

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PUERTAS EN LA EMPRESA TODO FACIL MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título profesional
de:**

Ingeniera Industrial

Autores:

Ana Patricia Flores Huamanchumo

Jennifer Alexandra Cabel De La Cruz

Asesor:


Mg. Lic. César Delzo Esteban

<https://orcid.org/0000-0003-4053-5993>

Trujillo - Perú

2025

Informe de Similitud

 Página 2 de 193 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega tm:oid::1:3317977538




7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)


Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
239 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 Página 2 de 193 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega tm:oid::1:3317977538

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía constante y darme fuerzas en los momentos más difíciles. A mis padres, Carlos y Sara, por su amor incondicional, su apoyo en cada paso y por ser el ejemplo que me inspira a seguir adelante. A mis hermanas, Marian y Karlet, que con su compañía me dieron la fuerza que no sabía que necesitaba. A mis tías, Mili y Mónica, por sus oraciones llenas de amor, que me sostuvieron más de lo que imaginan. A mi mamá Bina por sus consejos y cariño. Gracias a todos por acompañarme y ser parte de este logro.

Flores Huamanchumo, Ana Patricia

A Dios, por iluminar mi camino incluso en mis noches más largas, y por darme el regalo de una familia incondicional. A mi madre, por ser mi raíz, mi abrigo y mi fuerza silenciosa. A mi padre, por sus consejos sinceros, su ejemplo de trabajo incansable y su fe en mí incluso cuando yo dudaba. A mis hermanas, compañeras de vida, risas y por celebrar mis pequeñas victorias como si fueran propias.

Cabel De La Cruz, Jennifer Alexandra

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la fuerza para seguir adelante. Al Sr. Rubén, maestro carpintero, por compartir su experiencia. A Benjamin, por su constante disposición, acompañarme con buena actitud y por brindarme su tiempo sin reservas. A mi tío Víctor, por su apoyo en un momento clave, confiando en mí y haciendo posible que pudiera continuar con esta meta. A mi tío Jorge, por estar dispuesto a ayudarme con lo que necesitaba. A mi padrino Omar, por siempre estar presente cuando lo necesito. Y a mi asesor, por su guía a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Flores Huamanchumo, Ana Patricia

A Dios, por darme la fuerza y claridad para culminar este proyecto. A mis padres, por su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo. A mis hermanas, por su cariño, motivación y presencia incondicional. Al maestro Rubén, por su paciencia, experiencia y disposición durante el desarrollo en el taller. Y a Paty, por ser una compañera de tesis comprometida y un apoyo clave en este proceso. A mi asesor, por su guía, compromiso y valiosos aportes en cada etapa de esta investigación.

Cabel De La Cruz, Jennifer Alexandra

Tabla de contenidos

Índice de tablas	8
Índice de Figuras.....	10
Índice de Ecuaciones	12
RESUMEN EJECUTIVO.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Antecedentes.....	14
1.1.1. Descripción de la empresa	14
1.1.2. Misión, visión, organización	16
1.1.3. Funciones del área o departamento	19
1.2. Realidad problemática	20
1.3. Formulación del problema	23
1.3.1. Problema general	23
1.3.2. Problemas específicos	23
1.4. Justificación	23
1.4.1. Teórica	23
1.4.2. Práctica	24
1.4.3. Metodológica	24

1.4.4. Económica	25
1.5. Objetivos de investigación.....	26
1.5.1. Objetivo general	26
1.5.2. Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes.....	27
2.1.1 Internacionales	27
2.1.2 Trabajos previos nacionales	29
2.2. Bases teóricas.....	31
2.2.1. Variable independiente: Estudio del trabajo	31
2.2.3. Herramientas adicionales	40
2.3. Definición de términos básicos.....	45
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	48
3.1. Experiencia Académica	48
3.2. Experiencia Profesional	48
3.3. Desarrollo de la implementación	49
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	125
4.1. Comparación de escenarios	125
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131

REFERENCIAS	134
ANEXOS	142

Índice de tablas

Tabla 1. Información principal	16
Tabla 2. Producción total entre los meses de Mayo y Septiembre 2024.	50
Tabla 3. Análisis ABC de la producción de Mayo y Septiembre 2024	51
Tabla 4. Indicadores de productividad previa implementación – 2024.....	61
Tabla 5. Priorización de causas en TODO FACIL	65
Tabla 6. Puntaje final usabilidad – Aplicación 5 S.....	70
Tabla 7. Puntaje final usabilidad – Aplicación Metodología PHVA.....	73
Tabla 8. Puntaje final usabilidad – Aplicación Teoría de Restricciones	76
Tabla 9. Puntaje final usabilidad – Aplicación Estudio de trabajo	79
Tabla 10. Puntaje final usabilidad – Aplicación Six Sigma	83
Tabla 11. Comparación de metodologías	83
Tabla 12. Mejoras en la estación 2 y 3	89
Tabla 13. Post implementación del lijado – Operario A	98
Tabla 14. Post implementación del lijado – Operario B.....	99
Tabla 15 Cálculo del tiempo observado promedio	100
Tabla 16. Cálculo de la desviación estándar.....	100
Tabla 17. Sistema de calificación de Westinghouse.....	101
Tabla 18. Suplementos.....	102

Tabla 19. Cálculo del tiempo estándar - operario A.....	103
Tabla 20. Cálculo del tiempo estándar - operario B	103
Tabla 21. Resumen del tiempo estándar	104
Tabla 22. Distribución de operaciones actual – TODO FACIL	104
Tabla 25. Distribución de operaciones mejorado – TODO FACIL.....	109
Tabla 26. Evolución de indicadores de productividad (global).....	114
Tabla 27. Cálculo de horas extras – 2024.....	118
Tabla 28. Cálculo de reprocesos - 2024.....	119
Tabla 29 Monetización del % de reclamos de clientes.....	120
Tabla 30. Flujo de caja.....	122
Tabla 31. Costos de implementación.....	123
Tabla 32. Indicadores de viabilidad financiera.....	124
Tabla 33. Comparación de indicadores.....	125
Tabla 34. Estación 3 - mejora de tiempo en minutos	129
Tabla 35. Comparativo de actividades Pre y Post implementación.....	130
Tabla 36. Comparación de desbalance	130
Tabla 37. Cálculo del tiempo observado promedio pre implementación	167
Tabla 38. Cálculo de la desviación estándar pre implementación.....	167

Índice de Figuras

Figura 2: Puertas internas	15
Figura 1. Puerta para fachada	15
Figura 3. Ubicación	16
Figura 4. Organigrama de la empresa.....	19
Figura 5. Diagrama de Ishikawa.....	41
Figura 6. Diagrama ejemplo del análisis de Pareto	42
Figura 7. Diagrama modelo de DAP	42
Figura 8. Diagrama de recorrido.....	43
Figura 9. Hoja de registro de tiempos.....	43
Figura 10. Mapa de procesos	44
Figura 11. Análisis ABC.....	45
Figura 12. Mapa de procesos - TODO FACIL	49
Figura 14. Máquina calibradora.....	53
Figura 13. Máquina cepilladora.....	53
Figura 16. Máquina ingletadora.....	54
Figura 15. Máquina cierra circular	54
Figura 17. Puerta completamente seca, sin herramientas de presión.....	55
Figura 19. Marcado del diseño de la puerta.....	56

Figura 18. Máquina fresadora.....	56
Figura 21. Máquina amoladora angular.....	57
Figura 20. Almacén temporal de PT.....	57
Figura 22. Estación 1 y 2 del proceso de producción de puertas para fachadas.....	58
Figura 23. Estación 3 del proceso de producción de puertas para fachadas.....	59
Figura 41. Toma de tiempos	97

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo de la eficiencia.....	36
Ecuación 2. Cálculo de la productividad laboral	36
Ecuación 3. Cálculo de la Productividad por hora hombre	36
Ecuación 4. Cálculo del tiempo de ciclo	37
Ecuación 5. Cálculo del tiempo estándar.....	37
Ecuación 6. Cálculo del tiempo normal.....	38
Ecuación 7.Cálculo del número de observaciones.....	38
Ecuación 8. Cálculo de cumplimiento	39
Ecuación 9. Cálculo N° de estaciones.....	39
Ecuación 10. Cálculo de la eficiencia de línea	40
Ecuación 11. Índice de desbalance	40

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional se llevó a cabo en la carpintería TODO FACIL, dedicada a la fabricación de puertas, portones, ventanas, mamparas y marcos. El enfoque principal del estudio fue el proceso de producción de puertas para fachadas, las cuales son estructuras de madera diseñadas para proteger y dar acceso a la parte frontal de una vivienda. El problema identificado fue la baja productividad en dicha producción, evidenciada en actividades críticas como el lijado, los reprocesos en el encolado y barnizado, así como en la sobrecarga de tareas asignadas a algunos operarios. Ante ello, se plantearon como objetivos: diagnosticar la situación inicial de la productividad en la fabricación de puertas, identificar la metodología más adecuada para incrementar dicha productividad y evaluar el impacto de las mejoras implementadas. La herramienta principal utilizada fue el estudio de trabajo, con énfasis en la toma de tiempos, el análisis de métodos y la asignación eficiente de operarios. Como resultado, se logró demostrar una mejora en la productividad, elevando el rendimiento de la mano de obra de 16.50 a 21.50 unidades y la productividad por hora-hombre de 0.069 a 0.125 unidades/hh, evidenciando el impacto positivo de las acciones implementadas.

Palabras clave: Productividad, horas hombre, tiempo estándar, estudio de trabajo

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La carpintería TODO FACIL, dedicada a la fabricación de muebles, puertas, ventanas y portones de madera, ha venido realizando su producción de manera no organizada. Esta falta de estructura ha generado ineficiencias en la producción, especialmente en la fabricación de puertas.

El principal problema identificado es la baja productividad, reflejada en los indicadores mensuales actuales: la productividad de mano de obra es de 17.67 unidades por trabajador, la productividad por horas-hombre de 0.080 unidades por hora, y el porcentaje de cumplimiento del plan de producción es de 78% mensual. Estos resultados evidencian un uso ineficiente de los recursos humanos, lo cual genera un impacto negativo en los costos de las operaciones, incrementa los reprocesos y afecta la satisfacción del cliente debido a las demoras en la entrega.

Ante este escenario, se plantea la necesidad de aplicar el estudio de trabajo como herramienta clave para analizar y mejorar los métodos y tiempos en el proceso de producción de puertas para fachadas. Esta metodología permitirá detectar demoras y reprocesos en la producción, establecer procedimientos estandarizados y proponer mejoras que optimicen el desempeño en las operaciones, contribuyendo así a una producción más eficiente, competitiva y orientada a la calidad.

1.1.1. Descripción de la empresa

TODO FACIL es una carpintería ubicada en el distrito de Huanchaco, en la provincia

de Trujillo, La Libertad – Perú. Desde hace más de 10 años, la empresa se ha consolidado como un proveedor confiable en el mercado local, destacándose por la calidad de sus productos y la atención a sus clientes.

Entre los principales productos elaborados por la carpintería se encuentran puertas, portones, ventanas, mamparas y marcos. La familia más representativa es la de puertas siendo el modelo predominante las puertas para fachadas (Figura 1). Estas puertas cumplen un rol fundamental en la arquitectura de cualquier edificación, ya que integran atributos clave como seguridad, resistencia, aislamiento y estética. Son elaboradas en madera capirona, reconocida por su alta durabilidad y capacidad para soportar las condiciones climáticas adversas. Su espesor, notablemente superior al de las puertas interiores, le otorga una robustez estructural que garantiza protección y larga vida útil.

Figura 2. Puerta para fachada



Nota: Elaboración propia.

Figura 1: Puertas internas



Nota: Elaboración propia.

La formalización del negocio ante la SUNAT se concretó el 21 de marzo de 2022, fecha en la que se registró bajo el régimen del Nuevo RUS (Régimen Único Simplificado), como

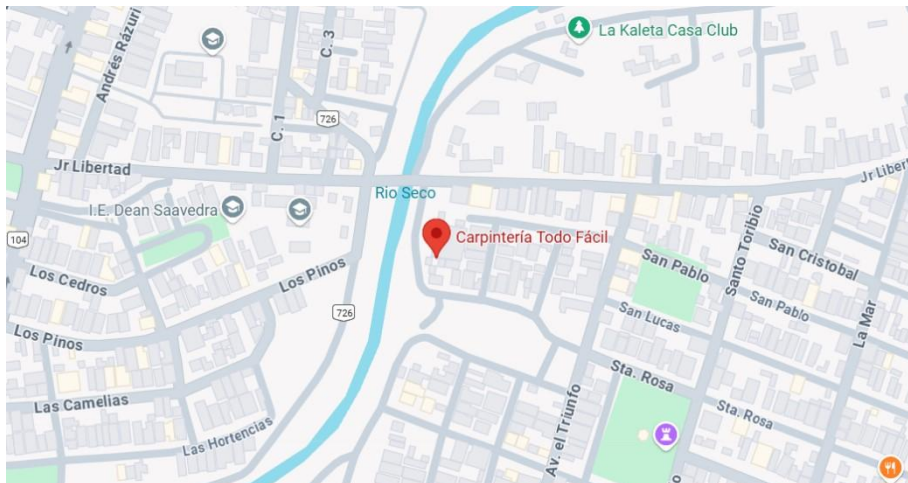
persona natural con negocio a nombre de Rubén Valles Barrera. Desde entonces, el contribuyente figura con estado activo y condición habido, lo que respalda el funcionamiento legal del negocio.

