del diseño, revisando cada tramo del ruteo antes de continuar con la siguiente guía.

Observacion

El maestro continúa el proceso colocando una nueva guía sobre otra zona de la puerta. Mide cuidadosamente con el flexómetro y clava la guía para mantener la misma distancia entre líneas. Luego repite el ruteo siguiendo el mismo método, desplazando el router con precisión sobre la superficie.

Una vez terminada cada sección, desclava la guía y revisa el resultado antes de continuar. Este proceso se repite hasta completar todo el diseño decorativo de la puerta.

Al finalizar, observa el trabajo terminado, verificando que las líneas sean rectas, limpias y mantengan una misma profundidad. Su experiencia le permite evaluar visualmente la calidad del ruteo y hacer correcciones menores cuando es necesario.

Nota: Elaboración propia

Análisis de resultado

Figura 30. Repetición del ruteo

1. Encendido del router y posición inicial

El carpintero enciende la máquina y se coloca en una posición cómoda para tener control del movimiento. Mantiene el cuerpo inclinado y las manos firmes sobre el router.

- Inicio preciso
- Postura firme
- Sujeción controlada

3. Repaso final del recorrido

Vuelve a pasar el router una vez más, esta vez más pegado a la superficie de la puerta, para que el trabajo quede parejo. Esta parte requiere precisión y paciencia.

- Ajuste final
- Corte parejo
- Verificación visual



2. Desplazamiento del router de derecha a izquierda

Mueve la máquina con suavidad apoyándola en la superficie y en la guía, sin profundizar mucho. Mantiene la vista fija en el recorrido para evitar que se desvíe.

- Pulso estable
- Movimiento parejo
- Control visual

4. Apagado del router y revisión del resultado

Después de terminar, apaga la máquina y revisa el resultado visualmente y al tacto, comprobando que el recorrido haya quedado limpio y uniforme.

- Revisión final
- Resultado limpio
- Confirmación del trazo



Alta tensión



Tensión media



Baja tensión

Nota: Elaboración propia

Figura 31. Repetición del ruteo y revisión del resultado final

1. Ajuste y alineación de la guía.

El carpintero acomoda la guía ancha sobre la superficie y verifica que quede alineada con el recorrido anterior. Busca mantener el mismo nivel en toda la pieza.

- Reajuste visual
- Nivelación precisa
- Control firme



2. Deslizamiento uniforme del router

Sostiene la herramienta con firmeza y la mueve con ritmo parejo, manteniendo el contacto con la guía para que el recorrido salga recto.

- Ritmo constante
- Pulso firme
- Desplazamiento limpio

3. Coordinación del movimiento

Ajusta la velocidad y presión de la mano según el material y la resistencia del router. Observa el trazo para evitar desviaciones o vibraciones.

- Fuerza dosificada
- Control direccional
- Movimiento seguro



4. Supervisión del avance del diseño

Mientras sigue ruteando, observa si las líneas mantienen la misma dirección y profundidad. Corrige sobre la marcha cuando nota ligeras variaciones.

- Revisión dinámica
- Corrección ligera
- Evaluación visual



Alta tensión



Tensión media



Baja tensión

Nota: Elaboración propia

5. CAPÍTULO V - PROPUESTA

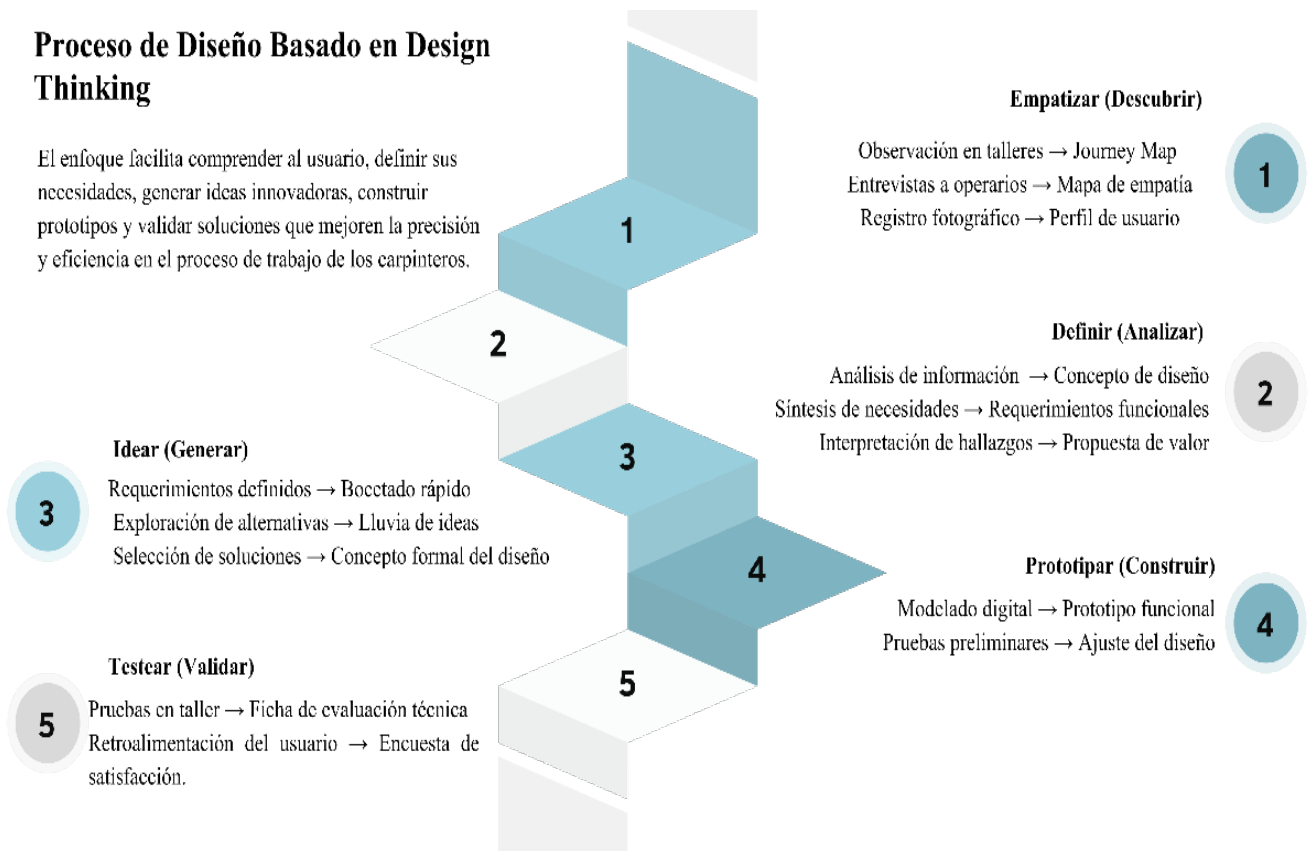
5.1. Metodología proyectual (Descripción)

La metodología que se utilizó para el presente estudio se denomina (Design Thinking), la cual se refiere a un enfoque centrado netamente resolver problemas y generar innovaciones. Esta directriz, está orientada a comprender las necesidades específicas de los usuarios y desarrollar posibles soluciones prácticas a través de un proceso interactivo, la cual engloba cinco categorías prioritarias: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar. Esto fomenta la colaboración entre los trabajadores con el objetivo de crear productos que aporten significativamente y mejoren la experiencia de los participantes al instante de realizar su actividad (Aguirre Villalobos et al., 2023).

5.2. Aplicación metodológica de la propuesta

La metodología Design Thinking, está compuesta por cinco fases fundamentales las cuales empiezan por: **Empatizar**, la cual se considera un componente esencial debido a que consiste comprender las necesidades o problemáticas de los usuarios. **Definir**, dentro de esta se organiza y se procesa la información obtenida de la primera fase, con el propósito de establecer soluciones con lo que se va a trabajar. **Idear**, se denomina como un punto clave debido a que es el momento en el que se generan ideas con el objetivo de encontrar posibles soluciones y que tengan alto grado de viabilidad. **Prototipar**, se crean modelos iniciales a través de las ideas establecidas en la fase anterior, las mismas que satisfacen las necesidades del usuario. **Testear**, denominada como la fase final de la metodología donde implica en probar los posibles prototipos en situaciones reales, se recoge información valiosa que servirá para corregir fallas, con el propósito de mejorar el producto para cliente (Izquierdo et al., 2022).

Figura 32. Metodología design thinking y herramientas aplicadas en cada etapa.



Nota: Elaboración propia

5.3. Descripción de la propuesta

El diseño presentado se origina a raíz de poder contar con la herramienta que guíe el ruteado de puertas, ya que en el mercado no se cuenta con ninguna herramienta que ofrezca precisión, velocidad y estabilidad en dicha tarea. En el día a día, los carpinteros confían en métodos tradicionales o guías improvisadas que no controlan el ruteo con precisión, ocasionando fallos, imperfecciones y una pérdida de tiempo en el proceso de producción. Como resultado, el proyecto plantea que el diseño de la guía se acomode a diferentes dimensiones y espesores de puerta, logrando un recorrido uniforme del router, optimización del proceso, acabados de mejor calidad y un trabajo más ágil del operario.

5.4. Requerimientos

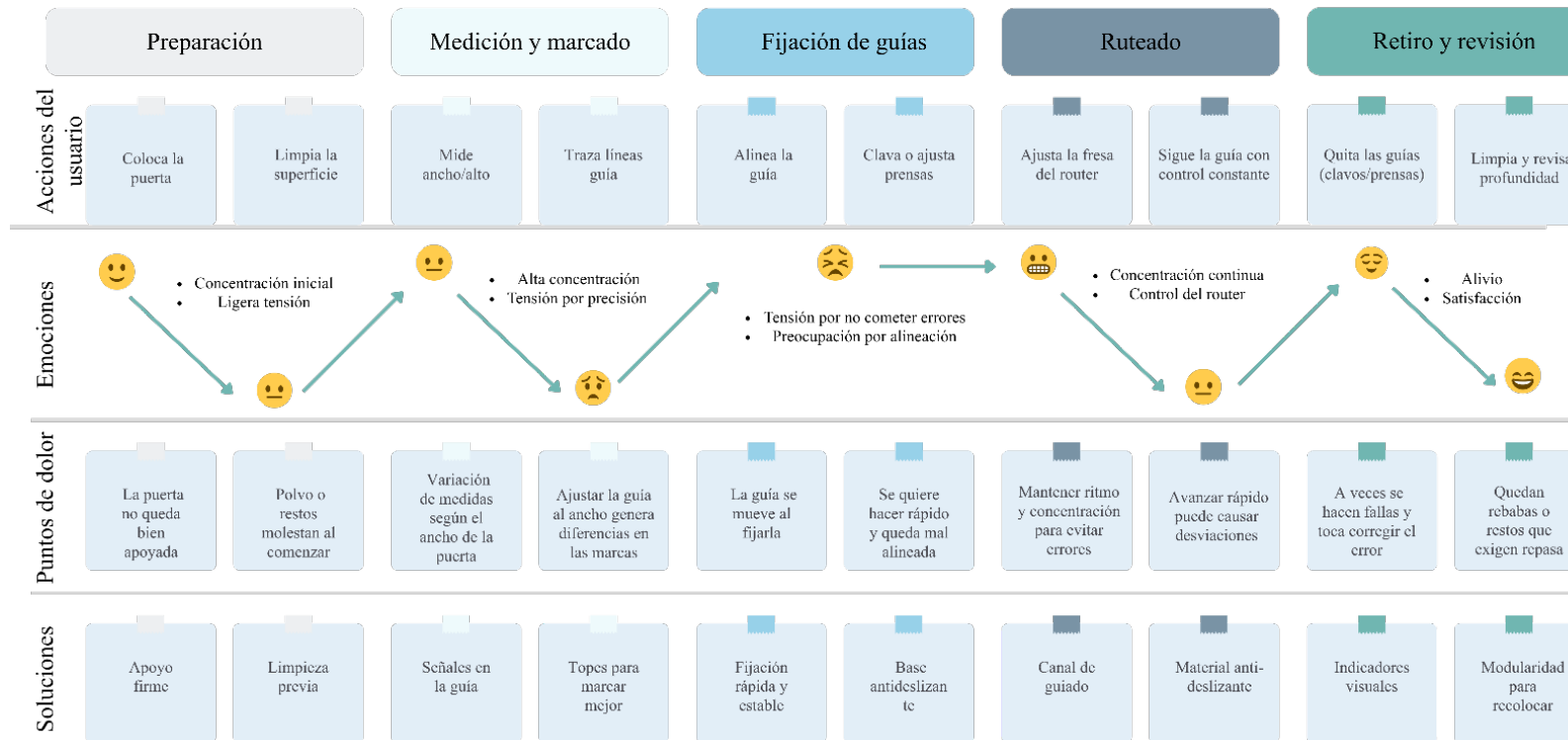
Empatizar

Figura 33. Journeymap



Sergio

Maestro carpintero

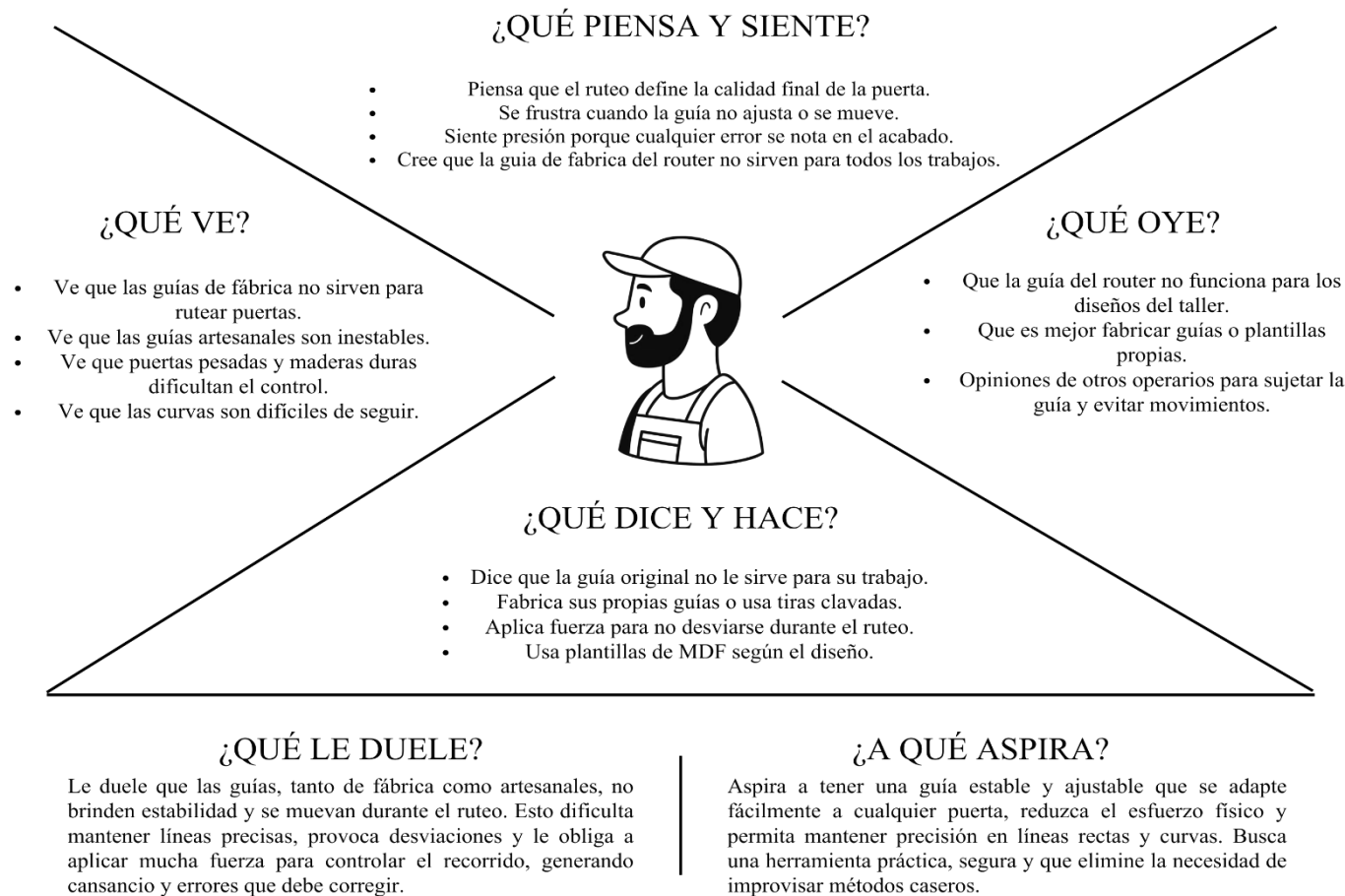


Nota: Elaboración propia

Figura 34. Mapa de empatía

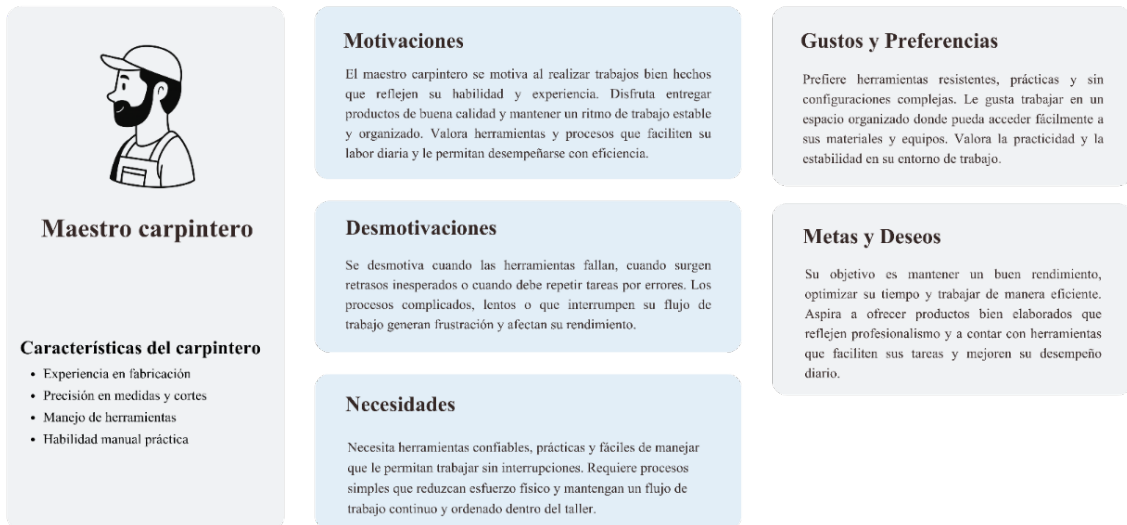
MAPA DE EMPATÍA

Operarios y maestros carpinteros



Nota: Elaboración propia

Figura 35. Perfil de usuario



Nota: *Elaboración propia*

Definir

Concepto de diseño

Veta

La línea que guía el ruteo, la dirección del trabajo y la esencia de la madera.

El diseño toma como punto de partida las líneas naturales de la madera, que avanzan con una dirección propia y muestran un recorrido que habla del origen del material. Esas líneas no son decorativas, representan una trayectoria que ordena la superficie y revela la identidad de cada pieza. El artesano reconoce ese patrón porque forma parte de su proceso diario, ya que al trabajar con puertas necesita comprender cómo se mueve el material, cómo se comporta y qué recorrido propone.

A partir de esa lectura del material, el ruteo aparece como un trazo que exige control y estabilidad. La herramienta sigue un camino que no se puede improvisar, porque la trayectoria define la calidad del resultado. El diseño interpreta esa necesidad y propone un concepto que comprende el valor de una dirección firme y continua. La guía se plantea como un apoyo que acompaña el movimiento del carpintero, mantiene el trazo estable y sostiene la intención de cada recorrido sobre la puerta.

El concepto VETA representa esta unión entre la trayectoria natural de la madera y el camino técnico del ruteo. El diseño se concibe como una guía que integra experiencia, precisión y continuidad en una sola idea. Su significado se centra en la relación entre materia y oficio, en la capacidad de orientar el movimiento sin alterar la esencia del trabajo artesanal. Este enfoque

convierte el diseño en un recurso que da coherencia al proceso, fortalece la dirección del trazo y aporta claridad al resultado final.

Figura 36. Moodboard



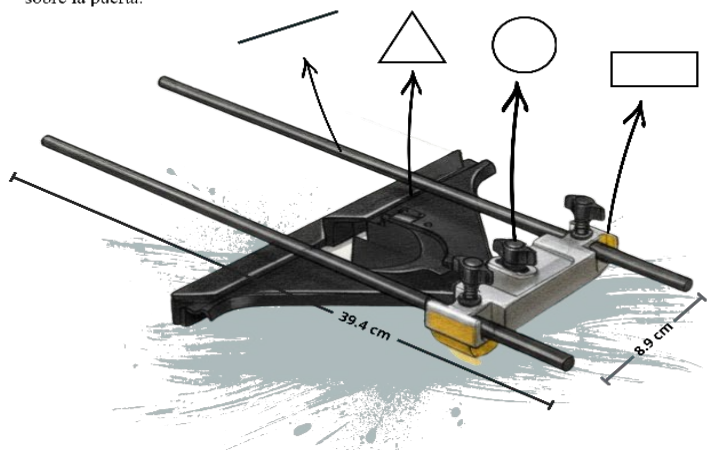
Nota: Elaboración propia.

Figura 37. Análisis tipológico

ANÁLISIS TIPOLÓGICO

Guía de router

La guía para router representa la capacidad de transformar la energía y velocidad de la máquina en un resultado controlado y de calidad profesional sobre la puerta.



Nota: Elaboración propia.

Morfología

- Cuerpo central rígido con barras paralelas.
- Formas rectas y geométricas.
- Base angular que actúa como punto de apoyo.
- Estructura simétrica para orientar el uso.

Función

- Guiar el recorrido del router en cortes lineales.
- Mantener distancia fija respecto al borde.
- Facilitar fresados repetitivos.
- Controlar el desplazamiento de la herramienta.

Dimensiones

Tamaño de la Base : 19 x 23.5 cm
 Altura Total: 29 cm y 38 cm.
 Profundidad de Corte 6 cm y 8 cm
 Ángulo Ajustable de 0° a 45°.

Acabados



Cromática



Gestalt

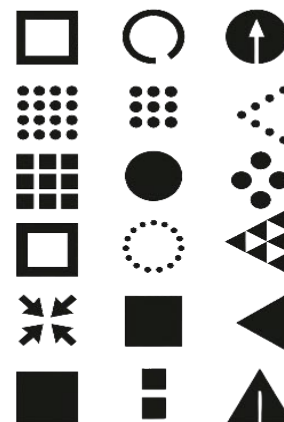


Figura 38. Brief de Diseñ

Nombre del proyecto:

Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteo de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.

Contexto

Los talleres de carpintería de pequeña escala trabajan con herramientas improvisadas que dificultan el ruteo de puertas. Esto genera inestabilidad, errores y desperdicio de material. La falta de una guía adecuada obliga a depender de la habilidad manual, lo que afecta la calidad y la productividad.

Objetivo

El proyecto tiene como objetivo rediseñar una guía operativa ajustable que brinde estabilidad y precisión en el ruteo de puertas, optimice el tiempo de trabajo y contribuya a mejorar la calidad y la productividad del taller.

Público Objetivo

El público objetivo incluye a dueños de carpinterías que buscan mejorar el rendimiento del ruteo y optimizar los tiempos de producción, a maestros carpinteros que requieren una guía estable para asegurar uniformidad en los acabados y a operarios encargados del ruteo que necesitan una herramienta precisa y fácil de controlar para evitar desviaciones en recorridos largos.