Tabla 1. Información principal

Ítem	Información
RUC	10179718486
Nombre Comercial	TUDO FACIL
Actividad económica	CIU 3100 - Fabricación de muebles
Teléfono	+51 933 473 642

Nota. Contenido elaborado a partir de los datos obtenidos de la carpintería.

Figura 3. Ubicación



Nota. Imagen obtenida desde Google Maps (2023).

1.1.2. Misión, visión, organización

Misión

Ofrecer soluciones prácticas, funcionales y personalizadas, fabricando productos de madera que se adapten a las necesidades de cada cliente, tanto en el ámbito residencial como

comercial.

Visión

Consolidarnos como una carpintería reconocida en la región de La Libertad por la calidad de nuestros productos, personalización y cumplimiento responsable, evolucionando hacia una empresa formal y competitiva, que combine tradición artesanal con gestión moderna y compromiso sostenible.

Valores

- Compromiso

En TODO FACIL, el compromiso se manifiesta en la dedicación constante y responsable de cada colaborador para cumplir con los plazos, la calidad y la satisfacción del cliente. No es solo cumplir tareas, sino asumir con responsabilidad el impacto de cada acción en el producto final y en la reputación de la empresa.

- Calidad

La calidad es el estándar que define el trabajo diario en la carpintería. Se traduce en el cuidado minucioso desde la selección de materias primas hasta el acabado final, asegurando productos duraderos, funcionales y estéticamente impecables.

- Honestidad

La honestidad en la carpintería es la base de la confianza interna y externa. Se refleja en la transparencia con clientes y proveedores, el cumplimiento ético de los compromisos y la comunicación abierta y sincera dentro del equipo.

- Adaptabilidad

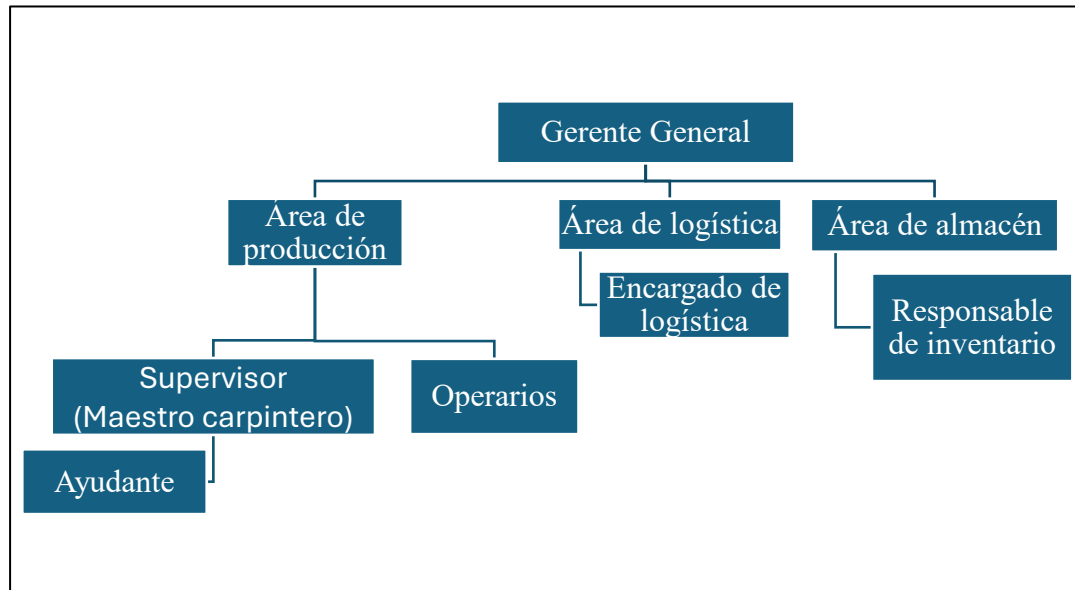
El entorno productivo y las demandas del mercado cambian constantemente; por ello, la adaptabilidad es un valor estratégico. En TODO FACIL, esto significa la capacidad para ajustar métodos de trabajo, incorporar nuevas tecnologías y responder ágilmente a las necesidades del cliente, sin perder la esencia artesanal que caracteriza a la empresa.

Organización

La empresa, conformada por 10 trabajadores y registrada bajo el régimen de microempresa, forma parte del sector MYPE, que agrupa a las micro y pequeñas empresas. Presenta una estructura organizacional funcional que facilita una gestión directa y ágil de los procesos productivos y administrativos.

La estructura organizativa de la carpintería está conformada por un gerente general, quien también desempeña el rol de supervisor del área de producción, contando con el apoyo de un ayudante y seis operarios, de los cuales dos están asignados específicamente al proceso de producción de puertas para fachada. El área de logística está a cargo de un responsable que coordina y supervisa las operaciones logísticas, mientras que el área de almacén cuenta con un responsable de inventario, asegurando así una gestión eficiente y especializada en cada uno de los procesos clave de la empresa. Esta organización se detalla a continuación:

Figura 4. Organigrama de la empresa



Nota. Contenido elaborado a partir de los datos obtenidos de la carpintería.

1.1.3. Funciones del área o departamento

El área de producción, donde se desarrolló la experiencia profesional, opera bajo un sistema de producción por proceso. Este se caracteriza por la elaboración personalizada de productos según los requerimientos específicos de los clientes y las necesidades del mercado. Asimismo, se elaboran puertas estandarizadas destinadas a la venta a otras carpinterías, diversificando la oferta y ampliando el alcance comercial de la organización. Su principal responsabilidad es transformar la materia prima en productos terminados, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad y las especificaciones técnicas establecidas.

El proceso de producción se organiza en distintas estaciones: Preparación y corte, ensamblado del armazón y acabado. La producción es dirigida por el maestro carpintero, quien supervisa las operaciones diarias y coordina las actividades para garantizar la

continuidad del flujo de trabajo.

La función principal del área es garantizar que cada producto cumpla con los estándares esperados por el cliente, tanto en calidad como en tiempo de entrega, por lo cual es esencial mantener una organización clara en cada etapa del proceso. La supervisión constante del maestro carpintero y la comunicación con las áreas de soporte son fundamentales para lograr este objetivo.

1.2. Realidad problemática

En el escenario internacional, para Assan et al. (2023) señalan que las empresas fabricantes de muebles enfrentan un problema de baja productividad y calidad en su producción. Esta situación se debe principalmente a la falta de estandarización de los métodos de trabajo y la existencia de tiempos improductivos, lo que genera retrasos y costos elevados. Como consecuencia, se limita el aprovechamiento óptimo de los recursos humanos y materiales, afectando negativamente la eficiencia global del proceso productivo.

Del mismo modo, Toloza et al. (2022) identifican que la principal problemática en un taller de carpintería es la baja productividad, causada por reprocesos, elevados tiempos en las operaciones y sobrecostos que afectan la eficiencia del proceso de fabricación de puertas. Entre las causas específicas se encuentran movimientos innecesarios, errores de los operarios y la falta de estandarización en la recolección y transmisión de información, lo que genera demoras en la instalación y retrasos en las entregas a los clientes.

Asimismo, Borz et al. (2021) señalan que en los aserraderos el principal problema radica en no alcanzar una productividad óptima, situación que se atribuye al uso de enfoques tradicionales en los procesos productivos. Estos métodos generan un elevado

consumo de tiempo que, sin embargo, no se traduce en un rendimiento eficiente debido a diversas ineficiencias presentes en las distintas etapas de producción. Entre estas ineficiencias destacan la falta de modernización tecnológica, el uso de maquinaria obsoleta y la ausencia de procesos estandarizados que permitan optimizar el flujo de trabajo y minimizar los desperdicios, lo mencionado impacta directamente en los costos operativos y en la competitividad del sector, limitando su capacidad para satisfacer la demanda y mejorar la calidad del producto final.

En el entorno nacional, para Gutierrez et al. (2020) las pequeñas empresas dedicadas a la fabricación de muebles de madera enfrentan dificultades relacionadas con la baja productividad y la ineficiencia, lo cual limita su competitividad en el mercado. Esta problemática se origina principalmente en la ausencia de un sistema de producción optimizado que permita equilibrar adecuadamente las cargas de trabajo entre las estaciones, reducir los tiempos muertos y minimizar los cuellos de botella, elementos críticos para lograr una mejora continua en los procesos manufactureros. Además, la falta de estandarización en las actividades, la insuficiente capacitación del personal y la carencia de mantenimiento adecuado a la maquinaria contribuyen a un uso ineficiente de los recursos disponibles, incrementando los tiempos y generando reprocesos que afectan la eficiencia global.

Del mismo modo, Arbieta et al. (2020) señalan que las carpinterías metálicas enfrentan importantes retos relacionados con la baja eficiencia en sus procesos productivos, lo que se traduce en impuntualidad en las entregas y afecta directamente su competitividad en el mercado. Esta baja eficiencia se debe a múltiples factores, entre los que destacan la inadecuada programación de mantenimiento y ejecución de maquinaria, la ausencia de

procedimientos estandarizados para el cambio de línea y la falta de orden y clasificación adecuada de la materia prima. Además, se identifican deficiencias en procesos clave como el cortado y la soldadura, donde la falta de estandarización y control de calidad genera retrabajos y desperdicios que elevan los costos. Estas problemáticas no solo retrasan los tiempos de producción, sino que también impactan en la calidad final de los productos, disminuyendo la satisfacción del cliente y limitando la capacidad de las carpinterías metálicas para competir en un mercado cada vez más exigente.

Asimismo, para Rodríguez et al. (2021) la productividad baja en sectores como las carpinterías y la industria manufacturera se ve afectada por problemáticas relacionadas con métodos de trabajo ineficientes, tiempos improductivos y procesos manuales poco optimizados. Estas deficiencias generan cuellos de botella, reprocesos y un uso inadecuado de los recursos humanos y materiales, lo que impacta negativamente en la capacidad productiva y en la calidad de los productos finales. Además, la falta de estandarización y automatización en las actividades productivas contribuye a la variabilidad en los tiempos de operación y a la generación de desperdicios, elevando los costos y reduciendo la competitividad de las empresas en mercados cada vez más exigentes.

La carpintería TODO FÁCIL atraviesa actualmente un problema crítico de productividad en su proceso de fabricación de puertas, especialmente en la etapa de lijado, donde se han identificado tiempos excesivos y una alta variabilidad en las operaciones debido a técnicas ineficientes y falta de estandarización. Esta situación se ve agravada por la recurrencia de reprocesos en la preparación del barniz, lo que genera demoras, desperdicio de recursos y una disminución significativa en la eficiencia, eficacia y productividad global del proceso de fabricación. La ausencia de métodos definidos y tiempos estándar ha limitado

la capacidad de planificación, control y mejora continua, afectando directamente la competitividad de la empresa en el mercado. Como consecuencia directa de estas demoras, reprocesos y la carencia de un método estructurado, la producción mensual es reducida, es decir, 40 puertas por mes, por debajo de su capacidad de planta.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera la aplicación del estudio de trabajo puede incrementar la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación inicial de la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024?
- ¿Cuál es la metodología de solución adecuada para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024?
- ¿Cuál es el impacto económico de la mejora basada en el estudio de trabajo en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024?

1.4. Justificación

1.4.1. Teórica

De acuerdo con Pacheco & Torres (2020), la aplicación del estudio de tiempos y métodos se revela como una estrategia fundamental para optimizar los procesos productivos, impactando directamente en la reducción de tiempos y costos en las líneas de fabricación, y por ende, en la mejora de la eficiencia general. A partir de ello se identificó un problema crítico en el proceso de producción de puertas para fachadas, la baja productividad causada

por ineficiencias en las operaciones que afectan directamente a la competitividad de la empresa. Esta problemática genera impactos negativos, tales como tiempo extra, reprocesos y la reducción de la satisfacción tanto del cliente.

1.4.2. Práctica

La justificación práctica del presente estudio radica en la necesidad de mejorar la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo, lo cual permitirá optimizar los procesos productivos existentes. Los resultados obtenidos motivarán el mejoramiento de los procesos desde las áreas gerenciales, facilitando la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, reduciendo tiempos de operación y mejorando el flujo de trabajo. Según Carhuas y Contreras (2020), la implementación de metodologías de mejora en empresas manufactureras puede incrementar la productividad hasta en un 42,11% cuando se aplican adecuadamente las técnicas de estudio del trabajo. Esta mejora contribuirá en incrementar la productividad reduciendo costos y aumentando la capacidad de producción, elementos cruciales para mantener la posición de la organización en un entorno empresarial cada vez más exigente.