Problemática

La problemática se centra en que los talleres utilizan guías improvisadas para el ruteo de puertas, las cuales no ofrecen estabilidad ni precisión. Estas se mueven durante el corte, generan perfiles irregulares y obligan a depender de la habilidad manual, causando retrabajos, desperdicio y variaciones en la calidad del acabado.

Forma

La forma se definirá mediante geometrías simples y lineales que permitan guiar el recorrido del router con estabilidad. Se priorizarán superficies rectas, apoyos firmes y elementos ajustables que aseguren precisión durante el ruteo, manteniendo una estructura fácil de interpretar y de usar dentro del taller.

Requisitos técnicos

- Ajustarse a distintos anchos y grosores de puertas.
- Mantener estabilidad durante todo el recorrido del ruteo.
- Garantizar ruteos rectos y precisos sin desviaciones.
- Ser compatible con routers utilizados localmente.
- Permitir un ajuste rápido y fácil de comprender.

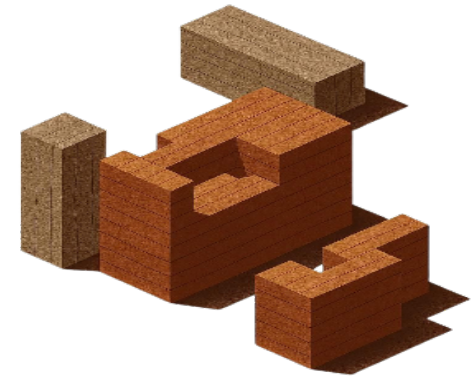
Usuario directo

Carpinteros que ejecutan el ruteo de puertas y necesitan una guía precisa

Recurso

- Referentes formales y funcionales de guías de ruteo.
- Información del usuario obtenida en talleres.
- Registro visual del proceso de ruteo.
- Herramientas de diseño como bocetos y análisis formales.
- Software para modelado y representación.

Brief de Diseño

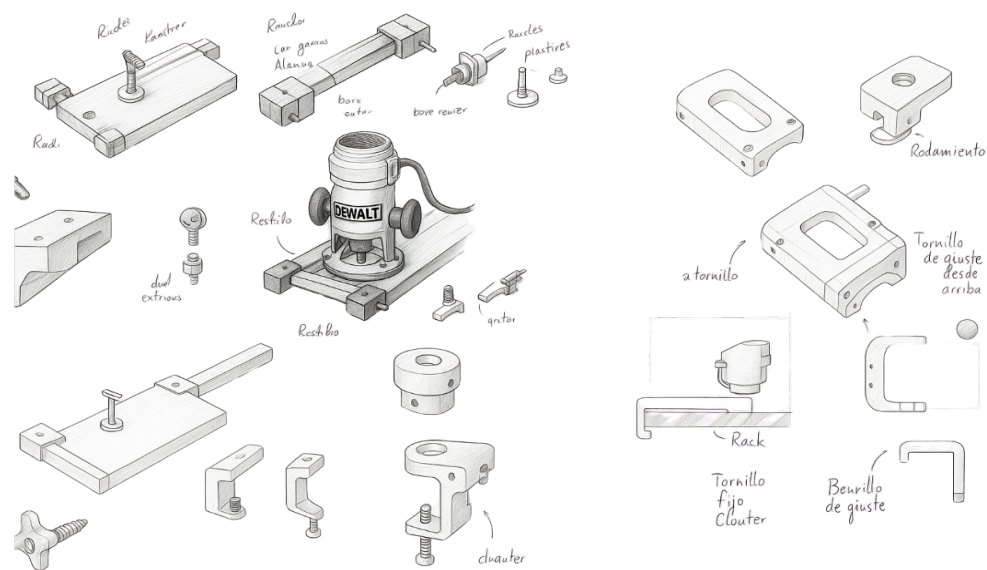


Nota: Elaboración propia.

Idear

Lluvia de bocetos

Figura 39. Lluvia de bocetos

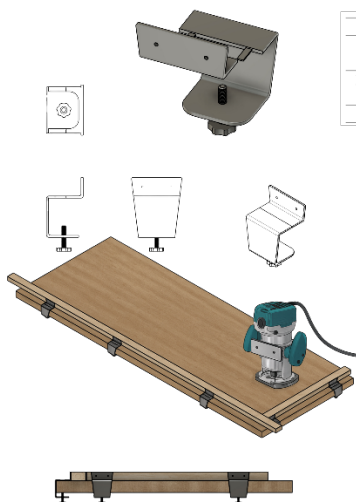


Nota: Elaboración propia

Propuesta 1

Figura 40. Máster guide

Master guide



Criterio	Precisión	Estabilidad	Ajuste	Comodidad	Seguridad	Compatibilidad	Durabilidad
Maestro carpintero	2	1	1	1	1	3	2
Dueño del taller	2	1	1	1	1	3	2
Ayudante	1	1	1	1	1	2	1

Tecnico

Estetico

Criterio	Forma	Proporción	Textura	Acabado	Color	Robustez	Coherencia visual
Maestro carpintero	2	1	1	1	1	1	3
Dueño del taller	2	2	1	1	1	1	3
Ayudante	1	1	1	1	1	1	2

Escala:

- 1: Bajo/Insatisfactorio
- 2: Medio/Aceptable
- 3: Alto/Óptimo

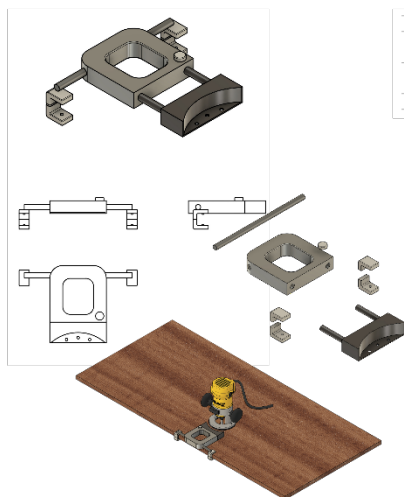
Aceptacion: 46.8%

Nota: Elaboración propia.

Propuesta 2

Figura 41. Secure line

Secure line



Criterio	Precisión	Estabilidad	Ajuste	Comodidad	Seguridad	Compatibilidad	Durabilidad
Maestro carpintero	3	2	2	1	2	3	2
Dueño del taller	3	2	2	2	2	2	2
Ayudante	2	1	2	1	1	1	1

Tecnico

Estetico

Criterio	Forma	Proporción	Textura	Acabado	Color	Robustez	Coherencia visual
Maestro carpintero	2	2	2	2	1	3	2
Dueño del taller	3	2	2	2	2	3	2
Ayudante	2	1	2	2	1	3	1

Escala:

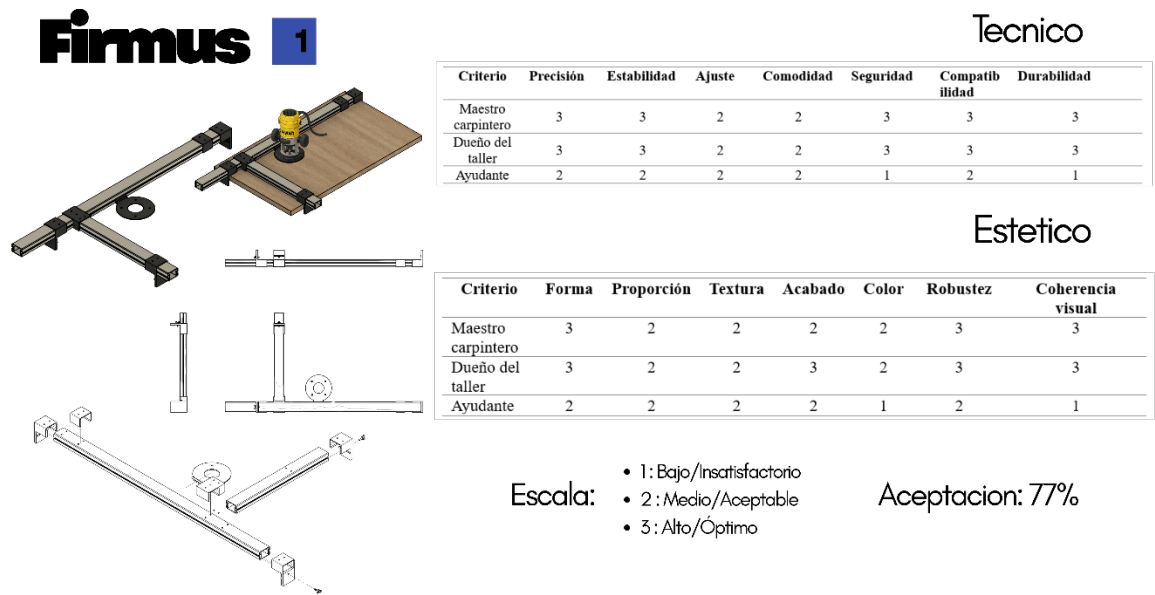
- 1: Bajo/Insatisfactorio
- 2: Medio/Aceptable
- 3: Alto/Óptimo

Aceptacion: 65.1%

Nota: Elaboración propia

Propuesta 3

Figura 42. *Firmus1*



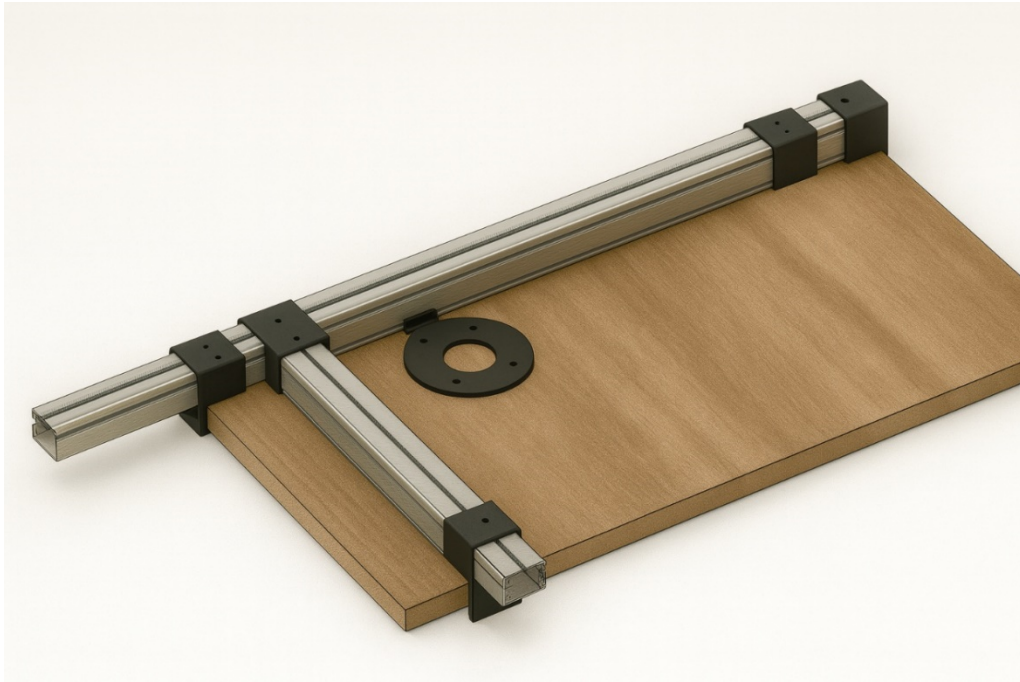
Nota: Elaboración propia.

Conclusión

La selección definitiva del diseño concluyo en la Propuesta 3, denominada Firmus 1, sustentada en el análisis cuantitativo de las matrices de evaluación, lo que confirmó su superioridad funcional y estética. En la Matriz Técnica, la suma total de las puntuaciones otorgadas por los usuarios ascendió a 50, superando significativamente a las otras propuestas. Análogamente, en la Matriz Estética, Firmus 1 consolidó su posición al alcanzar una suma total de 47. Al ratificar esta ventaja en los aspectos técnicos y de diseño, se procedió a la siguiente etapa crucial del proceso: el prototipado, el cual se desarrolló en fases que permitieron la materialización del diseño.

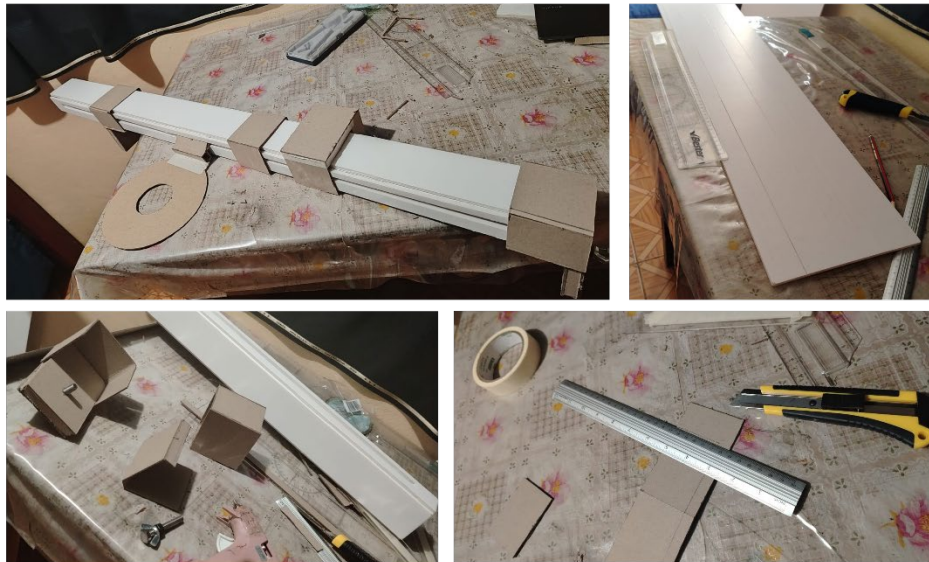
Prototipar

Figura 43. Prototipo Digital



Nota: Elaboración propia.

Figura 44. Prototipo de baja fidelidad

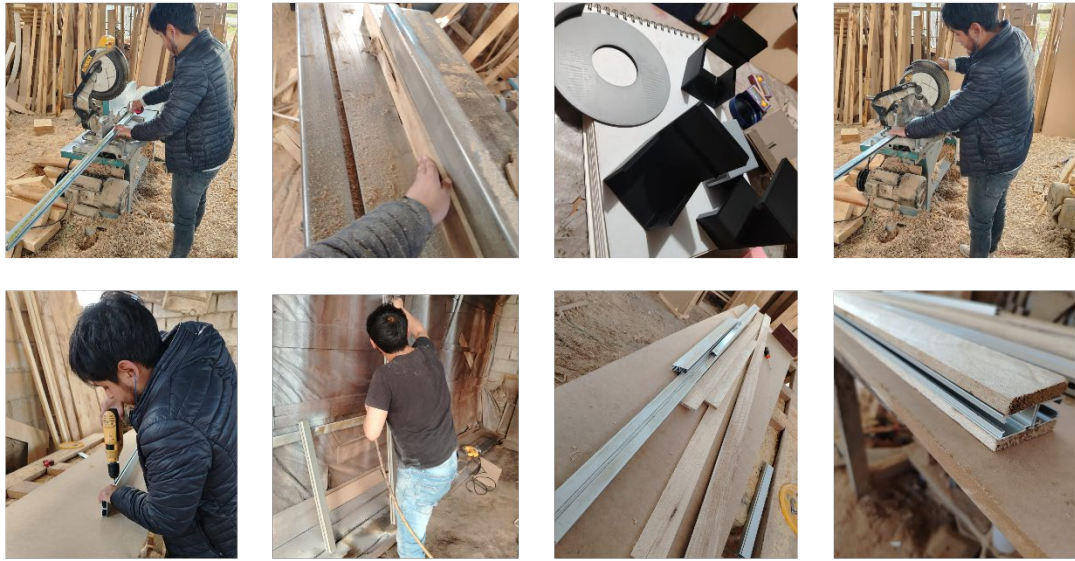


Firmus 1

Nota: Elaboración propia.

Prototipo final

Figura 45. *Prototipo final construcción*



Firmus 1

Nota: Elaboración propia.

Figura 46. *Producto final*



Firmus 1

Nota: Elaboración propia

5.5. Desarrollo de la propuesta

Renders finales

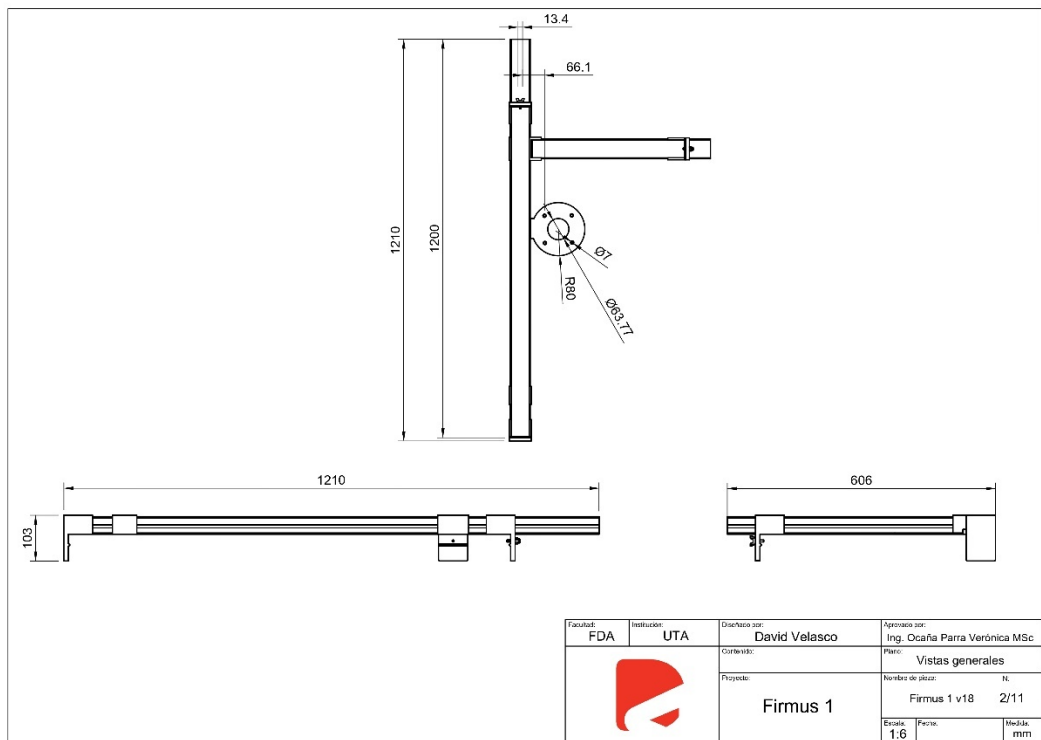
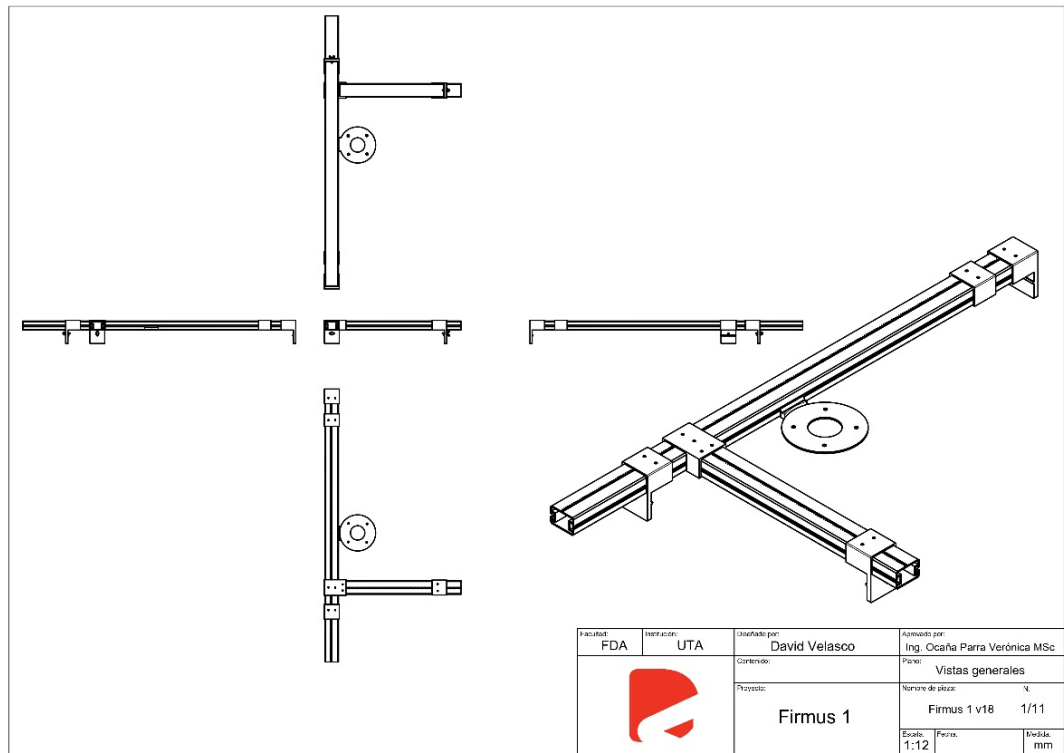
Figura 1. Firmus 1

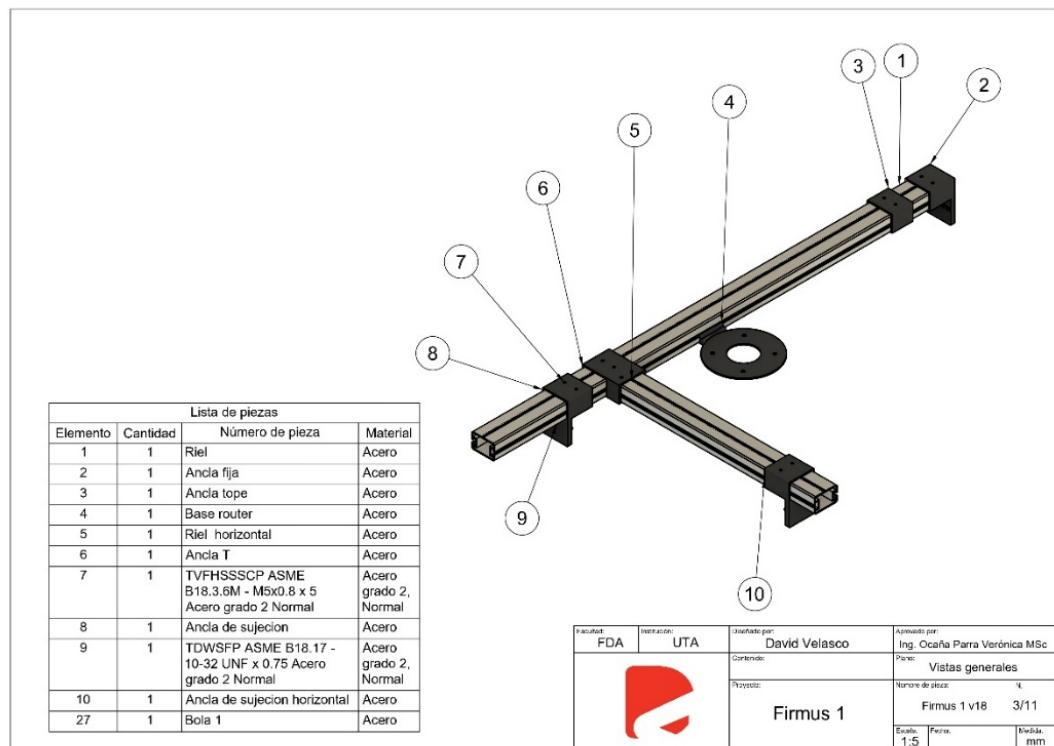


Nota: Elaboración propia.