1.4.3. Metodológica

La justificación metodológica se fundamenta en que el presente estudio aplicará metodología de estudio del trabajo, dada su comprobada efectividad para analizar y optimizar procesos productivos a través del estudio detallado de movimientos, tiempos y secuencias operativas. Como señala Quiroz (2022), la aplicación de metodologías estructuradas para el análisis de procesos productivos permite no solo identificar problemas específicos como tiempos excesivos de traslado o fallas en las máquinas, sino también

proponer soluciones que aseguran un trabajo más eficiente, limpio y armónico. Esta metodología permite detectar actividades improductivas, eliminar desperdicios y establecer estándares de operación que fomenten la eficiencia y la mejora continua. A diferencia de otras metodologías más generales o teóricas, el estudio del trabajo ofrece herramientas prácticas y cuantificables, como el análisis de tiempos y movimientos, que se adaptan con precisión a la realidad operativa del taller o planta de la carpintería. Aliaga y Chuquimango (2021), la rigurosidad metodológica aplicada garantizará que los resultados sean confiables y que las propuestas de mejora puedan implementarse eficazmente, maximizando su impacto en la productividad de la empresa. Por otro lado, el uso de esta metodología no solo facilita la implementación de soluciones específicas y medibles, sino que también promueve la cultura de mejora continua y la gestión eficiente de los recursos humanos y materiales, aspectos fundamentales para alcanzar la excelencia operativa y sostener la competitividad en mercados.

1.4.4. Económica

A su vez, la justificación económica se basa en la valoración eficiente de los recursos, el tiempo y las capacidades empleadas para alcanzar un objetivo, es decir, en la viabilidad económica de la propuesta (Vásquez,2021). En este contexto, la implementación del estudio de trabajo en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL representa una oportunidad para generar una transformación positiva en la productividad.

Se espera que, mediante la optimización de métodos y tiempos, se logre un incremento en la productividad, lo cual se traducirá en una reducción de costos operativos y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Estudios recientes respaldan esta afirmación, demostrando que la mejora continua de procesos productivos a través del análisis

de tiempos y métodos contribuye a aumentar la eficiencia y disminuir gastos en empresas del sector manufacturero (Ramos et al., 2023; Paredes & Sánchez, 2021).

1.5.Objetivos de investigación

1.5.1. Objetivo general

Incrementar la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación inicial de la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024.
- Identificar la metodología de solución adecuada para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024.
- Evaluar el impacto de las mejoras implementadas en la productividad del proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1 Internacionales

En el estudio realizado por Korrakot (2020) en una empresa de fabricación de muebles, se identificó como problema principal, baja productividad, con causas de la existencia de procedimientos redundantes, tiempos muertos y un flujo ineficiente de materiales que afectaban negativamente la productividad. Ante ello, se planteó como objetivo mejorar el rendimiento mediante el rediseño del layout de planta y el análisis de los tiempos de proceso. Para lograrlo, se aplicaron herramientas como el estudio de métodos, la medición de tiempos, el diseño sistemático del layout, diagramas de flujo y análisis de causa-efecto, lo que permitió identificar y corregir ineficiencias en el proceso. Como resultado, se logró reducir el tiempo total de producción de 260 a 215 minutos, lo que representó una mejora del 15 % en la productividad, además de disminuir la distancia recorrida por los materiales de 155 a 45 metros, evidenciando así la eficacia de las metodologías de ingeniería industrial en la optimización de procesos productivos.

En el estudio realizado por Asiabi et al. (2022) en empresas pyme fabricantes de muebles, se identificó como problema la baja productividad por los prolongados tiempos en los procesos productivos y la presencia de defectos de calidad, aspectos que afectaban directamente la eficiencia operativa. Ante esta situación, el objetivo principal fue incrementar la productividad mediante la implementación de la herramienta del estudio de trabajo. Para ello, se aplicaron metodologías de análisis orientadas a optimizar los procesos y reducir las fallas en la producción. Como resultado, se logró una disminución del 29 % en el tiempo de mano de obra, así como una reducción en la cantidad de defectos, demostrando

la efectividad del estudio de trabajo para mejorar tanto la productividad como la calidad en el entorno industrial.

En el estudio realizado por Gazoli et al. (2019) en una empresa mediana del sector mueblero, se identificó como problema principal la baja productividad en el área de taladrado, situación agravada por la creciente competencia internacional, especialmente por parte de empresas chinas. Frente a esta problemática, el objetivo fue mejorar el desempeño productivo mediante la aplicación de herramientas del estudio del trabajo. Para ello, se implementaron técnicas como el análisis de flujo, la estandarización de procesos y la medición de tiempos, enfocadas en optimizar la eficiencia operativa del área crítica. Como resultado, la empresa logró un incremento del 27 % en la productividad del área de taladrado, lo cual evidencia que la aplicación adaptada del estudio del trabajo y principios de Lean Manufacturing puede generar mejoras significativas y medibles en industrias medianas del sector manufacturero.

En el estudio realizado por Motsenbocker et al. (2020), centrado en la producción de componentes para muebles de madera, se identificó como problema principal la baja productividad operativa seguido de la ineficiencia operativa y la alta variabilidad en los tiempos de fabricación, factores que comprometían la calidad y el rendimiento del proceso. Ante esta situación, el objetivo fue aumentar la productividad y la calidad mediante la implementación de tecnología de línea de flujo. Para lograrlo, se aplicaron herramientas de Lean Manufacturing, diseño de flujo en línea, medición de tiempos y análisis de procesos, con el fin de optimizar la secuencia operativa y reducir desperdicios. Como resultado, la producción diaria se incrementó de 480 a 2900 partes, lo que representa una mejora del 600 %, además de reducir los inventarios y los tiempos de entrega de cinco semanas a una.

También se obtuvo un ahorro anual de tres millones de dólares en mano de obra, liberación de espacio en planta y una mejora general del 42 % en la productividad, demostrando el impacto significativo de aplicar técnicas de estudio del trabajo y análisis de procesos en la eficiencia operativa.

2.1.2 Trabajos previos nacionales

En el estudio de Valenzuela et al. (2024), realizado en una MYPE dedicada a la fabricación de muebles de madera, se identificaron como problemas principales los tiempos prolongados de entrega, la baja productividad y la ausencia de procesos estandarizados, los cuales afectaban negativamente el cumplimiento de pedidos. Frente a esta situación, el objetivo del estudio fue reducir el tiempo de entrega mediante la aplicación de la gestión del cambio, estudio de trabajo y herramientas de Lean Manufacturing. Para ello, se implementaron técnicas como el estudio de métodos y el balance de línea, logrando reducir el tiempo del proceso de corte de 53.6 a 42.9 minutos, lo que representó un incremento del 19.81 % en la eficiencia de línea. A nivel operativo, el tiempo de entrega para un lote de 100 sillas disminuyó de 14 a 11 días, y el porcentaje de cumplimiento en la entrega de pedidos mejoró del 12.5 % al 60 %. Estos resultados evidencian la efectividad de aplicar técnicas de ingeniería industrial en MYPEs, resaltando la importancia de incorporar herramientas similares para optimizar procesos productivos en pequeñas empresas del sector maderero.

Según Morales et al. (2020), se identificó un problema específico de baja productividad relacionado con largas distancias recorridas por los operarios y una alta proporción de actividades improductivas (33.33%). El objetivo del estudio fue incrementar la productividad aplicando ingeniería de métodos para optimizar tiempos y movimientos.

Para ello, se implementaron herramientas como el estudio de trabajo, medición de tiempos, análisis de recorridos y la instalación de una faja transportadora. Como resultado, se logró reducir la distancia recorrida por los operarios de 31 a 8 metros, disminuir el tiempo estándar de fabricación de escritorios modulares de 423.78 a 301.83 minutos por unidad, y aumentar la productividad de la mano de obra en un 54.68%, así como mejorar la eficiencia en el uso de materia prima en un 20%. Este estudio confirma que la ingeniería de métodos es una estrategia efectiva para optimizar procesos productivos y elevar la eficiencia operativa.

De acuerdo con Vásquez (2021), en la fábrica de muebles Offi Line se identificó un problema significativo: la baja productividad en la fábrica, con un 28% de actividades improproductivas causadas principalmente por pausas prolongadas y posturas inadecuadas durante las tareas. El objetivo del estudio fue optimizar los puestos de trabajo mediante la aplicación del estudio de trabajo, buscando mejorar la productividad y reducir riesgos ergonómicos. Para lograrlo, se utilizaron herramientas como el análisis detallado de métodos de operación, cronometraje, balance de actividades, complementadas con principios ergonómicos y técnicas 5S. Los resultados fueron contundentes: reducción del 47% en riesgos disergonómicos, disminución del ausentismo laboral a menos del 5%, incremento del 33% en la productividad, mejora del 21% en actividades productivas y reducción del 20% en las improproductivas. Este estudio demuestra que el estudio de trabajo, cuando se aplica de manera integral, es una herramienta efectiva para optimizar la eficiencia operativa y promover mejores condiciones laborales.

Según Alburquerque et al. (2022), se identificó como problema principal la baja productividad y se planteó como objetivo mejorar la productividad mediante la aplicación sistemática del estudio del trabajo. Para ello, se utilizaron herramientas clave como el

análisis de métodos y tiempos, la implementación de la técnica 5S para la reorganización del taller, capacitaciones especializadas y la incorporación de equipos modernos junto con mejoras en el manejo de pedidos. Los resultados mostraron un aumento en la productividad del 139%, con la eficacia incrementando de 57% a 168% y la eficiencia pasando de 68.71% a 90.36%. Este estudio confirma que el uso disciplinado y estructurado del estudio del trabajo es fundamental para detectar y corregir ineficiencias, consolidando su relevancia en la optimización de procesos productivos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Variable independiente: Estudio del trabajo

Acorde con lo descrito por García (2018), el estudio del trabajo es la técnica que permite analizar, evaluar y mejorar los métodos y tiempos de ejecución de las tareas, con el fin de aumentar la productividad, reducir costos y mejorar las condiciones de trabajo. Incluye el estudio de métodos y la medición del trabajo, que buscan optimizar la forma en que se realiza una operación para lograr mayor eficiencia y calidad.

Asimismo, Alzogaray (2020) señala que el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados para llevar a cabo un trabajo, con el fin de idear y aplicar métodos más sencillos y eficientes que reduzcan costos. La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que un trabajador calificado invierte en realizar una tarea bajo condiciones estándar, permitiendo establecer tiempos normales o estándares de ejecución (Estudio del trabajo y ergonomía, 2020).

En la misma línea, la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2010), señala que

el estudio del trabajo tiene como objetivo principal analizar y mejorar la manera en que se realizan las tareas laborales, buscando optimizar la eficiencia y la productividad, así como mejorar las condiciones de trabajo. Este enfoque permite identificar y eliminar movimientos innecesarios, reducir el esfuerzo físico y mental del trabajador, y establecer métodos más racionales para la ejecución de las actividades. En consecuencia, se busca no solo aumentar la producción, sino también mejorar la calidad del trabajo y el bienestar del trabajador, contribuyendo así a un mejor rendimiento organizacional y a una mayor satisfacción laboral.

Según Torrecilla (2014), durante la fase de estudio de métodos y medición del trabajo, el análisis crítico se realiza mediante un examen detallado de los métodos actuales para identificar deficiencias y oportunidades de mejora. Este análisis implica cuestionar cada elemento del proceso (su propósito, razón, tiempo, lugar, persona y medios) con el fin de detectar actividades innecesarias, simplificar procedimientos, y hacerlos más seguros y eficientes. Para ello, se registran datos mediante observación directa, técnicas gráficas como cursogramas o diagramas de hilos, y luego se examinan utilizando herramientas como la técnica del interrogatorio para profundizar en la justificación y valor de cada actividad.

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (1996), el estudio de métodos se compone de ocho etapas fundamentales. La primera etapa consiste en seleccionar el trabajo a estudiar, priorizando actividades con alta repetitividad o impacto en costos y tiempos. La segunda etapa es registrar los hechos, observando y documentando cada paso del proceso. En la tercera etapa, se examinan críticamente los hechos registrados, cuestionando la necesidad y eficiencia de cada actividad. La cuarta etapa implica desarrollar un método mejorado, proponiendo formas más eficaces de realizar el trabajo. La quinta etapa se enfoca en evaluar las alternativas, analizando su viabilidad y beneficios. En la sexta etapa,

se define el nuevo método y se presenta formalmente. Luego, la séptima etapa contempla su implantación, incluyendo capacitación y adaptación de recursos. Finalmente, en la octava etapa, se controla su aplicación mediante indicadores que permitan medir su eficacia sostenida (Organización Internacional del Trabajo, 1996, p. 120).

2.2.2. Variable dependiente: Productividad en el proceso de fabricación de puertas

Según Sladogn (2017), la productividad es un concepto que se entiende como la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados para conseguirlos. Es decir, mide la eficiencia con la que se emplean los factores productivos como trabajo, capital, tecnología, materiales, energía e información para generar bienes y servicios. En otros términos, es la capacidad de aumentar la producción a partir del incremento o mejor uso de cualquiera de estos factores productivos.

Asimismo, Benavides (2019) indica que la productividad es un indicador económico que mide la relación entre la producción real de bienes y servicios y los recursos utilizados para obtenerla, reflejando así la eficiencia con la que se emplean los factores productivos. Se entiende como la capacidad de generar más output con la misma cantidad de inputs o mantener la producción constante utilizando menos recursos. Este concepto abarca eficacia, eficiencia y efectividad, y está condicionado por factores internos de la organización (como la calidad de recursos y motivación de los trabajadores) y externos (como el entorno económico y políticas).

La productividad en el proceso de fabricación de puertas es un factor clave que determina la eficiencia y rentabilidad de la empresa. Según Carhuas y Contreras (2020), el tiempo ciclo del proceso de fabricación de puertas es un indicador fundamental que refleja

el valor generado en la producción, siendo necesario optimizarlo para mejorar la productividad y reducir el lead time del proceso.