Planos

Figura 2. Planos técnicos





Nota: Elaboración propia.

Testear

Validación Digital

Figura 3. Validación Digital

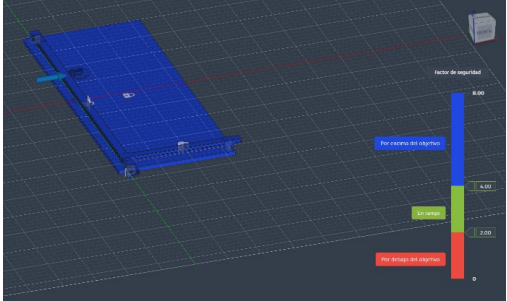
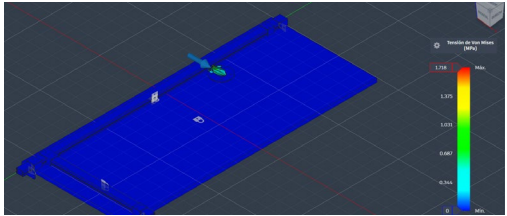
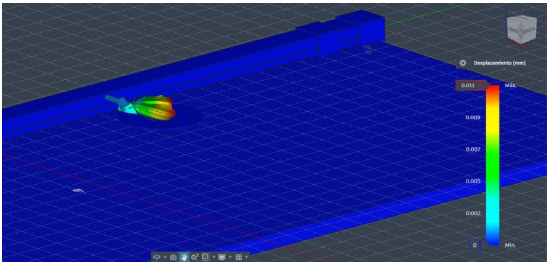


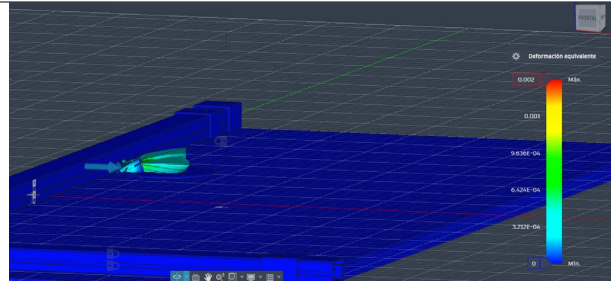
Nota: Elaboración propia.

Para revisar el comportamiento mecánico de tu guía de ruteo realizaste un análisis estático en Fusión 360. En la simulación aplicaste una fuerza de 150 N sobre el router, que se apoya en la base circular que corre sobre los rieles de aluminio de la guía. La

fuerza actúa hacia afuera de la estructura, es decir, tiende a separar el conjunto respecto de la guía mientras el mecanismo se desplaza a lo largo de los rieles. Con esta condición de trabajo registraste cuatro variables clave, el factor de seguridad mínimo, la tensión equivalente máxima, el desplazamiento total máximo y la deformación equivalente máxima, que te permiten verificar si el diseño responde bien frente al esfuerzo habitual en carpintería.

Tabla 36 Análisis de fuerza

Tipo de Análisis	Mínimo	Máximo	Gráfica
Factor de seguridad	15.00	1.055E+10	 Gráfica de Factor de Seguridad. Muestra una distribución de color sobre la estructura, con una leyenda a la derecha que indica valores desde 0 hasta 15.00. El color azul representa valores altos (seguros) y el rojo/naranja representa valores bajos (riesgo).
Tensión	0 MPA	1.718 MPa	 Gráfica de Tensión. Muestra una distribución de color sobre la estructura, con una leyenda a la derecha que indica valores desde 0 hasta 1.718 MPa. El color azul representa valores bajos y el rojo/naranja representa valores altos.
Desplazamiento	0 mm	0.011 mm	 Gráfica de Desplazamiento. Muestra una distribución de color sobre la estructura, con una leyenda a la derecha que indica valores desde 0 hasta 0.011 mm. El color azul representa valores bajos y el rojo/naranja representa valores altos.
Deformación	0 mm	0.002 mm	



Nota: Elaboración propia.

Las conclusiones del análisis de cargas indican que la guía de ruteo presenta un comportamiento estructural seguro frente a la fuerza aplicada. El factor de seguridad mínimo obtenido fue de 15, lo que significa que el conjunto resiste aproximadamente quince veces la carga considerada en la simulación antes de alcanzar el inicio de falla del material. Dado que la carga simulada fue de 150 N aplicados hacia afuera del sistema, a través del router apoyado en la base circular que corre sobre los rieles de aluminio, se infiere que los esfuerzos generados por un operario en condiciones normales de trabajo se mantienen dentro de un margen ampliamente seguro.

En cuanto al estado tensional, la tensión equivalente de Von Mises máxima registrada fue de 1,718 MPa. Este valor se encuentra muy por debajo de las resistencias típicas de materiales empleados en rieles y herrajes, como aleaciones de aluminio o acero, por lo que no se prevén riesgos de fluencia, fisuración ni rotura bajo la carga analizada. Esto permite afirmar que las zonas de contacto entre la base circular y los rieles de la guía trabajan en un rango de esfuerzos compatible con un uso continuo en talleres de carpintería.

Respecto al comportamiento deformaciones, el desplazamiento total máximo de 0,011 mm y la deformación equivalente máxima de 0,002 muestran que el sistema conserva una rigidez adecuada. Las deformaciones se mantienen dentro del rango elástico, por lo que la estructura recupera su geometría original una vez retirada la carga, sin deformaciones permanentes. En conjunto, estos resultados permiten concluir que la guía de ruteo rediseñada soporta de manera segura la fuerza que transmite el router durante el deslizamiento sobre los rieles de aluminio y que contribuye a mantener la precisión requerida en las operaciones de ruteo en puertas.

Análisis de complejidad

Para determinar el grado de complejidad de la guía de ruteo se aplicó la siguiente formula, donde N_p el cual representa el número de componentes, N_t numero de componentes y N_i el número de interfaces:

$$C_f = \sqrt[3]{N_p * N_t * N_i}$$

El producto guía de ruteo, posee un total de 11 piezas totales, siendo de ellos 6 pizas diferentes con mayor estandarización y 3 interacciones esenciales: deslizamiento controlado, ajuste de ancho simplificado, acompañamiento estable del router. Reemplazando estos valores en la formula se obtuvo un valor de complejidad de 5,82.

Mientras que la guía existente

$$N_p = 17$$

$$N_t = 9$$

$$N_i = 6 \text{ (deslizamiento en X, Y, montaje del router, puntos de sujeción, alineación).}$$

$$C_f = 9,71$$

Por otro lado, la guía rediseñada

$$N_p = 11$$

$$N_t = 6$$

$$N_i = 3 \text{ (deslizamiento controlado, ajuste de ancho simplificado, acoplamiento estable del router).}$$

$$C_f = 5,82$$

Con los cálculos obtenidos tenemos la siguiente tabla donde se muestran a continuación la comparativa de factores de complejidad.

Tabla 37
Comparativa de factor de complejidad

		Alternativa existente	Alternativa rediseñada
Número de piezas	N_p	17	11

Número de componentes diferentes	N_t	9	6
Número de interacciones / interfases	N_i	6	3
Factor de complejidad	$C_f = \sqrt[3]{N_p * N_t * N_i}$	9,71	5,82

Nota: Elaboración propia.

Dentro del análisis del factor de complejidad de la alternativa A se evidencia una diferencia significativa donde el valor es de 9,71 lo cual determina un diseño estructural denso caracterizado por una elevada cantidad de piezas, múltiples tipos de componentes y un número considerable de interacciones mecánicas. Este nivel de complejidad supone una mayor probabilidad de desajustes durante el uso. Además, la falta de mecanismos de ajuste estandarizados genera variaciones en la precisión del corte y limita la adaptabilidad del instrumento a diferentes anchos de trabajo. En contraste con la propuesta rediseñada la guía de ruteo se obtiene un factor de complejidad de 5,82, casi un 40% menor que el de la guía tradicional. Esta reducción no solo representa una disminución numérica, sino una optimización real del desempeño funcional. Al poseer menos piezas y un número inferior de componentes diferentes, se minimizan los puntos de contacto y las posibilidades de falla. Asimismo, la reducción de interacciones mecánicas implica que los movimientos se concentran únicamente en los ejes indispensables para la operación, eliminando desplazamientos no deseados y garantizando una mayor estabilidad en el proceso de ruteo. Por lo tanto, la Alternativa rediseñada se consolida como la opción óptima.

Usabilidad

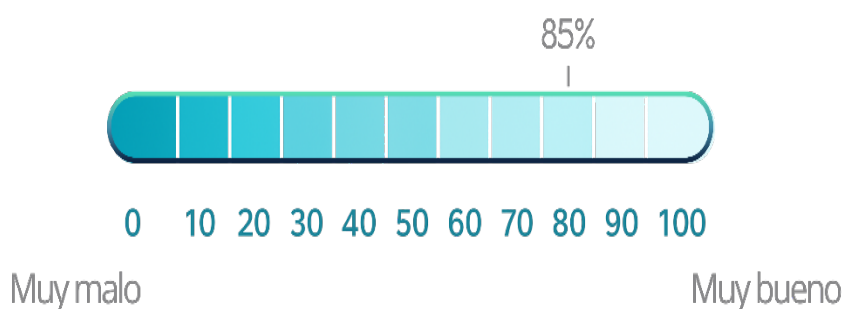
El prototipo de la guía de ruteo fue sometido a una prueba de usabilidad a los operarios de carpintería que interactuaron con el dispositivo. Dicha evaluación se estructuró con diez indicadores diseñados para medir la aceptación funcional de la herramienta, abarcando criterios esenciales como la simplicidad de manipulación, la seguridad operativa, la estabilidad estructural y la satisfacción del usuario. Cada criterio fue valorado mediante una escala de Likert de cinco puntos, donde la percepción mínima corresponde al valor de 1 y la máxima al valor de 5. La métrica definitiva de la aceptación fue determinada tras un análisis estadístico bifásico: primero, se calculó el

puntaje ajustado del test, y posteriormente, este valor se convirtió en el porcentaje de usabilidad utilizando la expresión matemática definida para la ponderación global.

$$\text{Porcentaje de usabilidad} = \text{Puntaje ajustado} \times 2,5$$

A partir de las valoraciones registradas en el test de usabilidad aplicado al rediseño de la guía de ruteo para puertas, se obtuvo una suma total de 44 puntos. Al considerar que el puntaje mínimo posible es de 10 puntos, el puntaje ajustado alcanzó un valor de 34 puntos. Aplicando la expresión establecida para la conversión a porcentaje, se determinó un porcentaje de usabilidad del 85 %, lo que ubica a la guía dentro de un rango alto de aceptación por parte de los operarios de carpintería y evidencia que el diseño propuesto resulta funcional y satisfactorio para el contexto de uso previsto.

Figura 4. *Escala de Usabilidad.*



Nota: *Elaboración propia.*

6. CAPÍTULO V

6.1. Conclusiones

- La revisión documental dentro de la investigación permitió identificar las diferentes limitaciones que padecen la gran mayoría de los talleres a pequeña escala, como el uso frecuente de herramientas improvisadas en referencia al acabado o ruteado de puertas de madera. Esta revisión demostró la importancia

de implementar este tipo de guías con el propósito de optimizar el proceso de elaboración.

- Se determinó que el uso de herramientas tradicionales puede ocasionar deficiencias en base a la estabilidad y desviaciones que puede ocasionar fallos en el proceso de ruteado. Los resultados obtenidos evidenciaron que la propuesta de un guía ajustable es óptima debido a una mayor precisión y soporte lo cual lo hace sumamente viable.
- Resulta optimo el diseño del prototipo de guía de ruteado, debido a que esta herramienta permite incrementar el proceso de elaboración, con cortes más precisos y limitando los posibles errores de alineación. Esto demuestra que el modelo aplicado se acopla de manera precisa a las exigencias de los trabajadores beneficiando a tu trabajo.
- La aplicación de la prueba de complejidad determinó que el producto es altamente viable y responde de manera óptima con un 5,82, casi un 40% menor que el de la guía tradicional. En usabilidad presenta un 85% de eficiencia, donde se pudo confirmar que el prototipo propuesto redujo la complejidad que referían los operarios y optimizó el tiempo de producción, destacando que esta herramienta es sumamente viable y funcional.

6.2 Recomendaciones

- Es importante ampliar y actualizar de manera periódica las fuentes técnicas, normativas e industriales con el propósito de sostener un criterio comparativo sobre mejores prácticas del proceso de ruteado en los talleres a pequeña escala y que esto puedan integrar de forma permanente dentro de los protocolos del proceso de elaboración.
- Se recomienda que los talleres a pequeña escala opten por sustituir las herramientas tradicionales por la propuesta que se ha implementado en la investigación. Esta garantiza estabilidad y un funcionamiento continuo a largo plazo. Es prioritario desarrollar indicadores de precisión que permita identificar posibles mejoras.
- Es importante implementar prototipos que ayuden a optimizar el trabajo de los talleres a pequeña escala, debido a la falta de herramientas estandarizadas o

tecnológicas. Este tipo de prototipos tienen que ser de calidad para que así garanticen su factibilidad y resistencia al momento de trabajar con madera.

- Es prioritario realizar un proceso el cual valide de forma continua el uso de esta herramienta con pruebas periódicas y que estas permitan evidencias posibles falencias que requieran mejorar. Se sugiere establecer un manual o guía técnica que oriente a los operarios al uso óptimo de este prototipo.

ANEXOS

ANEXO 1

Entrevista a carpinteros/expertos

Tema: Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.

Objetivo: Conocer la percepción y decisiones de los dueños o encargados de taller sobre el uso de guías de ruteo, su impacto en la productividad, calidad del acabado y seguridad de los operarios, así como las principales necesidades para mejorar este proceso en talleres locales.

Datos del entrevistado**Nombre:** _____**Cargo/Profesión:** _____**Fecha:** _____

1. ¿Qué nivel de importancia tiene el proceso de ruteo dentro de la fabricación de puertas en su taller?
2. ¿Qué tipo de guías utilizan actualmente sus operarios para rutear (fijas, ajustables, improvisadas, sin guía)?
3. ¿Cómo se controla o supervisa el uso del router y de las guías en el taller?
4. ¿Qué factores influyen en la elección del tipo de guía (costo, durabilidad, precisión, facilidad de uso, seguridad)?
5. ¿Ha identificado errores o defectos frecuentes en el ruteo de puertas? ¿A qué los atribuye?
6. ¿Considera que el tipo de guía influye directamente en la calidad final del producto? ¿Por qué?
7. ¿Qué errores tiene el ruteo en los tiempos de producción y en el cumplimiento de pedidos?
8. ¿Qué tipo de mantenimiento o reemplazo se realiza a las guías o routers dentro del taller?
9. ¿Ha invertido en nuevas herramientas o diseños de guías en los últimos años? ¿Cuál fue el motivo principal?
10. ¿Qué limitaciones encuentra en las guías actuales utilizadas por su personal?
11. ¿Qué mejoras o características le gustaría incorporar en una nueva guía de ruteo para optimizar la precisión y reducir errores?
12. ¿Qué aspectos tomaría en cuenta para decidir si una nueva guía de ruteo es adecuada para su taller (como su costo, facilidad de uso o resultados en el trabajo)?

ANEXO 2**Entrevistas a operarios**

Tema: Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.

Objetivo: Conocer cómo los operarios usan las guías del router, qué dificultades enfrentan y qué mejoras podrían facilitar el trabajo y mejorar el proceso de ruteo de puertas.

Datos del entrevistado

Nombre: _____

Cargo/Profesión: _____

Fecha: _____

1. ¿Cuáles son las principales funciones o tareas que usted realiza dentro del taller relacionadas con el ruteo de puertas?
2. ¿Utiliza la guía original que viene con el router o prefiere emplear otro tipo de guía? ¿Por qué?
3. ¿Cómo coloca y sujeta la guía del router a la puerta antes de empezar el trabajar?
4. Además de la guía que incluye el router, ¿usa otro tipo de guías o plantillas? ¿Cuáles y para qué las utiliza?
5. ¿Qué ventajas y desventajas observa entre la guía del router y las otras guías que suele utilizar?
6. Al trabaja con el router, ¿qué aspecto le resulta más difícil o requiere apoyo?
7. ¿Tiene dificultades para mantener el router firme mientras trabaja?
8. ¿Le resulta complicado guiar el recorrido sin desviarse?
9. ¿Tiene dificultades para ajustar o controlar la precisión del ruteo durante el trabajo?
10. ¿Qué errores o fallas le han encontrado al usar la guía del router?
11. ¿Le presenta complicado repetir un diseño o figura nueva usando las guías que tiene ahora? ¿Por qué?
12. Cuando comete un error al rutear, ¿Qué procedimiento aplica para corregirlo o solucionarlo?
13. ¿Qué características o mejoras le gustaría que tenga una nueva guía para rutear puertas, que le ayude a trabajar con mayor comodidad y precisión?

ANEXO 3

Encuesta a operarios

Tema: Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.

Objetivo: Identificar cómo los operarios realizan el ruteo de puertas y utilizan las guías (original y alternativas), evaluar las principales dificultades (colocación y sujeción, estabilidad, guiado sin desviarse, control de precisión, errores y repetición de diseños) y recoger las mejoras prioritarias que orienten el rediseño de una guía ajustable más cómoda, precisa y eficiente para talleres de pequeña escala.

Datos del entrevistado:

Nombre: _____

Cargo/Profesión: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Lea cada pregunta y marque una sola opción según corresponda.

Cuando vea un campo “Opcional”, puede añadir un breve detalle.

Frecuencia → 1 Pocas veces · 2 A veces · 3 Frecuentemente

Facilidad/Dificultad → 1 Difícil/No difícil · 2 Regular/A veces difícil · 3

Fácil/Difícil

Preferencia/Importancia/Definición → 1 Bajo/Prefiero otras/No tengo · 2

Medio/Indistinto/Depende · 3 Alto/Prefiero original/Sí tengo

1. ¿Con qué frecuencia realiza tareas de ruteo de puertas (marcado, ajuste de fresa, guiado, control de acabado)?

Escala: 1 Pocas veces · 2 A veces · 3 Frecuentemente

2. En su trabajo, ¿prefiere la guía original del router u otras guías?

Escala: 1 Prefiero otras · 2 Indistinto · 3 Prefiero la original

Opcional: ¿Por qué? _____

Colocar y sujetar la guía en la puerta antes de trabajar me resulta...

Escala: 1 Difícil · 2 Regular · 3 Fácil

3. Además de la guía del router, el uso de otras guías o plantillas en su trabajo es...

Escala: 1 Inexistente · 2 Ocasional · 3 Habitual

Opcional: ¿Cuáles y para qué? _____

4. Comparando la guía del router con otras guías que usa, el balance general es...

Escala: 1 Más desventajas · 2 Equilibrado · 3 Más ventajas

Opcional: Nota breve _____

5. Al trabajar con el router, el nivel de apoyo que necesita es...

Escala: 1 Bajo · 2 Medio · 3 Alto

Opcional: ¿En qué aspecto? _____

6. Mantener el router firme mientras trabaja le resulta...

Escala: 1 No difícil · 2 A veces difícil · 3 Difícil

7. Guiar el recorrido sin desviarse le resulta...

Escala: 1 No difícil · 2 A veces difícil · 3 Difícil

8. Ajustar o controlar la precisión del ruteo durante el trabajo le resulta...

Escala: 1 No difícil · 2 A veces difícil · 3 Difícil

9. La frecuencia con que encuentra errores o fallas al usar la guía del router es...

Escala: 1 Rara vez · 2 Ocasional · 3 Frecuente

10. Repetir un diseño o figura nueva con las guías actuales le resulta...

Escala: 1 No complicado · 2 A veces complicado · 3 Complicado

Opcional: ¿Por qué? _____

11. Ante un error de ruteo, usted tiene un procedimiento definido para corregirlo...

Escala: 1 No tengo · 2 Depende del caso · 3 Sí, tengo

Opcional: ¿Cuál? _____

12. Para **usted**, ¿qué tan importante es que una nueva guía para rutear puertas incorpore características que le permitan trabajar con **mayor comodidad y precisión**?

Escala: 1 Poco importante · 2 Importancia media · 3 Muy importante

Opcional: ¿Cuáles priorizaría? _____

ANEXO 4

Ficha de observación

Tema: Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.

Objetivo: observar e identificar problemas en el momento de usar guías para router.

FICHA DE OBSERVACION

Nombre: _____

Ocupacion : _____

Fecha : _____

IMAGEN

--

CARACTERISTICAS

Dificultades: _____
Molestias: _____
lesiones: _____

OBSERVACION

ANEXO 5

Encuesta de usabilidad

Tema: Rediseño de una guía operativa ajustable para optimizar el ruteado de puertas en talleres de carpintería de pequeña escala.

Objetivo: Analizar la usabilidad de la guía de ruteo rediseñada desde la percepción de los operarios de carpintería, con el fin de determinar su grado de aceptación y los aspectos prioritarios para su mejora.

Datos del entrevistado:

Nombre: _____

Cargo/Profesión: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Lea cada pregunta y marque una sola opción según corresponda.

Cuando vea un campo “Opcional”, puede añadir un breve detalle.

1 = Muy malo · 2 = Malo · 3 = Regular · 4 = Bueno · 5 = Muy bueno

1. Colocación sobre la puerta: ¿Qué tan fácil fue colocar el prototipo sobre la puerta?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

2. Sujeción y estabilidad: ¿Cómo valora la sujeción del prototipo durante el ruteo?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

3. Comodidad de manejo: ¿Cómo evalúa la comodidad al manipular el router dentro de la guía?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

4. Guiado sin desviaciones: ¿Permite la guía realizar el recorrido sin desviarse?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

5. Precisión del corte: ¿Cómo considera la precisión lograda con la guía?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

6. Peso y control: ¿El peso y diseño del prototipo facilitan el control del router?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

7. Intuitividad del diseño: ¿Considera intuitivo el funcionamiento general del prototipo?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

8. Reducción de errores: ¿La guía contribuye a reducir la probabilidad de errores durante el ruteo?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

9. Repetición de diseños: ¿Es sencillo repetir un diseño o figura con la guía actual?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

10. Satisfacción global: ¿Cuál es su nivel de satisfacción general con el prototipo?

- 1 Muy malo ☐ 2 Malo ☐ 3 Regular ☐ 4 Bueno ☐ 5 Muy bueno ☐

Resultados encuesta usabilidad

Tabla 38

Cuestionario

Ítem	Pregunta	1	2	3	4	5
1	Calidad general de la guía de ruteo para puertas durante el trabajo de carpintería.				X	
2	Simplicidad de la guía al momento de prepararla y ajustarla para el ruteado.				X	
3	Facilidad de uso de la guía durante el proceso de ruteado de puertas.					X

4	Claridad y comprensión de los ajustes y mecanismos de sujeción de la guía.	X	
5	Integración y funcionamiento conjunto de los componentes de la guía (rieles, anclajes, topes, etc.).	X	
6	Estabilidad de la guía mientras se realiza el ruteado con el router sobre la puerta.		X
7	Facilidad para aprender a utilizar la guía de ruteo por parte de otros operarios de carpintería.	X	
8	Comodidad al manipular la guía y el router de manera conjunta durante el trabajo.	X	
9	Sensación de seguridad al utilizar la guía de ruteo durante el ruteado de puertas.		X
10	Nivel de satisfacción global con la usabilidad del rediseño de la guía de ruteo para puertas.		X

Nota. Elaboración propia.