Además, un estudio realizado en la microempresa Muebles Fonseca (2015) concluye que la optimización de los procesos productivos mediante la ingeniería de métodos permite reducir tiempos y tareas innecesarias, logrando un ahorro significativo en el proceso de fabricación de puertas de madera, lo que se traduce en un incremento de la productividad y cumplimiento de los plazos de entrega.

Por otro lado, la mejora de la productividad también está relacionada con la adecuada gestión de recursos humanos y materiales, como se evidenció en la investigación de la Universidad Privada del Norte (2020), donde se logró incrementar la productividad de mano de obra y materia prima mediante la aplicación de mejoras en el proceso productivo de puertas de madera, reflejándose en un aumento cuantificable en la producción por recurso utilizado.

El estudio del proceso de fabricación de puertas enrollables permitió diagnosticar ineficiencias en la programación y flujo de trabajo, proponiendo mejoras que optimizan la productividad y reducen tiempos muertos en la producción (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2021). Asimismo, la implementación de fabricación ajustada en una planta europea de ventanas y puertas personalizadas permitió superar una productividad del 60% del estándar, mediante la mejora en la programación y reducción de movimientos innecesarios (TBM Consulting, 2025).

Según Sánchez & Ramírez (2022), la productividad en la fabricación de puertas depende de la optimización de los recursos, reducción de tiempos y mejora en la organización del trabajo, siendo la ingeniería de métodos una herramienta clave para lograr

incrementos sostenibles.

Curillo (2021), plantea que un análisis detallado de los procesos productivos y la implementación de un plan de mejora permiten mantener resultados positivos a largo plazo, incrementando la productividad en fábricas artesanales mediante el uso eficiente de recursos y técnicas de gestión. Por otro lado, Alvarez Villalobos (2021) señala que la gestión adecuada de la producción, mediante la identificación de problemas y la implementación de estrategias específicas, permite mejorar la calidad del producto y aumentar la productividad en las empresas manufactureras.

Industria Vicoalmin (2020), menciona que la optimización de la productividad en la elaboración de puertas forjadas mediante el estudio de métodos y medición del trabajo ha demostrado ser eficaz para reducir tiempos y mejorar la eficiencia en la industria metalmecánica.

Dimensiones

La productividad es una variable que mide la eficiencia con la que se utilizan los recursos para obtener un determinado nivel de producción. En el proceso de fabricación de puertas, la productividad puede analizarse a través de varias dimensiones, cada una con su respectiva fórmula para su medición.

- **Eficiencia**

Eficiencia significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E = P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados (Chiavenato, I. 2004).

Ecuación 1. Cálculo de la eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Resultados\ obtenidos\ (productos)}{Recursos\ utilizados}$$

Fuente: Chiavenato, I. (2004).

Carhuas y Contreras (2020) aplicaron herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la fabricación de puertas, logrando reducir los tiempos de operación en un 36.4% y aumentar la productividad en un 5.05%.

- **Productividad laboral (por operario)**

Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados (García Martínez, R.; s.f.).

Ecuación 2. Cálculo de la productividad laboral

$$Productividad\ laboral = \frac{Producción\ total}{Número\ de\ operarios}$$

Fuente: García Martínez, R. (s.f.).

- **Productividad por hora hombre**

Este enfoque permite calcular la productividad y planificar recursos de manera eficiente, considerando el tiempo invertido por los trabajadores en la realización de actividades específicas (OIT, 2022).

Ecuación 3. Cálculo de la Productividad por hora hombre

$$\text{Productividad por hora hombre} = \frac{\text{Volumen de producción}}{\text{Horas hombres trabajadas}}$$

Fuente: OIT (2022).

- **Tiempo de ciclo**

El Tiempo de Ciclo (Cycle Time) es el intervalo total necesario para completar un proceso específico desde su inicio hasta su finalización. Este concepto es fundamental para evaluar la eficiencia operativa y la productividad en diversos sectores industriales y de servicios (Taifa, 2021).

Ecuación 4. Cálculo del tiempo de ciclo

$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{Tiempo total de producción}}{\text{Número de unidades producidas}}$$

Fuente: Taifa (2021).

- **Tiempo estándar**

Es el tiempo requerido por un trabajador calificado y capacitado, que trabaja a un ritmo normal para elaborar un producto o realizar un servicio en una estación de trabajo, bajo condiciones determinadas por una norma o método preestablecido (Meyers & Stewart, 2007).

Ecuación 5. Cálculo del tiempo estándar

$$TE = TN \times (1 + \% \text{ suplementos})$$

Fuente: Meyers & Stewart (2007)

Donde:

TE: Representa el tiempo meta o tiempo ideal para realizar una actividad incluyendo los suplementos o tolerancias.

TN: Es el tiempo normal, que se calcula como:

Ecuación 6. Cálculo del tiempo normal

$$TN = TP \times FV$$

Fuente: Meyers & Stewart (2007)

TP: Es el tiempo promedio obtenido de las mediciones cronometradas.

FV: Es el factor de valoración o calificación del desempeño del trabajador

% suplementos: Es el porcentaje de suplementos o tolerancias que se añaden para cubrir descansos, fatiga, imprevistos, etc.

- **Número de observaciones**

El número de observaciones se utiliza en la fórmula del tiempo estándar con el fin de obtener un tiempo confiable del ciclo o tarea que se está estudiando. Este número determina cuántas mediciones se deben realizar para asegurar que el promedio obtenido refleje con precisión el tiempo real, considerando un nivel de confianza estadístico y un margen de error aceptable (Cruelles, 2013).

Ecuación 7. Cálculo del número de observaciones

$$n = \left(\frac{z * s}{h * x} \right)^2$$

Fuente: Cruelles (2013)

Donde:

n: N° de observaciones necesarias

z: Valor Z (nivel de confianza)

s: Desviación estándar de los tiempos observados

h: Precisión

x: Tiempo promedio de las observaciones preliminares

- **Cumplimiento**

El cumplimiento es un indicador que mide el grado en que se alcanzan las metas o compromisos establecidos en un programa o proyecto. Es fundamental para evaluar el desempeño, ya que refleja qué tanto se logró respecto a lo planificado (Barrientos, 2015).

Ecuación 8. Cálculo de cumplimiento

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{Resultado programado}}{\text{Resultado obtenido}} \times 100$$

Fuente: Barrientos (2015)

- **Número de estaciones**

La cantidad de estaciones de trabajo se determina como el número mínimo requerido para cumplir con el tiempo de ciclo previamente establecido, garantizando así un flujo eficiente en el proceso productivo (Amador, 2017).

Ecuación 9. Cálculo N° de estaciones

$$N^{\circ} \text{ de estaciones} = \frac{\text{Suma de los tiempos de todas las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

Fuente: Amador (2017)

- **Eficiencia de línea**

La eficiencia de línea representa el porcentaje que relaciona la suma total de los tiempos de operación con el producto entre el número de estaciones de trabajo y el tiempo ciclo. Esta métrica permite evaluar el grado de aprovechamiento del tiempo disponible en cada estación, reflejando el nivel de equilibrio alcanzado en la distribución de tareas a lo largo de la línea de producción (Orozco et al.,2016).

Ecuación 10. Cálculo de la eficiencia de línea

$$Eficiencia\ de\ línea = \frac{Suma\ de\ los\ tiempos\ de\ todas\ las\ tareas}{N^{\circ}\ de\ estaciones\ x\ Tiempo\ de\ ciclo} \times 100$$

Fuente: Orozco et al. (2016)

- **Indice de desbalance**

Es una medida que permite cuantificar la diferencia de carga de trabajo entre operarios o estaciones de trabajo dentro de un proceso productivo. Es útil para identificar cuán equilibrada está la distribución de tareas. Un valor cercano a 0% indica una asignación equitativa, mientras que valores altos reflejan una distribución ineficiente o desbalanceada (Amador, 2017).

Ecuación 11. Índice de desbalance

$$Indice\ de\ desbalance = \frac{Tiempo\ mayor - Tiempo\ menor}{Tiempo\ mayor} \times 100$$

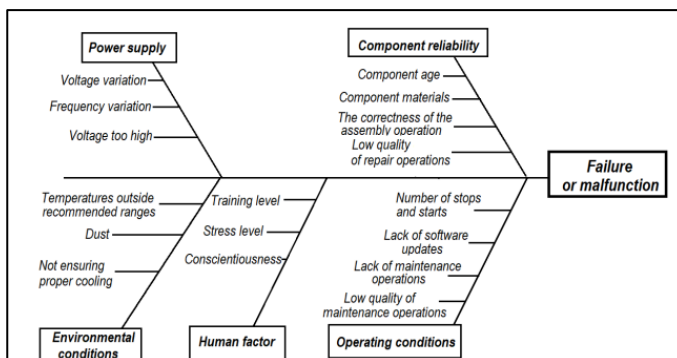
Fuente: Amador (2017)

2.2.3. Herramientas adicionales

En el desarrollo de esta investigación se emplean diversas herramientas propias de la ingeniería industrial, las cuales resultan fundamentales para abordar cada etapa del estudio

de manera efectiva. Estas herramientas facilitan el diagnóstico y análisis profundo de la problemática, así como la ejecución y evaluación de las mejoras implementadas. Su aplicación contribuye al logro de los objetivos planteados. Entre las técnicas seleccionadas destacan el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto y los diagramas de flujo. El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado organiza las causas en categorías principales que se representan como “espinas” que se desprenden de una “espina central” o columna vertebral, apuntando hacia la “cabeza” del pez, donde se coloca el problema a estudiar. Así, se facilita la visualización y comprensión de las relaciones causa-efecto, ayudando a encontrar las causas raíz y orientar las acciones correctivas (Ramos, 2021).

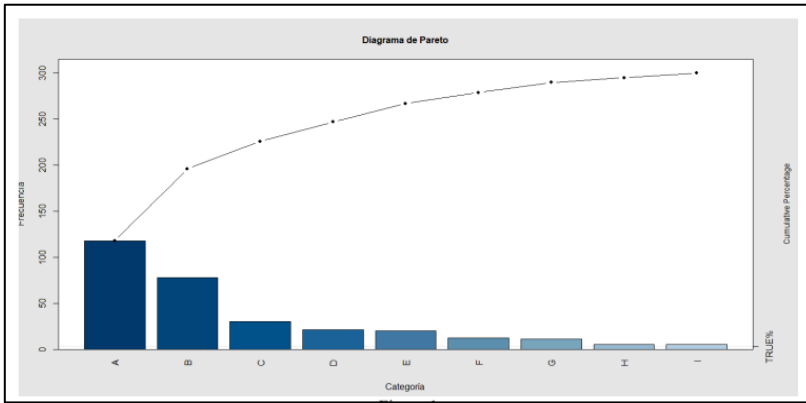
Figura 5. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Botezatu et al. (2019).

El diagrama de Pareto es una herramienta fundamental en la gestión de calidad y mejora continua que permite identificar y priorizar las causas más significativas de un problema o fenómeno. Se basa en el principio de Pareto, que establece que aproximadamente el 80 % de los efectos provienen del 20 % de las causas. Esta herramienta gráfica presenta las causas ordenadas de mayor a menor impacto mediante barras, facilitando la toma de decisiones estratégicas para enfocar los esfuerzos en las causas que generan el mayor impacto (BILO, 2024).

Figura 6. Diagrama ejemplo del análisis de Pareto



Fuente: BILO (2024).

El diagrama de análisis de procesos, también conocido como diagrama de flujo del proceso o cursograma analítico, es una representación gráfica que muestra la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso productivo o administrativo. Este diagrama incluye información importante para el análisis, como el tiempo necesario para realizar cada tarea y las distancias recorridas, facilitando la identificación de ineficiencias y oportunidades de mejora (Caballero, 2023).

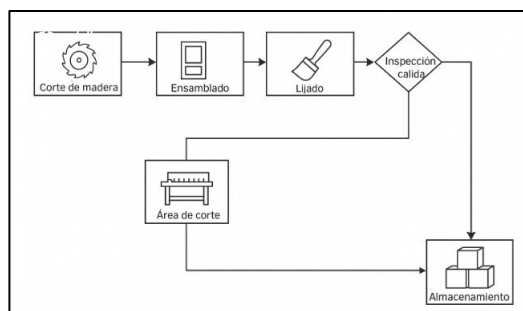
Figura 7. Diagrama modelo de DAP

Descripción	Actividad					Tiempo (min)	Distancia (m)
	●	■	➔	◐	▼		
Sacar de camión, colocar en plano inclinado				●		5	1.2
Deslizar por plano inclinado				●			6
Deslizar hasta almacén y apilado				●			1
Acarrear hasta lugar de desembalaje				●		5	6
Destapar	●					5	
Acarrear hasta banco de recepción				●		5	9
Esperar hasta descarga					●	5	
Extraer y abrir cajas de cartón: colocar sobre banco, contar y cotejar diseño				●		20	
Enumerar piezas y colocar de nuevo en cajón				●			
Esperar el carretillero					●	5	
Llevar cajón a lugar de distribución					●	5	9
Poner en depósito					●		

Fuente: Caballero (2023).

El diagrama de recorrido es una representación gráfica sobre plano del área en la cual se desarrolla la actividad, con las ubicaciones indicadas de los puestos de trabajo y el trazado de los movimientos de los hombres y/o de los materiales. Es un diagrama que se emplea para establecer el recorrido de un solo producto o proceso. Tiene en cuenta las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento. Se utiliza la misma simbología que la de un diagrama de proceso (Harris, 1999).

Figura 8. Diagrama de recorrido



Fuente: Torrecilla (2020)

El cronometraje es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo (TecNM, 2021).

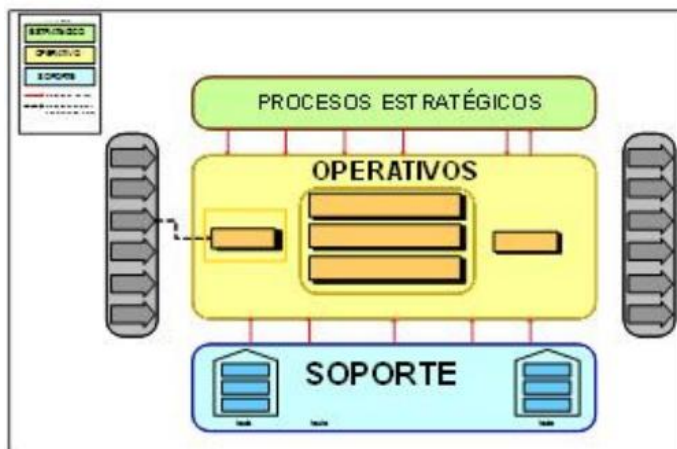
Figura 9. Hoja de registro de tiempos

Operación _____		Observador _____				
Fecha _____						
No. de cronomm.	Tiempo observado (min)	Tpo. ret. (min)	Tpo. norm. (min)	Tpo. norm. (min)	Calif. ritmo	Obs.
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fuente: TecNM (2021)

El mapa de procesos es una representación gráfica que muestra todos los procesos que existen en una organización y sus interrelaciones, ofreciendo una visión global de la empresa. Se clasifica en tres grandes grupos: procesos estratégicos (vinculados a la dirección y planificación a largo plazo), procesos operativos (relacionados con la realización del producto o servicio y la satisfacción del cliente) y procesos de soporte (que brindan recursos y apoyo a los demás procesos) (Cantabria, 2017).

Figura 10. Mapa de procesos



Fuente: Cantabria (2017)

El análisis ABC es una metodología de gestión que clasifica los productos, servicios o actividades en tres categorías (A, B y C) según su importancia relativa, generalmente basada en criterios como valor económico, volumen de ventas o consumo de recursos. Su fundamento principal es el Principio de Pareto, que establece que un pequeño porcentaje de elementos (clase A) representa la mayor parte del valor o impacto, mientras que la mayoría (clase C) tiene menor relevancia (Recalde, 2021).

Figura 11. Análisis ABC

Código Artículo	Demanda Anual	Valor Unitario	Aporte Anual	Sumatoria Acum. (SA)	% SA/Total
102523T	38641	0,28	10771,01	10771,01	38%
156208T	11228	0,60	6707,15	17478,16	62%
132618T	8867	0,40	3514,43	20992,59	74%
126951T	8444	0,21	1731,79	22724,39	80%
620159T	2546	0,53	1338,88	24063,26	85%
231618T	2003	0,38	754,92	24818,18	87%
620158T	543	1,26	685,62	25503,80	90%
615618T	766	0,69	529,76	26033,56	92%
481951T	746	0,60	446,77	26480,33	93%
652961T	997	0,44	440,05	26920,37	95%
124328T	438	0,88	385,54	27305,91	96%
123543T	896	0,27	240,03	27545,94	97%
861327T	141	1,64	231,25	27777,19	98%
165223T	72	2,25	162,34	27939,53	98%
895312T	129	1,23	158,15	28097,67	99%
453268T	199	0,41	82,54	28180,21	99%
898262T	184	0,37	67,57	28247,78	100%
124536T	12	5,23	62,72	28310,49	100%
245162T	26	1,56	40,65	28351,14	100%
325145T	13	1,39	18,07	28369,21	100%
Total:				28369,21	

Grupo A

80% Ventas 20% Artículos
(Los pocos vitales)

Grupo B

15% Valor 30% Artículos

Grupo C

5% Valor 50% Artículos
(Los muchos triviales)

Fuente: Recalde (2021)

2.3. Definición de términos básicos

Productividad: La productividad es un concepto que tradicionalmente ha estado asociado al campo de las ciencias económicas, basándose en la relación entre insumos (inputs) y productos (outputs) dentro de las organizaciones dedicadas a la producción de bienes. En la nueva economía, este concepto se aplica también a entidades de servicios basados en el conocimiento, como el área educativa, considerándose un proceso complejo (Gordillo et al., 2020).

Mano de obra (MO): Recursos humanos que participan directamente en el proceso productivo. Se mide en número de operarios o en horas hombre trabajadas (Villanueva, 2023).

Horas hombre (HH): Unidad que representa el trabajo realizado por una persona durante una hora efectiva de trabajo, utilizada para calcular la productividad y planificar recursos (Contreras, 2020).

Estudio de trabajo: Técnica que incluye el estudio de métodos y la medición del trabajo para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, reduciendo tiempos y movimientos innecesarios (Fonseca, 2015).

Ingeniería de métodos: La ingeniería de métodos es un área de la ingeniería industrial que se enfoca en optimizar los procesos de producción y trabajo en una empresa. Su principal objetivo es mejorar la forma en que se realiza el trabajo, buscando reducir costos, aumentar la calidad de los productos o servicios, reducir los tiempos de producción y mejorar las condiciones de trabajo. Para ello, analiza detalladamente los procesos existentes, estandariza métodos, elimina desperdicios y capacita al personal en las nuevas técnicas implementadas (Affonso, 2023).

Optimización de procesos: La optimización de procesos es un enfoque sistemático para mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos empresariales mediante la identificación y eliminación de desperdicios, la reducción de costos, la mejora de la calidad y la aceleración de los tiempos de respuesta. Este proceso implica la aplicación de metodologías y herramientas que permiten analizar, rediseñar y controlar los procesos para alcanzar un desempeño óptimo (Yépez et al., 2020; Cieza, 2023).

Fabricación de puertas: La fabricación de puertas es un proceso industrial que implica varias etapas, desde la recepción de la materia prima hasta el ensamblaje y acabado del producto final. Según Villanueva Malca (2022), la fabricación de puertas comprende la transformación de materiales, el ensamblaje de componentes y la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos para optimizar la productividad y la calidad del producto final.

Veta: La veta de la madera es el patrón visible en la superficie que indica la dirección natural del crecimiento de las fibras del árbol. Este diseño refleja la estructura interna y el

desarrollo del tronco a lo largo del tiempo. Debido a las variaciones en forma y orientación de las vetas, cada pieza de madera presenta un aspecto único (Majofesa, 2020).

Equipo de Protección Personal (EPP): Son elementos, dispositivos o prendas especialmente diseñados para proteger al trabajador frente a riesgos que puedan poner en peligro su seguridad y salud durante la ejecución de sus labores. (Organización Mundial de la Salud, 2023).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1.Experiencia Académica

Nuestra formación académica se inició en la Universidad Privada del Norte (UPN), donde cursamos la carrera de Ingeniería Industrial en el periodo 2019–2024, alcanzando la condición de bachiller.

Asimismo, tuvimos la oportunidad de integrarnos en la comunidad universitaria a través de nuestra participación en la Escuela de Estudiantes Líderes de UPN. En este espacio, nos desempeñamos como Líder Monitor, rol en el que promovimos el liderazgo responsable, la motivación y el acompañamiento a nuestros compañeros, fomentando un ambiente colaborativo y de crecimiento personal. Paralelamente, formamos parte del Staff UPN, contribuyendo en la organización y ejecución de diversos eventos institucionales, lo que nos permitió fortalecer habilidades esenciales como la planificación estratégica, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y la gestión del tiempo.

3.2.Experiencia Profesional

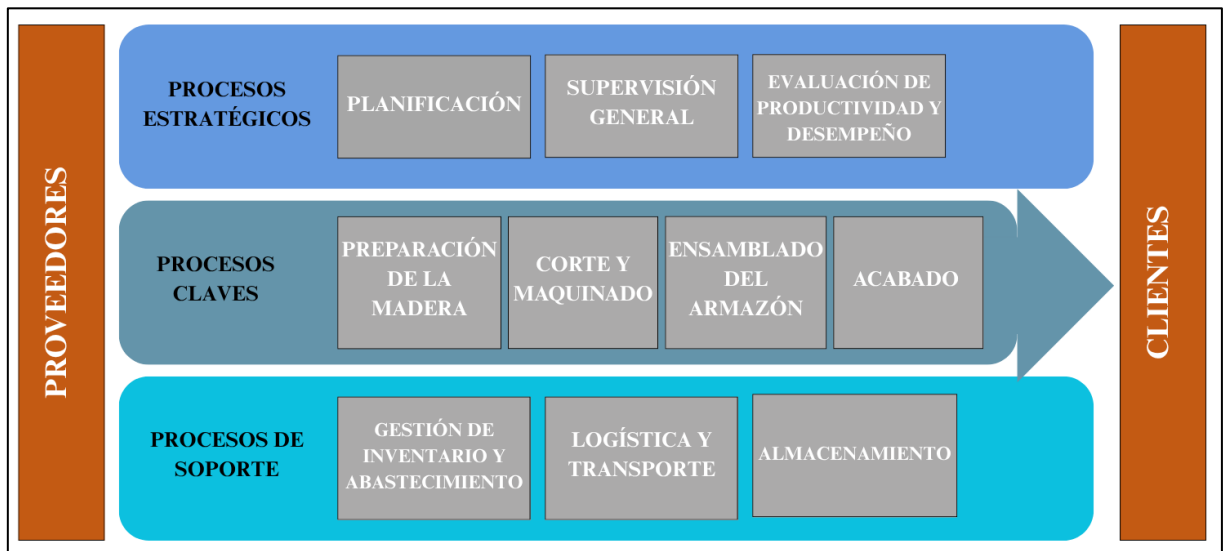
En nuestra etapa profesional, desarrollamos funciones en el área de logística, comercial y recursos humanos, desempeñándonos en sectores diversos como hidrocarburos y vinícola. Estas experiencias multisectoriales nos permitieron fortalecer competencias clave en planificación estratégica, gestión eficiente de inventarios, coordinación de operaciones, atención al cliente y administración de personal. Además, adquirimos habilidades en comunicación efectiva, trabajo en equipo y resolución de conflictos, contribuyendo al mejoramiento continuo de los procesos organizacionales y al fortalecimiento del clima laboral.

3.3.Desarrollo de la implementación

Diagnosticar la situación inicial

Como parte del diagnóstico inicial, se elaboró un mapa de procesos con el propósito de comprender la estructura operativa de la empresa y visualizar la secuencia de actividades. Seguidamente, se aplicó el análisis ABC con el fin de identificar el producto principal, permitiendo enfocar el estudio en aquel que genera mayor impacto en la producción. Asimismo, se determinaron los tiempos asociados a cada etapa mediante un diagrama de análisis de procesos y un diagrama de recorrido, lo que facilitó la representación del flujo operativo y la identificación de ineficiencias. Adicionalmente, se calculó la productividad del área considerando la productividad de la mano de obra y las horas-hombre registradas entre los meses de Mayo y Septiembre del año 2024. A continuación, se presenta la tabla correspondiente al mapa de procesos:

Figura 12. Mapa de procesos - TODO FACIL



Nota: Elaboración propia.

En este contexto, los procesos estratégicos están a cargo del Gerente General, quien se encarga de la planificación, supervisión de las áreas de Producción, Logística y Almacén,

así como de la evaluación del desempeño global de la empresa.

Por su parte, los procesos claves están vinculados con la fabricación de puertas. Este proceso productivo se divide en tres estaciones: Preparación y Corte, Ensamblado del Armazón y Acabado.

Finalmente, los procesos de soporte incluyen la Gestión de Inventario y Abastecimiento, a cargo del responsable de almacén, quien controla las existencias y coordina con el área de Logística para su reposición; la Logística y Transporte, encargadas de planificar y ejecutar la entrega de materiales, productos terminados e instalaciones; y el Almacenamiento, responsable de conservar en condiciones adecuadas tanto los materiales como los productos terminados, facilitando su acceso y control.

Para determinar con qué producto de la empresa se iba a trabajar, se solicitó al área de producción el detalle de las cantidades fabricadas. Tal como se muestra en la Tabla 2, entre los meses de Mayo y Septiembre se registró una producción total de 692 unidades. De esta cantidad, el producto con mayor participación fue la puerta para fachada, con un total de 317 unidades, lo que representa el mayor volumen dentro del periodo analizado.

Tabla 2. Producción total entre los meses de Mayo y Septiembre 2024.

Productos	Total de unidades
Puertas para fachada	317
Marco	240
Puertas para interiores	85
Cama plaza y media	13
Escritorios	10
Mampara	12
Cómoda	6
Ventana	3
Portón elevadizo	2

Portones con bisagra sin puerta de escape	2
Mesas	1
Ropero	1
Total	692

Nota: Elaboración propia.