Tabla 39
Puntaje de usabilidad

Ítem	Respuesta (1–5)	Puntaje ajustado (Respuesta – 1)
1	4	3
2	4	3
3	5	4
4	4	3
5	4	3
6	5	4
7	4	3
8	4	3
9	5	4

10	5	4
TOTAL	44	34
% de	$34 \times 2,5 = 85 \%$	
usabilidad		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 40
escalas

Escalas	
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Nota. Elaboración propia.

Bibliografía

- Abdullah Al Hossain , N., & Refat , J. (2025). Design and Implementation of Fixtures for Milling, Shaping and Drilling Operations. *American Journal of Mechanical Engineering.*, 13(1), 1-5. <https://doi.org/10.12691/ajme-13-1-1>
- Aguilera, A., Meausoone, P. J., & Martin, P. (2000). Wood material influence in routing operations: the MDF case. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 58, 278–283. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s001070050425>
- Aguirre Villalobos, E. R., Guzmán, C., & González , L. (2023). Metodología Design Thinking en la enseñanza universitaria para el desarrollo y logros de aprendizaje en arquitectura. *Revista de ciencias sociales*, 29(2), 509-525. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8920567>
- Albino Cuello, F., Calderón Jiménez, J., & Segura Verano, M. (2019). *La fuerte dependencia de la habilidad manual en el proceso de ruteado, común en talleres de carpintería de pequeña escala, provoca una gran variabilidad en los resultados finales. Al no contar con sistemas de control o dispositivos de apoyo que aseguren l.* PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ . <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14802>
- Aliaga Prado, R. B., & Chuquimango Mendoza, C. H. (2021). *Diseño de un plan de mejora en el proceso productivo de la elaboración de muebles de madera para aumentar la productividad en una empresa del sector de muebles en Cajamarca, año 2021.* Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/30841>
- Alvear Brito, F. D., & Barreto Acosta, G. A. (2011). *Diseño de productos artesanales con identidad, a través de un modelo participativo (caso de estudio: Yunguilla).* PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/48827521-b5b8-49ad-8bda-e18a0a2fafa0/content>
- Anchundia Quimis, C. E. (2022). *PRODUCCIÓN DEL SECTOR MADERERO Y SU INFLUENCIA EN LA ECONOMÍA ECUATORIANA.* UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ANCHUNDIA%20QUIMIS%20CRISTINA%20ELIZABETH.pdf>
- Arias Gómez, Y. E., & Badillo Morales, G. A. (2020). *Dispositivo CNC para el ruteado de tableros de madera basados en los requerimientos de la empresa JADE 3D.* Universidad Industrial de Santander. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/e9cf1226-98af-482c-8ed6-daa9e2dd7b62/content>
- Arias Odón , F. (2006). *Investigación documental, investigación bibliométrica y revisiones sistemáticas.* Universidad Central de Venezuela.

file:///C:/Users/JHON/Downloads/Dialnet-InvestigacionDocumentalInvestigacionBibliometricaY-9489470.pdf

- Armas Crespo, T. V. (2023). *Revisión y estudio crítico sobre diseño de ensambles de mobiliario de madera para fresadora CNC de 3 ejes. Estado del arte y propuestas*. Universidad Rey Juan Carlos.
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/10115/30408>
- Artiles Acosta, R. (2024). *Análisis de la eficacia de la gestión con enfoque externo del Servicio de Carpintería de Aluminio en la Sucursal CITUR Varadero*. Universidad de Matanzas. <http://rein.umcc.cu/handle/123456789/4213>
- Avila Gutiérrez, A. E., & Pangay Diaz, A. P. (2007). *Aprovechamiento de los residuos de carpintería de madera para la fabricación de tableros aglomerados*. Universidad de Cuenca.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/8355>
- Bangse, K., & Wibolo, A. (2020). *Design and fabrication of a CNC router machine for wood engraving*. Journal of Physics Conference Series .
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1450/1/012094>
- Burbano , A., & Fonseca Carrión, I. A. (2015). *Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en Mubles Fonseca*. Universidad Nacional de Chimborazo.
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/486>
- Caballero, H. (2014). *Seguridad de máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo (ISO 12100:2010, IDT)*. INEN.
<https://n9.cl/k7mvv>
- Canga Pérez , A. E. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CNC DE 3 EJES PARA EL RUTEO DE PISTAS Y TALADRADO DE CIRCUITOS IMPRESOS (PCBs) POR EMC2, APLICABLE EN TARJETAS DE RECUPERACIÓN DE PLCs*. Universidad Nacional de Chimborazo.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/4cea2c5a-174f-43c5-bab0-75079e5f575f/content>
- Carrillo Montenegro, D. (2015). *TORNO COPIADOR PARA MADERA SEMIAUTOMÁTICO PARA EL SECTOR ARTESANAL*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4520/1/04%20MEC%20070%20TESIS.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Cienfuegos Velasco, M., & Cienfuegos Velasco, A. (2016). Lo cuantitativo y cualitativo en la investigación. Un apoyo a su enseñanza. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(3).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672016000200015

- Córdoba Bonilla, G., Gutiérrez Saavedra, O. H., & Solórzano Delgado, R. G. (2020). *Propuesta de medidas preventivas de los riesgos y peligros en un taller de carpintería de la ciudad de Neiva*. Universidad ECCI.
<https://repositorio.ecci.edu.co/server/api/core/bitstreams/69b1893e-65cc-4206-be3e-67d84117c06d/content>
- Corporación Financiera Nacional. (2018). *Ficha sectorial: Muebles de madera*. CFN.
<https://n9.cl/ipbk52>
- Cruz Azorsa, R. J. (2021). *Capacitación laboral en las micro y pequeñas empresas del rubro carpintería de madera: caso Kechwka Contratistas Generales S.A.C., distrito Ayacucho, 2021*. Universidad Católica los angeles chimote.
<https://hdl.handle.net/20.500.13032/22695>
- Culqui Miquinga, L. G. (2017). *Diseño y producción de puertas de metal con la utilización de chatarra dirigido a viviendas urbanas y rurales, para incentivar su compra en el sector de la construcción del cantón Ambato*. Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/items/22196f22-f6af-4e7c-a280-bc85640f45ab>
- Dávila Newman, G. (2006). *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales* (Vol. 12). Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
<https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Dowluru, S., Bammidi, R., Srinivasa Rao, P., & Tavitiraju, K. (2022). A FRAME WORK FOR SEAMLESS INTEGRATION OF DESIGN AND MANUFACTURING USING CNC. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 12(7), 67-72.
<https://doi.org/10.33564/IJEAST.2022.v07i04.036>
- Echeverry Velasquez, M. I. (2013). *Diseño y Rediseño de carpintería arquitectónica y mobiliario para la empresa Spacios*. Universidad Católica de Pereira.
<http://hdl.handle.net/10785/1353>
- Erazo Arteaga, V. A. (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).
<https://n9.cl/uvzeq>
- FLACSO - MIPRO. (2011). *Centro de Investigaciones Económicas y de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa*. Ministerio de Industria y Productividad.
<https://n9.cl/72v28>
- Friedrich Ebert Stiftung. (2023). *Digitalisation in the Construction and Woodwork sectors*. Fraunhofer. <https://n9.cl/d67qrv>
- García Santamaría, L. E., Ruvalcaba Sánchez, L., Martínez Mendoza, E., Fernández Echeverría, E., & Luna Fernández, B. E. (2024). Variables de influencia directa e indirecta en la fabricación de muebles de madera artesanales.

- Investigación Y Ciencia De La Universidad Autónoma De Aguascalientes*, 93, 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.33064/iycuaa2024934776>
- García Sanz, M. P. (2008). *Los métodos de investigación*. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-135806/12%20metodologc3ada-1-garcia-y-martinez.pdf>
- Gascón Melús, A. (2016). *Experiencia cromática en la arquitectura: aplicación a edificios sanitarios*. Universidad de Zaragoza. <https://www.unizar.es/politica-de-privacidad>
- Gastélum Cano , J. M. (2020). *La salud laboral en carpinterías, un caso de estudio con enfoque contable socio ambiental*. Universidad de Sonora. <https://doi.org/https://doi.org/10.36791/tcg.v0i14.82>
- Ginting, R., Hadiyoso, S., & Aulia, S. (2017). Implementation 3-Axis CNC Router for Small Scale Industry. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(17), 1-6. https://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n17_34.pdf
- Gómez Chipana, E. (2020). Análisis correlacional de la formación académico-profesional y cultura tributaria de los estudiantes de Marketing y Dirección de Empresas. . *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 478-483. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0002-7568-5863>
- González Pimentel, M. (2009). *Universidad Nacional de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11385>
- González Román, C., & Arcos Von, H. E. (2012). *Carpintería de armar. Técnica y fundamentos histórico-artísticos*. Universidad de Málaga y Real Academia de Bellas Artes de San Telmo. <https://revistas.ucm.es/index.php/ANHA/article/view/44152/41742>
- Grisales Grisales, N., Durango Idárraga, S., Álvarez Vargas , C. A., & Flórez Hurtado, R. D. (2020). Calibración cinemática de una ruteadora CNC usando un modelo cuasi-estático de error y fotogrametría monocular. *Revista UIS Ingenierías*, 19(3), 15-30. <https://doi.org/https://doi.org/10.18273/revuin.v19n3-2020002>
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 2, 163-173. <https://doi.org/10.26820/recimundo/4>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Huaman Jalisto, O. (2024). *Valoración e innovación del taller de carpintería en El Ceba Alberto Marchon Clerc, Ayacucho, 2023*. UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/14195>

- IESS. (1986). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. IESS. <https://n9.cl/0n1of>
- Iglesias Granda, J. A. (2014). *Estudio para el mejoramiento de los procesos de fabricación de muebles en la empresa colineal*. Cuenca, Ecuador : Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7609/1/UPS-CT004520.pdf>
- Illescas, Y. (2024). *Preservar la carpintería, el reto de Huambaló*. Expreso. <https://www.expreso.ec/provincias/preservar-carpinteria-reto-huambalo-201083.html>
- INEC. (2019). *Directorio de Empresas y Establecimientos*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://n9.cl/2ddf2b>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2025). *Boletín técnico del Índice de Precios de la Construcción (IPCO)*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/IPCO/2025/marzo/1_IPCO_BOLETIN_MAR_2025.pdf
- International Electrotechnical Commission. (2014). *IEC 62841-1:2014 - Electric motor-operated hand-held tools, transportable tools and lawn and garden machinery - Safety - Part 1: General requirements*. International Electrotechnical Commission. IEC. <https://n9.cl/3x5mo>
- International Organization for Standardization. (2010). *Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction*. First edition. <https://n9.cl/xd49q>
- Izquierdo, M., Gómez Calero, C., & García Lázaro, D. (2022). DESIGN THINKING, UNA METODOLOGÍA PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. *Revista Ingeniería Industrial*, 21. <https://doi.org/https://doi.org/10.22320/S07179103/2022.01>
- Jaya Gavilanes, A. F. (2021). *Optimización en el área de tallado de madera para la fabricación de muebles del hogar en la microempresa El Mundo del Mueble*. Universidad Técnica de Cotopaxi . <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8362>
- Lobach, B. (2012). *Industriedesign. Grundlagen der industriellen Formgebung*. Editorial Gustavo Gili. <https://tallerdi2a.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/el-proceso-de-disec3b1o-lobach.pdf>
- Lopera Echavarria, J. D., Ramírez Gómez, C. A., Zuluaga Aristazábal, M. U., & Ortiz Vanegas, J. (2010). EL MÉTODO ANALÍTICO COMO MÉTODO NATURAL. *Nómaditas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 25(1). <https://www.redalyc.org/pdf/181/18112179017.pdf>