A partir de los datos de producción, se aplicó la metodología ABC con el objetivo de clasificar los productos fabricados por la empresa según su nivel de importancia. Los valores correspondientes se detallan a continuación:

Tabla 3. Análisis ABC de la producción de Mayo y Septiembre 2024

Producto	Total de unidades	% del Total	% Acumulado	Clasificación
Puertas para fachada	317	45,81%	45,81%	A
Marco	240	34,68%	80,49%	B
Puertas para interiores	85	12,28%	92,77%	B
Cama plaza y media	13	1,88%	94,65%	B
Escritorios	10	1,45%	96,10%	C
Mampara cómoda	12	1,73%	97,83%	C
Ventana	6	0,87%	98,70%	C
portón elevadizo	3	0,43%	99,13%	C
Portones con bisagra sin puerta de escape	2	0,29%	99,42%	C
Mesas	2	0,29%	99,71%	C
Ropero	1	0,14%	99,86%	C
Ropero	1	0,14%	100,00%	C
Total	692			

Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla anterior, la puerta para fachada es el producto principal, ya que concentra el 45.81% de la producción total. A partir de ello, se procedió a analizar el proceso productivo de estas puertas, desde la preparación de materiales hasta las etapas finales de acabado.

El proceso productivo consta de tres estaciones y es ejecutado por dos operarios: el operario A (Rosell Ramírez) y el operario B (Benjamín Reyes). La supervisión está a cargo de Rubén Valles, quien también brinda apoyo en la producción cuando es necesario. A continuación, se describen las estaciones del proceso:

ESTACIÓN 1: Preparación y corte

Esta etapa está a cargo del operario A (Rosell Ramírez), quien debido a su amplia experiencia de más de seis años en la carpintería, se encarga de realizar este proceso con precisión.

Primero, se realiza la selección de la madera que toma un tiempo de 5,28 minutos. La carpintería dispone de varios tipos como capirona, tornillo, pino e ishpingo, eligiendo principalmente la madera capirona debido a su alta resistencia y durabilidad. Para la fabricación de cada puerta, se seleccionan las siguientes piezas: dos tablas de 2 pulgadas x 6 pulgadas x 240 cm de largo, y tres tablas de 1 pie x 1 pulgada x 10 pies de largo.

Una vez seleccionada, la madera es trasladada a la máquina cepilladora con un tiempo de 52 segundos (Figura 13), donde se eliminan imperfecciones, astillas e irregularidades. Posteriormente, la madera cepillada es trasladada a la máquina calibradora (Figura 14) con un tiempo de 43 segundos, donde se ajusta su espesor a 4.5 cm. Esta operación de calibración de la madera es de 8,56 minutos.

Figura 14. Máquina cepilladora



Nota: Fotografía tomada en la carpintería.

Figura 13. Máquina calibradora



Nota: Fotografía tomada en la carpintería.

Una vez calibrada, la madera se traslada a la máquina sierra circular siendo este tiempo de traslado de 1 minuto (Figura 15), donde se efectúan los cortes según las medidas especificadas:

- Madera vertical: 90 cm de largo x 15 cm de ancho x 3 pulgadas de grosor.
- Madera horizontal: 80 cm de largo x 15 cm de ancho x 2 pulgadas de grosor.

El tiempo de realizar estos cortes son de 10,16 minutos, las piezas cortadas son posteriormente trasladadas a la máquina ingletadora el tiempo de este recorrido es de 1,03 segundos (Figura 16). En esta etapa, el operario realiza el trazado de las espigas (13,54 minutos) y, seguidamente, procede a cortarlas en la máquina ingletadora en un tiempo de 9,04 minutos, preparando las piezas para el siguiente proceso.

Figura 16. Máquina cierra circular



Nota: Fotografía capturada durante el corte.

Figura 15. Máquina ingletadora



Nota: Fotografía tomada en la carpintería.

ESTACIÓN 2: Ensamblado del Armazón

La etapa de ensamblado involucra la participación de los dos operarios. El proceso comienza con el espigado de las piezas, a cargo del operario A esta operación toma 8,02 minutos, quien realiza las uniones tipo espiga para facilitar un ensamblaje firme. Además, es responsable de la primera inspección (2,22 minutos), después se traslada a la búsqueda de los insumos para el encolado asegurándose de que las piezas estén preparadas antes de continuar.

Paralelamente, el operario B se encarga de la preparación del adhesivo (4,44 minutos) y su traslado a los caballetes (0,48 segundos), donde se llevará a cabo el encolado. Durante esta fase, se identificó que en ocasiones no se toma la cantidad adecuada de adhesivo, lo que obliga a repetir la preparación y genera reprocesos teniendo como tiempo 10.12 minutos que afectan la eficiencia del proceso.

El encolado es realizado por el operario B, quien se asegura de que todas las uniones

queden correctamente cubiertas con adhesivo. Tras esta etapa, el operario A busca y prepara las herramientas necesarias para el ensamblado en un tiempo de 1 minuto (como la prensa de 1.5 metros, clavos sin cabeza de $\frac{3}{4}$, martillo, hundidor y masilla), trasladándolas a los caballetes para su uso.

Finalmente, el operario A y B realiza el ensamblado final, uniendo todas las piezas mediante presión controlada (11,51 minutos). Una vez armado, la puerta se deja en reposo para su secado natural (240 minutos), garantizando la correcta fijación del adhesivo antes de pasar a la siguiente etapa del proceso.

Figura 17. Puerta completamente seca, sin herramientas de presión



Nota: Puerta lista para el siguiente proceso.

ESTACIÓN 3: Acabado

La etapa de acabado inicia con el pulido, realizado por el operario B, quien le toma un tiempo de 16,34 minutos, y utiliza la máquina amoladora angular (Figura 21), para eliminar imperfecciones superficiales y preparar la puerta para el lijado manual.

Simultáneamente, el operario A se encarga de la búsqueda y toma de las herramientas

necesarias para el marcado y fresado, teniendo como tiempo 45 segundos, después se traslada a los caballetes (41 segundos) para iniciar con la operación de marcado, donde se hace los trazos para el diseño de la puerta, esta operación toma un tiempo de 7,18 minutos (Figura 19) posteriormente de realizar los trazos se procede a la operación de fresado, con un tiempo de 18,11 minutos haciendo los trazos en la puerta con la máquina fresadora (Figura 18).

Figura 19. Máquina fresadora



Nota: Fotografía del fresado en la puerta.

Figura 18. Marcado del diseño de la puerta



Nota: Fotografía durante del trazado.

Después de la operación de fresado el operario B realiza la búsqueda de las herramientas para la operación del lijado (52 segundos), trasladándolas a los caballetes donde se ejecuta esta actividad (43 segundos). El lijado manual, también es realizado por el operario B. Una vez finalizado el lijado, que toma un tiempo de 81,46 minutos el operario A y el operario B verifican la suavidad y uniformidad del acabado, asegurándose de que la puerta pueda proceder al barnizado, esta inspección tarda 1,09 minutos. En esta etapa se ve un reproceso de 23,47 minutos por un mal lijado.

En el proceso de aplicación del barniz, el operario B es responsable tanto de la preparación como de la aplicación de los insumos. La preparación requiere un promedio de

15,61 minutos. No obstante, se ha identificado que, en algunas ocasiones, dicha preparación no se realiza de manera adecuada, lo que ocasiona una cobertura incompleta del barniz sobre la puerta. Esta deficiencia afecta la calidad del acabado y genera la necesidad de un reproceso, cuya duración es de 23,27 minutos. La aplicación del barniz toma un promedio de 27,82 minutos, seguido por un tiempo de secado de 200 minutos.

Finalmente, tras la aplicación y secado de la capa de barniz, el operario B traslada la puerta terminada al almacén temporal de productos terminados (Figura 20), donde se almacena adecuadamente hasta su entrega.

Figura 21. Almacén temporal de PT



Nota: Puertas para fachadas sin herrajes











Figura 20. Máquina amoladora angular



Nota: Fotografía tomada en la carpintería.

Se elaboró el Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) para representar gráficamente la secuencia, tiempos y clasificación de las operaciones, incluyendo actividades principales, secundarias y reprocesos. A continuación, se presenta el DAP resultante de este análisis:

Figura 22. Estación 1 y 2 del proceso de producción de puertas para fachadas

Diagrama de análisis del proceso - 2024						RESUMEN					
						SÍMBOLO	ACTIVIDAD	N°			
Nombre del proceso: Elaboración de puerta para fachada Total de actividades realizadas: 49 Método: Actual Distancia total en metros: 45.6 Empresa: Todo facil Tiempo (min): 551.70 ELABORADO POR: A. Flores J. Cabel							Operación	19			
							Transporte	19			
							Inspección	3			
							Espera	7			
							Almacenaje	1			
ETAPAS	N°	Descripción del proceso	Operario	Tipo de actividad	Tiempo (m)						Observación
ESTACIÓN 1: Preparación y corte	1	Selección de la madera a usar	A	Principal	5.28			X			
	2	Traslado a la máquina cepilladora	A	Principal	0.52		X				
	3	Cepillado de madera	A	Principal	14.15	X					
	4	Traslado a la máquina calibradora	A	Principal	0.43		X				
	5	Calibrado de madera	A	Principal	8.56	X					Ignalar espesor
	6	Traslado a la máquina sierra circular	B	Principal	1.01		X				
	7	Corte de las tablas	A	Principal	10.16	X					
	8	Traslado a la máquina englatadora	B	Principal	1.03		X				
	9	Toma de herramienta para trazar espigas	A	Principal	0.51	X					
	10	Trazado de espigas	A Y B	Principal	13.54	X					
	11	Corte de espigas	A Y B	Principal	9.04	X					
ESTACIÓN 2: Ensamblado del Armazón	12	Espigado	A Y B	Principal	8.02	X					
	13	Primera inspección	A	Principal	2.22			X			Verificar el encaje de las piezas
	14	Traslado para búsqueda de los insumos para el encolado	A	Principal	0.40		X				
	15	Preparación de encolado	B	Principal	4.44	X					
	16	Traslado a los caballetes de madera	A	Principal	0.48		X				
	17	Encolado	A	Principal	5.29	X					
	18	Traslado para búsqueda de los insumos para el encolado	B	Reproceso	0.38		X				
	19	Preparación de encolado	B	Reproceso	4.13				X		Faltó adhesivo
	20	Traslado a los caballetes de madera	B	Reproceso	0.51		X				
	21	Termino del encolado	B	Reproceso	5.48				X		
	22	Traslado para búsqueda de las herramientas	A	Secundaria	0.57		X				Prensa de 1 metro y medio Clavo sin cabeza de 3/4 Martillo Hundidor Masilla
	23	Toma de herramientas para el ensamblado	A	Secundaria	0.48	X					
	24	Traslado a los caballetes de madera	A	Secundaria	0.50		X				
	25	Ensamblado	A Y B	Principal	11.51	X					
	26	Secado de la puerta	-	Principal	240.00					X	

Nota: Elaboración propia.

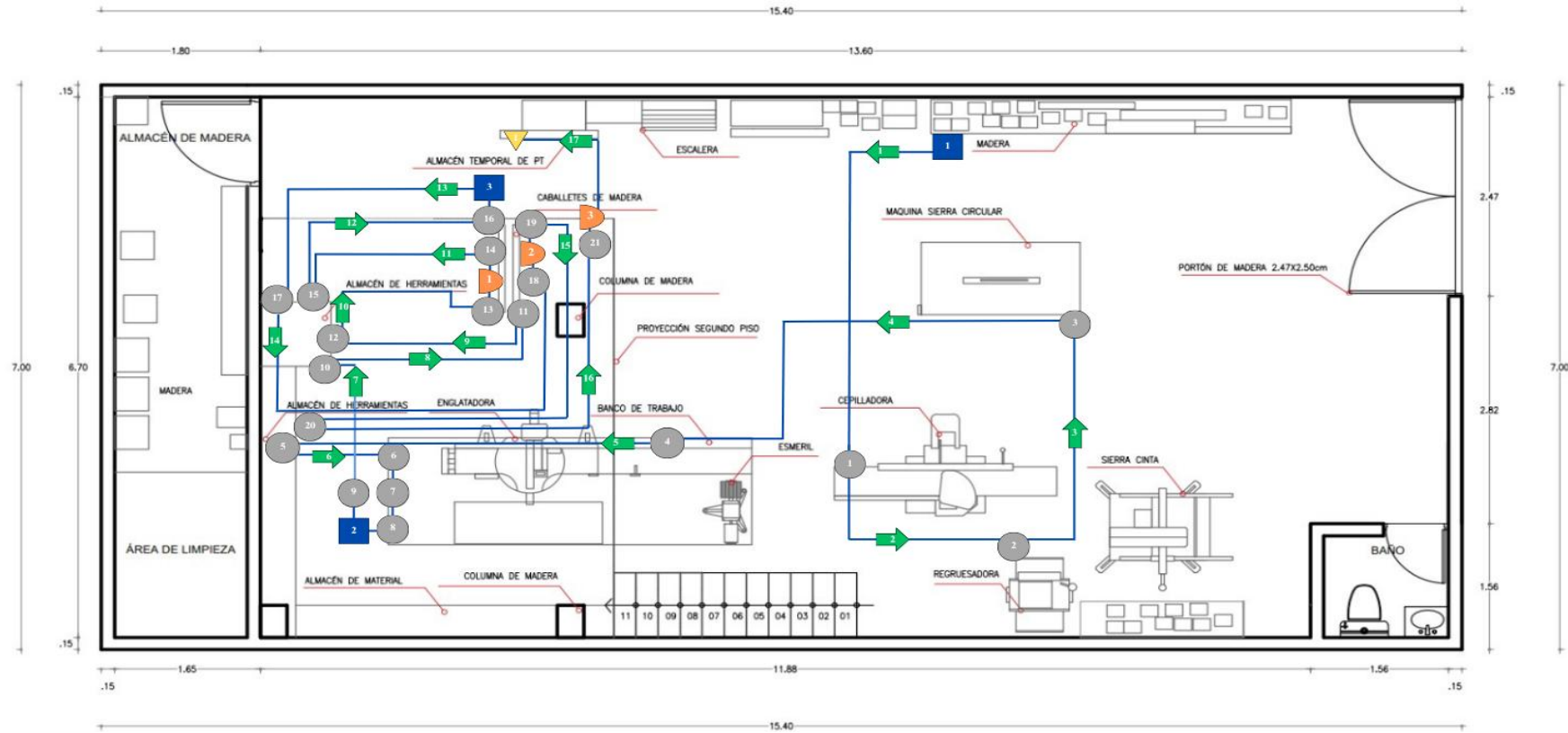
Figura 23. Estación 3 del proceso de producción de puertas para fachadas

ESTACIÓN 3: Acabado	27	Pulido con máquina	B	Principal	16.34	X				Lijado con la amoladora
	28	Traslado para búsqueda de herramientas	A	Principal	0.48		X			
	29	Toma de herramientas de marcado y fresado	A	Principal	0.45	X				
	30	Traslado a los caballetes de madera	A	Principal	0.41		X			
	31	Marcado	A	Principal	7.18	X				
	32	Fresado	A	Principal	18.11	X				
	33	Traslado para búsqueda de las herramientas	B	Principal	0.54		X			
	34	Toma de herramientas para el lijado	B	Principal	0.52	X				No hay selección adecuada de grano
	35	Traslado a los caballetes de madera	B	Principal	0.43		X			
	36	Lijado manual	B	Principal	81.46	X				Solo aplica 2 lijas agua de 250 para todo el lijado. Se presenta desgaste de la lija
	37	Verificación de la suavidad y uniformidad	A	Principal	1.09			X		Se visualizó marcas (en forma de remolinos)
	38	Repetición de lijado por mal acabado	A	Reproceso	23.47				X	Se realiza para borrar marcas circulares por mal lijado inicial
	39	Traslado para búsqueda de los insumos para el barnizado	A	Principal	1.02		X			
	40	Traslado a los caballetes de madera	B	Principal	0.48		X			
	41	Aplicación del barnizado	A	Principal	27.82	X				
	42	Traslado para búsqueda de los insumos para el barnizado	B	Reproceso	0.58		X			Se visualizo falta de barniz, trabajador repite el proceso de preparación del barniz
	43	Preparación del barniz	A	Reproceso	15.59				X	
	44	Traslado a los caballetes de madera	B	Reproceso	0.52		X			
45	Termino de aplicación de barnizado	A	Reproceso	6.58				X		
46	Secado	-	Principal	200.00				X		

Nota: Elaboración propia.

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

Figura 24. Diagrama de recorrido, a partir del DAP



Nota: Elaboración propia.

En las figuras anteriores se detalla el proceso completo, conformado por un total de 46 actividades, distribuidas en las tres estaciones previamente descritas:

- Estación 1: Preparación y corte, que abarca las actividades 1 a 11.
- Estación 2: Ensamblado del Armazón, que incluye las actividades 12 a 26.
- Estación 3: Acabado, que abarca las actividades 27 a 46.

La carpintería TODO FACIL cuenta con un sistema de indicadores que permiten monitorear el desempeño de sus procesos de producción los cuales son productividad de mano de obra, horas hombre y cumplimiento.

Para comprender mejor esta situación, se solicitó al área de producción que proporcione sus datos históricos (Anexo 1), con el fin de evaluar los indicadores de productividad.

Tabla 4. Indicadores de productividad previa implementación – 2024

Meses	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Unidades de puertas fabricadas	33	37	36	36	35	35
Unidades para fabricar proyectadas	42	46	46	46	46	46
<i>% Cumplimiento</i>	<i>79%</i>	<i>80%</i>	<i>78%</i>	<i>78%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>
H-H ejecutadas	481	450	411	446	441	429
H-H proyectadas	384	384	352	384	376	368
<i>% Aumento de HH</i>	<i>20%</i>	<i>15%</i>	<i>14%</i>	<i>14%</i>	<i>15%</i>	<i>14%</i>
Productividad mano de obra ejecutado	16,50	18,50	18,00	18,00	17,50	17,50
Productividad mano de obra proyectado	21,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Productividad horas hombre ejecutado	0,069	0,082	0,088	0,081	0,079	0,082

Productividad horas hombre proyectado	0,109	0,120	0,131	0,120	0,122	0,125
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nota: Elaboración propia a partir de registros de producción (Abril–septiembre 2024).

Tal como se observa en la tabla anterior, el área de producción proporcionó las horas trabajadas por mes, resultando en un promedio de 15% de aumento de horas extras. Las horas hombres se calcularon multiplicando el número de operarios por la jornada diaria de trabajo y el número de días laborables del mes y el cumplimiento es la división de unidades de puertas ejecutadas sobre las unidades proyectadas. También cabe recalcar que la hora extra que trabajan los operarios en la carpintería corresponde al 25% de la hora de trabajo (S/.7.50).

Para el cálculo de la productividad de la mano de obra presentada en la Tabla 5, se utilizó la Ecuación 2, donde:

$$Productividad\ M.O. = \frac{Producción\ total}{Número\ de\ operarios}$$

$$Productividad\ M.O. = \frac{33\ puertas}{2\ operarios} = 16.5\ puerta\ x\ operario$$

Este cálculo se realizó para todos los meses, obteniéndose un promedio de 17,67. Esto indica que cada operario fabricó, en promedio de 17,67 puertas por mes.

Para el cálculo de la Productividad horas hombre presentada en la Tabla 5, se utilizó la Ecuación 3, donde:

$$Productividad\ por\ H.H. = \frac{Volumen\ de\ producción}{Horas\ hombres\ trabajadas}$$

$$Productividad\ por\ H.H. = \frac{33\ puertas}{481\ horas} = 0.069\ puerta\ x\ hora - hombre$$

Este cálculo se realizó para todos los meses, obteniéndose un promedio de 0,08 unidades por hora-hombre. Esto indica que, en promedio, por cada hora de trabajo invertida por un operario, se fabricaron aproximadamente 0,08 unidades de puerta.

Para el cálculo de cumplimiento, presentada en la Tabla 5, se utilizó la Ecuación 4, donde:

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción planificada}} * 100\%$$

Este cálculo se realizó para todos los meses, obteniéndose como promedio 78% de cumplimiento. Esto indica que, en promedio, por cada mes solo se cumple con el 78% de los pedidos.

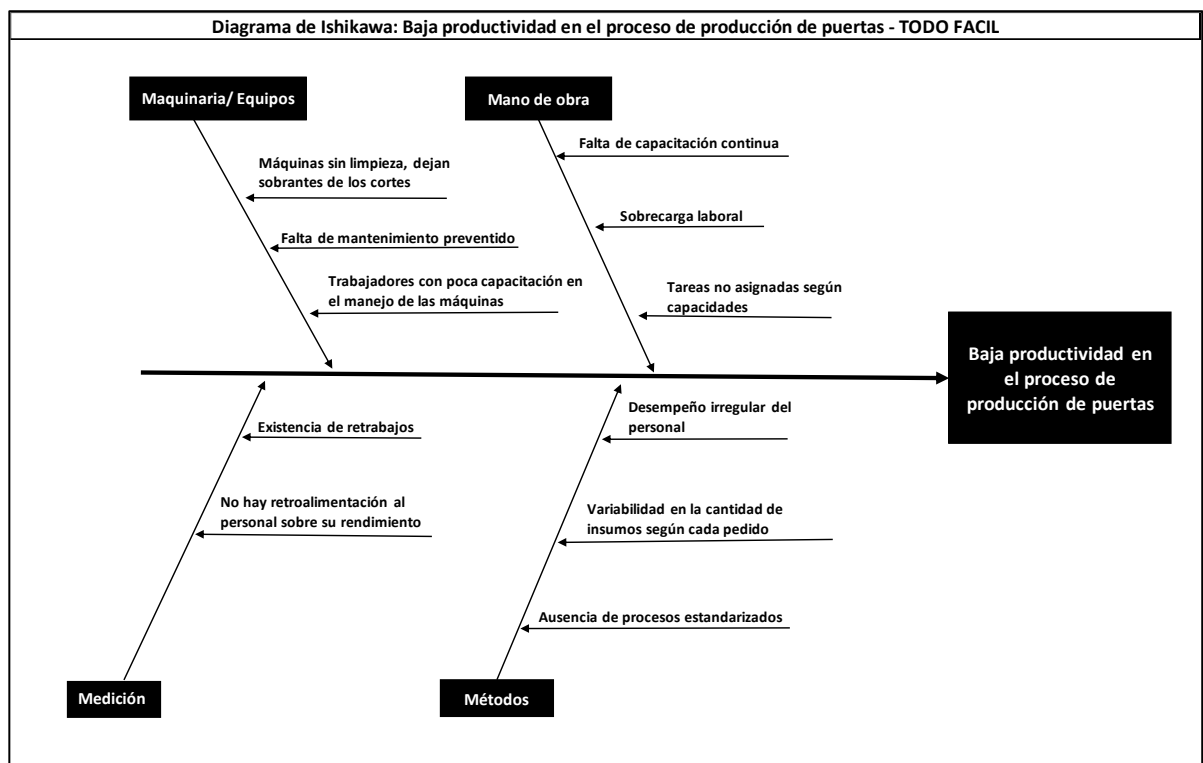
Tras el diagnóstico realizado, se identificó como problema crítico el bajo nivel de productividad en el proceso de fabricación de puertas. Los indicadores muestran que la productividad por operario se encuentra 17,67 puertas por debajo de lo proyectado, mientras que la productividad por hora-hombre alcanza 0,08 puertas, también por debajo del objetivo esperado. Estos resultados evidencian un uso ineficiente de los recursos humanos disponibles. Esta situación limita el cumplimiento de las metas de producción, alcanzando solo un 78% de lo planificado, lo que convierte este problema en el principal foco de mejora dentro del sistema productivo evaluado.

Análisis del problema

Para identificar las causas que originan la baja productividad, se elaboró un diagrama de Ishikawa como herramienta de análisis. Esta actividad se realizó en conjunto con los dos operarios y nosotras los dos bachilleres responsables del estudio. La construcción del

diagrama se llevó a cabo durante una reunión formal, la cual quedó registrada en el acta correspondiente, incluida en el Anexo 2. La información para dicho análisis fue recopilada mediante observación directa en el área de trabajo y entrevistas individuales a los operarios, con lo cual se logró identificar causas dentro de las cuatro categorías principales: mano de obra, métodos, maquinaria y medición. Las causas raíz fueron discutidas de forma grupal y validadas con los participantes. A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa:

Figura 25. Diagrama de Ishikawa – TODO FACIL



Nota: Elaboración propia.

En la figura anterior se identifican diversas deficiencias en la carpintería, tales como la falta de capacitación continua, la sobrecarga laboral y la asignación inadecuada de tareas según las capacidades del personal. Asimismo, se evidenció que las máquinas no se limpian diariamente ni cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, y que los operarios no están debidamente capacitados para su uso. Estas deficiencias ocasionan retrabajos y ausencia de

retroalimentación al personal. Además, la falta de métodos estandarizados genera una alta variabilidad en los procesos y en el uso de insumos.

Para priorizar los problemas identificados, se aplicó la herramienta de diagrama de Pareto, utilizando encuestas entregadas cada sábado durante tres semanas consecutivas, lo cual se detalla en el Anexo 3.

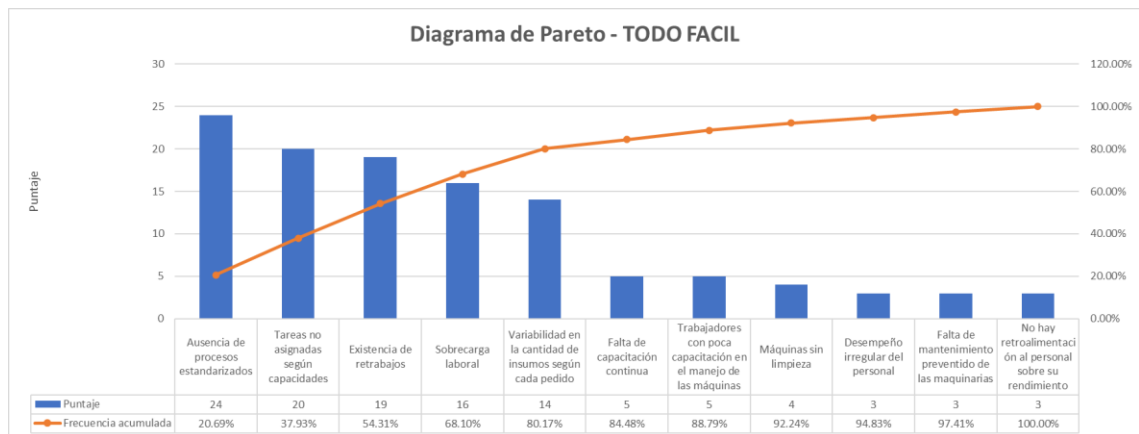
Tabla 5. Priorización de causas en TODO FACIL

N	Problemas encontrados en la carpintería	SEM 1	SEM 2	SEM 3	Puntaje	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
1	Ausencia de procesos estandarizados	7	8	9	24	20.69%	20.69%
3	Tareas no asignadas según capacidades	6	7	7	20	17.24%	37.93%
2	Existencia de retrabajos	7	5	7	19	16.38%	54.31%
4	Sobrecarga laboral	5	6	5	16	13.79%	68.10%
5	Variabilidad en la cantidad de insumos según cada pedido	5	5	4	14	12.07%	80.17%
6	Falta de capacitación continua	2	2	1	5	4.31%	84.48%
7	Trabajadores con poca capacitación en el manejo de las máquinas	1	2	2	5	4.31%	88.79%
8	Máquinas sin limpieza	1	1	2	4	3.45%	92.24%
9	Desempeño irregular del personal	1	1	1	3	2.59%	94.83%
10	Falta de mantenimiento preventivo de las maquinarias	1	1	1	3	2.59%	97.41%
11	No hay retroalimentación al personal sobre su rendimiento	1	1	1	3	2.59%	100.00%
TOTAL					116	100%	

Nota: Elaboración propia

Para realizar un análisis más visual, a continuación, se presenta el diagrama de Pareto:

Figura 26. Análisis Ishikawa - Pareto



Nota: Elaboración propia.