- López, P. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero*, 9(8).
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- Mamani Anco, J. F. (2025). *Importancia del uso y mantenimiento de equipos y herramientas manuales, en la especialidad de carpintería en la I.E.: Juan Pablo Viscardo y Guzmán- Hunter-Arequipa-Perú*. Universidad José Carlos Mariátegui . <https://hdl.handle.net/20.500.12819/3599>
- Marín Zuluaga, R. A. (2009). *Dispositivo adaptable a ruteadoras manuales, para la elaboración de productos en madera*. Universidad Católica de Pereira.
<https://repositorio.ucp.edu.co/entities/publication/36dba0d2-79ec-4d61-8b6f-9953a5169dd5>
- Medina , V. E. (2003). *Forma y composición en la arquitectura de constructivista*. Escuela técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
<https://oa.upm.es/481/2/03200305.pdf>
- Medina Romero, M., Rojas León, R., Bustamante Hoces, W., & Lozaiza Carrasco, R. (2023). *TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN*. INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Mejía, E., & Pacheco, P. (2014). *Forest use and timber markets in the Ecuadorian Amazon*. CIFOR. <https://n9.cl/y13ff>
- Mendoza Vargas, H. (2024). Pontis, Sh. (2022) Comprender la investigación de campo. Una guía práctica para diseñadores de información. *Investigaciones geográficas*(114). <https://doi.org/https://doi.org/10.14350/rig.60930>
- Mohammad , S. M., & Mohammad , Y. S. (2012). *CNC Routing Machine*. An-Najah National University. <https://hdl.handle.net/20.500.11888/11799>
- Molina Lozada, K., Jordán Muñoz, M., & Méndez Reátegui, R. (2018). *ESTIÓN DE RESIDUOS DE MADERA EN TALLERES ARTESANALES DE LA ZONA CENTRO ANDINA DE ECUADOR: ESTUDIO PRELIMINAR*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
https://www.researchgate.net/publication/336576591_GESTION_DE_RESIDUOS_DE_MADERA_EN_TALLERES_ARTESANALES_DE_LA_ZONA_CENTRO_ANDINA_DE_ECUADOR_ESTUDIO_PRELIMINAR
- MPCEIP. (2023). *INFORME DE GESTIÓN INSTITUCIONAL*. ECUADOR: Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca.
https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2025/07/Informe_gestion_mpceip_2024_compressed.pdf
- Muñoz Puche, A., Jimenez Zarco, A. I., & Izquierdo Yust, A. (2023). Factores que Afectan a la Adopción de las Tecnologías 4.0 en las Empresas del Sector del Mueble. *Revista Innovaciones de Negocios*, 20(40), 53-72.
<https://doi.org/10.29105/revin20.40-429>

- Newaz, A. A. (2022). *iseño e implementación de plantillas para operaciones de fresado, conformado y perforación*. UTA.
- Neykov, N., Sedliacikova, M., Antov, P., Potkány, M., Kitchoukov, Florin Halalisan, A., & Poláková, N. (2024). Efficiency of Micro and Small Wood-Processing Enterprises in the EU—Evidence from DEA and Fractional Regression Analysis. *Economic Valuation of Forest Resources*, 15(1), 58. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f15010058>
- Olmeda Zurriaga, G. (2019). *Diseño e implementación de sistema para evaluación de la ergonomía de herramientas*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/53509b25-ae0e-4686-9832-df2789615820/content>
- Orozco Ramos, J. M., García Cabezas, E. F., Santillán Mariño, C. J., Serrano Aguiar, C. O., & Cayán Martínez, J. C. (2018). Elaboración de una CNC de 3 ejes para el ruteo de pistas y taladrado de circuitos impresos (PCBs). 3C *Tecnología: Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 7(2), 28-47. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.177993/3ctecno.2018.v7n2e26.28-47/>
- Ortega Alarcón, J. A., Rodríguez Lopez, J. R., & Hernández Palma, H. G. (2017). Importancia de la seguridad de los trabajadores en el cumplimiento de procesos, procedimientos y funciones. *Revista Academia & Derecho*, 8(14), 155-175. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6713605>
- Otze, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 31(1), 227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K. H. (2007). *Engineering Design: A systematic approach Third Edition*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84628-319-2>
- Pelez Castillo, M. V. (2009). *Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/21614>
- Quesada Molina, F. (2016). La construcción con madera en la ciudad de Cuenca – Ecuador. *Estudios sobre Arte Actual*, 4, 1-6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5634816>
- Quispe Vásquez, L. R., Ccasa Johanson, L. M., Noriega Leiva, M. M., Rojas Miranda, L., Alvitres del Valle, J. A., & Vásquez Vega, S. K. (2024). Diseño de un modelo de simulación del proceso de producción de puertas de madera para mejorar la distribución de planta y la productividad en la “Carpintería Sarita” con el software ProModel y el Método de Hexágonos (#242). *Digital Object Identifier*, 2(4), 1-10. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.242>

- Ramos Galarza , C. (2021). DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL. *CienciaAmérica*, 10(1), 2-7. <https://doi.org/http://orcid.org/0000-0001-5614-1994>
- Rathod , V., & Kamble, Y. (2022). Experimental Study of Working and Process Parameters of a Wood Machine. *Research Article*, 9(4), 519-522. <https://n9.cl/1usik>
- Rendón Medel, R., Aguilar Ávila , J., Salinas Cruz , E., & Cruz Morales , F. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7). <https://www.redalyc.org/journal/2631/263153520009/html/>
- Reyes Chamaidán, C. J. (2017). *Evaluación de riesgos mecánicos en área de mecanizado con Método Fine para prevenir accidentes*. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24078>
- Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Ean*, 82, 175–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rodriguez Morales, G. (1983). *Diseño industrial - Manuales*. México : G. Gili : UAM, Unidad Azcapotzalco. <http://ilitia.cua.uam.mx:8080/jspui/handle/123456789/953>
- Romero Herrera, F. D., & Sánchez Reinoso, M. A. (2014). *Diseño y construcción de un torno para madera con router incorporado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/1e6643b4-1ae0-40ff-ba09-8aa902f51849/content>
- Sachitra, V., & Mendis, S. (2023). Explore Skilled Labour Shortage of Carpenters in Sri Lanka: Through the Lens of Participants Employed in Furniture Manufacturing Industry. *South Asian Journal of Social Studies and Economics.*, 17(1), 49-63. <https://doi.org/10.9734/SAJSSE/2023/v17i1630>
- Sánchez Dahua, J. L. (2021). “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE EUCALIPTO (EUCALYPTUS), PROVENIENTES DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU FACTIBILIDAD COMO MATERIAL ESTRUCTURAL DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN 2015. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/69683715-4f43-454e-ab6c-7aaf7bc08cd0/content>
- SANZ PUEYO, G., RODRIGO RODRIGO, M. R., CÁSEDAS URIEL, L. A., & GIL COSTA, A. (2020). *Procedimiento para la gestión de máquinas y equipos de trabajo en la Universidad de Zaragoza*. Universidad Zaragoza. <https://uprl.unizar.es/sites/uprl/files/archivos/Procedimientos/poprl-gc-05.pdf>

- Saquina Ushiña, C. O. (2011). *Estudio de sistemas de torneado de madera para mejorar calidad en la carpintería Mayorga del cantón Pillaro*. Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/962>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2014). *MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD*. INEN. <https://n9.cl/fv1b2>
- Soto Aguirre, D., Gysling Caselli, J., & Pardo, E. (2022). *La industria de tableros y chapas 2022*. INFOR. <https://doi.org/https://doi.org/10.52904/20.500.12220/32500>
- Sugiharto, R., Harton, R., Santos, G., Supriyon, T., Pratama, M. G., Darmawan, N., & Feriawan, I. (2021). Design and Manufacturing of Cutting Motion Control System on 3-Axis Router Machine for Wood Carving. *Advances in Engineering Research*, 201, 255–259. <https://doi.org/https://doi.org/10.2991/aer.k.201221.043>
- Suharto, S., Suryant, S., Sarana, S., & Purbono, K. (2019). Application of CNC machine router 3-Axis for making of Engraved granite or marble. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1108(1), 1-5. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1108/1/012045>
- Tamez Hernández, D. B. (2011). *LA ERGONOMÍA COMO HERRAMIENTA APLICADA PARA POTENCIAR LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE CONDICIONES SEGURAS DE TRABAJO*. Universidad por la Excelencia. <https://doi.org/https://ceu.edu.mx/descargas/cuadernillo%202011%20volume n%203.pdf#page=35>
- Tandalla Pullotásig, J. D. (2018). *Diseño de un modelo de gestión de calidad para mejorar la eficiencia en los procesos productivos en la carpintería EL ARBOLITO*. Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5562>
- Timana Fuentes, C., & Chilon Chilon, N. (2020). *Mejora del proceso de fabricación de puertas de madera para aumentar la productividad en la empresa Mader Perú*. Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/24838>
- Tolosa Zambrano, D. F., Chaparro Pico, H. J., & Alvarado Ríos, S. (2022). *Propuesta de mejora al proceso de producción en el taller de carpintería Renovarte mediante la implementación de mejores prácticas de manufactura*. Universitaria Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/c8137109-5ce7-485d-bc27-cea218d3514c/content>
- Tolosa Zambrano, D. F., Chaparro Pico, H. J., & Alvarado Ríos, S. (2022). *Propuesta de mejora al proceso de producción en el taller de carpintería Renovarte mediante la implementación de mejores prácticas de manufactura*. Universitaria Minuto de Dios.

<https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/c8137109-5ce7-485d-bc27-cea218d3514c/content>

- Torres Méndez, S. J., & Flores Téllez, G. (2006). Diseño Automatizado de Plantillas: una Aplicación en Procesos de Fresado CNC. *Instituto Politécnico Nacional*, 14(5), 2-5. <https://n9.cl/kq1wop>
- Torres Pérez, Y. (2022). *Principios Teórico-Prácticos de Ergonomía para el Diseño y Evaluación de Herramientas, puesto de trabajo y máquinas*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=uXpjEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Ergonom%C3%ADa+de+herramientas,+materiales,+mecanismos&ots=mxSlinrFpE&sig=-KEO4Apif8oPgggJ2y6_AHn_xW4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Trejo, J., Ninin, P., & Rossso, F. (2011). Calidad de los productos aserrados de madera como efecto de la calidad del acabado del filo de las sierras de cintas. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 15(61). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212011000400007
- Vallejo Carvallo, M. A., & Sarmiento Moscoso, L. S. (2023). Estimación de las brechas de productividad en el Ecuador del sector de producción de madera y fabricación de productos de madera. Periodo 2012 a 2021. *INNOVA Research Journal*, 8(3.1), 152-172. <https://doi.org/https://doi.org/10.33890/innova.v8.n3.1.2023.2318>
- Ventura León, J. L. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014
- Vera Reino, J. L., Piedra Aguilera, M. A., & Quizhpe Vimos, M. V. (2019). *Aproximación a los criterios de influencia en la compra de muebles de madera artesanales por parte de los habitantes de una ciudad intermedia*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7865>
- Weijun , T., Zhong, Y., Feng, H., & Wang, Y. (2023). Model for wear prediction of roller linear guides. *ScienceDirect*, 305(1--2), 260-266. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wear.2013.01.047>
- Wulff Barriero , F. (2010). *Origen y evolución de la carpintería de amar hispano-musulmana*. Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/56435/1/Tesis_Wulff_Barreiro_Federico_1de2.pdf
- Yaghoubi, S., & Rabiei, F. (2025). A profound evaluation of different strategies to improve surface roughness of manufactured part in wood-CNC machining process. *Journal of Engineering Research*, 13(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.05.033>

Zambrano García, K. G. (2022). *Análisis y evaluación de las posibilidades de una máquina Router CNC de tres ejes para la fabricación de uniones carpinteras patrimoniales*. Universidad de Chile. <https://doi.org/10.58011/m4j2-w046>

Zuliani Arango, L. (2010). Investigación y Educación en Enfermería. *Estudio exploratorio, un viaje para descubrir*, 28(3).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072010000300019