Las causas que tuvieron mayor impacto sobre el problema fueron cinco, las cuales, representan el 80.17% del total. Estas causas son: Ausencia de procesos estandarizados, tareas no asignadas según capacidades, existencia de retrabajos, sobrecarga laboral y variabilidad en la cantidad de insumos según cada pedido.

Identificar la metodología de solución

En esta sección se procederá a identificar y comparar distintas metodologías de solución aplicables al problema, tomando como referencia diversas tesis. Para ello, se evaluarán cuatro criterios fundamentales: el tiempo total de implementación, inversión, usabilidad e impacto. A continuación, se presentan las metodologías seleccionadas:

5 S

Definición

La metodología 5S es una estrategia de origen japonés orientada a establecer un entorno laboral ordenado, limpio y funcional, a través de cinco principios clave. Su

implementación contribuye al incremento de la productividad, la calidad y la seguridad en las actividades laborales, al mismo tiempo que promueve una cultura basada en la disciplina y la mejora constante (Manzano & Gisbert, 2016).

De acuerdo con Briozzo (2016), las 5S provienen de términos japoneses que representan los siguientes conceptos:

- Seiri: Clasificar, es decir, identificar y desechar lo que no es necesario.
- Seiton: Ordenar, colocando cada objeto en un sitio específico para facilitar su uso.
- Seiso: Limpiar, manteniendo en buen estado tanto el área de trabajo como los equipos.
- Seiketsu: Estandarizar, asegurando la continuidad de las tres primeras S mediante normas.
- Shitsuke: Disciplinar, fomentando la creación de hábitos y el compromiso para sostener la metodología.

Según Pérez y Quintero (2017), la metodología 5S se apoya en diversas herramientas y técnicas que facilitan su implementación y aseguran su efectividad. Entre ellas destacan los diagramas de Pareto, los diagramas de causa-efecto (Ishikawa) y los diagramas de flujo de procesos, los cuales permiten visualizar el recorrido de materiales, personas o información dentro del área de trabajo, facilitando la identificación de oportunidades de mejora en cuanto a orden y disposición.

Según Jara (2017), las tarjetas rojas son una herramienta visual clave en la primera fase de la metodología (SEIRI o clasificación). Su objetivo es identificar elementos innecesarios en el área de trabajo, como materiales obsoletos o que dificultan las operaciones.

Estos objetos se marcan con una tarjeta roja y se trasladan a una zona de transición temporal, donde se decide si deben eliminarse, reubicarse o reciclarse. Esta práctica facilita la toma de decisiones, fomenta la organización y contribuye a mantener un entorno laboral más limpio y eficiente.

Asimismo, Pérez y Quintero (2017) señalan que una herramienta complementaria dentro de la metodología es la matriz de identificación, la cual permite clasificar y registrar los elementos presentes en el entorno de trabajo, facilitando la toma de decisiones sobre qué conservar y qué eliminar. Además, destacan que la capacitación continua del personal, junto con la realización de auditorías o chequeos periódicos, resulta esencial para reforzar el compromiso con los principios de las 5S y garantizar la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Para realizar la comparativa, se tomó como referencia la tesis desarrollada por Rodas y Ramos (2024) en una pequeña empresa del sector de muebles de madera aplicó herramientas de Lean Manufacturing, como las 5S y el trabajo estandarizado, con el objetivo de reorganizar los procesos, optimizar la distribución física y estandarizar las operaciones, buscando así incrementar la productividad y minimizar los desperdicios.

Tiempo total de implementación:

Rodas y Ramos (2024) señalan que la implementación tiene una duración total de 12 semanas (3 meses), como se detalla en el Anexo 4. El plan se estructura en tres fases. La primera corresponde a la aplicación del método 5S e incluye actividades como capacitación, clasificación y organización de equipos, revisión de medios de información, implementación de señalizaciones y tableros de herramientas, limpieza, mantenimiento del orden y auditorías de control.

La segunda fase está centrada en el trabajo estandarizado, iniciando con el reconocimiento de herramientas y la capacitación del personal, seguido del análisis de tiempos y procesos mediante diagramas, la elaboración de hojas de rutina y la posterior estandarización y simplificación de actividades.

Por último, la tercera fase contempla la implementación de métodos de distribución de planta, donde se capacita al equipo, se analizan los diagramas de flujo, se desarrollan matrices de relación y esfuerzo, se proponen nuevos layouts y se selecciona la mejor alternativa para la distribución final.

Costo total de la implementación:

Rodas y Ramos (2024) señalan que el presupuesto destinado a la implementación del proyecto tiene un costo total de S/. 20,005.00 e incluye elementos necesarios para su ejecución efectiva y organizada. Entre estos se consideran sillas, proyectores, herramientas de papelería, equipos de limpieza y seguridad, así como costos asociados a mano de obra, capacitación, tableros, registros, folders, afiches, plumones, laptops y pizarra. Este presupuesto se encuentra detallado en el Anexo 5.

Impacto obtenido

Como resultado de la propuesta de mejora, Rodas y Ramos (2024) indican que el tiempo destinado a la búsqueda de herramientas se redujo en 2.6 minutos, lo que permitió alcanzar un tiempo total de producción de 151.1 minutos. Tras la implementación, el tiempo de producción disminuyó de 153.7 a 143.1 minutos. Esta mejora se reflejó en un aumento en la producción de cabeceras a 382 unidades y en una mayor productividad, alcanzando 0.163 unidades por hora-hombre. Los resultados detallados se encuentran en el Anexo 6.

Nivel de facilidad del uso

Para evaluar la usabilidad, se aplicó una encuesta anónima a los dos operarios encargados de la producción. El cuestionario obtuvo una puntuación de 70%. El formato del cuestionario y los puntajes detallados se encuentran disponibles en el Anexo 7. A continuación, se presentan los resultados finales del cuestionario.

Tabla 6. Puntaje final usabilidad – Aplicación 5 S

Operario	Puntaje	Porcentaje
1	70	70%
2	70	70%
Total		70%

Nota: Elaboración propia.

Metodología PHVA

Definición

El ciclo PHVA (Planificar, Ejecutar, Verificar y Actuar) es un método de mejora continua basado en un proceso secuencial de cuatro fases que facilita a las organizaciones optimizar sus procesos, productos o servicios. Esta metodología, desarrollada por Deming, es ampliamente reconocida y aplicada en la gestión de la calidad (Pulido, 2021).

De acuerdo con Gómez (2006), estas cuatro fases son:

- Planear: Establecer las políticas, objetivos y procesos necesarios para lograr los resultados esperados.
- Hacer: Llevar a cabo y poner en práctica los planes estratégicos, operativos y tácticos.

- Verificar: Medir y supervisar los resultados para evaluar su eficacia.
- Actuar: Aplicar las mejoras correspondientes, corregir las fallas y estandarizar los procesos para asegurar la competitividad.

Según Pulido (2021), los equipos de mejora deben utilizar el ciclo PHVA apoyándose en ocho etapas clave para resolver problemas: identificar el problema, observar, analizar, planificar acciones, ejecutar, verificar, estandarizar y concluir. Al seguir este orden, las organizaciones pueden enfrentar de manera efectiva las causas principales de los inconvenientes y lograr mejoras duraderas en sus procesos.

Llerena (s.f.) describe las ocho etapas fundamentales para la gestión efectiva de problemas:

1. Definir y analizar el problema: Precisar con claridad el problema, evaluando su impacto, frecuencia y costos, utilizando herramientas como diagramas de Pareto, hojas de verificación o histogramas.
2. Identificar todas las causas posibles: Investigar y listar todas las causas que podrían estar originando el problema.
3. Investigar las causas principales: Priorizar y examinar en profundidad las causas que tienen mayor influencia sobre el problema.
4. Elaborar un plan de acción: Diseñar soluciones específicas orientadas a atacar las causas raíz identificadas.
5. Ejecutar el plan: Poner en práctica las acciones correctivas definidas.
6. Evaluar los resultados: Comprobar si las medidas adoptadas han solucionado el problema y medir los efectos obtenidos.
7. Estandarizar la solución: En caso de que la solución sea eficaz, documentar y

formalizar los cambios para prevenir la repetición del problema.

8. Conclusión y seguimiento: Reflexionar sobre el proceso realizado, comunicar los resultados obtenidos y establecer mecanismos de seguimiento para garantizar la mejora continua.

Como base para la comparación, se utilizó la tesis desarrollada por Failoc & Lazo (2019) se llevó a cabo en el área de producción de muebles de madera, aplicando la metodología de mejora continua PHVA, con el objetivo principal de incrementar la productividad. Para mejorar la calidad de los procesos y productos, se utilizaron herramientas como el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD), el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) y el diseño de parámetros de Taguchi.

Tiempo total de implementación:

La implementación propuesta por Failoc & Lazo (2019) tuvo una duración de cinco meses, durante los cuales se realizó un diagnóstico del área de producción de muebles de madera, identificando problemas y oportunidades de mejora. En la fase de planificación se definieron estrategias, objetivos, indicadores y recursos necesarios. La etapa de ejecución incluyó la aplicación de herramientas como QFD, AMFE y el diseño de parámetros de Taguchi, orientadas a optimizar la calidad y los procesos. Posteriormente, en la fase de verificación, se evaluaron los resultados mediante indicadores clave y el Balanced Scorecard, garantizando el cumplimiento de los objetivos establecidos. Finalmente, en la etapa de actuación, se propusieron ajustes para consolidar la mejora continua y fortalecer la productividad del área.

Costo total de la implementación:

Failoc y Lazo (2019) indican que el presupuesto incluye la reunión de presentación del proyecto con los trabajadores, la identificación y análisis detallado de la situación problemática, la planificación estratégica, la implementación, la presentación de los cambios en los indicadores, así como la elaboración de manuales y procedimientos, dando un total de S/. 9,779.89. Este presupuesto puede consultarse en los anexos de 8 a 10.

Impacto obtenido

Como resultado de la propuesta de mejora, Failoc y Lazo (2019) señalan que la productividad se incrementó en ambos productos patrón. En el caso de las butacas, pasó de 0.0021 a 0.0024 unidades por cada unidad monetaria invertida, mientras que en los muebles de entretenimiento aumentó de 0.00050 a 0.00057 unidades por unidad monetaria. Asimismo, el costo de producción se redujo en un 24.79 % para las butacas y en un 21.18 % para los muebles de entretenimiento. Estos resultados se encuentran detallados en el Anexo 11.

Nivel de facilidad del uso:

Para evaluar la usabilidad, se aplicó una encuesta anónima a los dos operarios encargados de la producción. El cuestionario obtuvo una puntuación de 40%. El formato del cuestionario y los puntajes detallados se encuentran disponibles en el Anexo 12. A continuación, se presentan los resultados finales del cuestionario.

Tabla 7. Puntaje final usabilidad – Aplicación Metodología PHVA

Operario	Puntaje	Porcentaje
1	60	60%
2	20	20%
	Total	40%

Fuente: Elaboración propia.

Teoría de Restricciones (TOC)

Definición

Según Rechte (2016), la Teoría de las Restricciones (TOC) parte del principio de que todo sistema cuenta con al menos una limitación que impide alcanzar un desempeño óptimo. Para lograr mejoras significativas, es fundamental identificar dicha restricción y centrar los esfuerzos prioritariamente en ella. Esta metodología plantea un proceso continuo que incluye localizar la restricción, maximizar su aprovechamiento, subordinando el resto del sistema a esta, incrementar su capacidad y, una vez superada, identificar la siguiente restricción para continuar el ciclo de mejora.

Carlos Iván (2000) destaca que, la Teoría de las Restricciones se basa en cinco principios clave: Primero, el enfoque en el objetivo general, considerando que toda organización es un sistema con un propósito principal. Segundo, la identificación de al menos una restricción que limita el logro de ese objetivo. Tercero, la alineación y priorización de recursos para apoyar y maximizar el rendimiento de dicha restricción, evitando desperdiciar capacidad en otras áreas. Cuarto, la utilización de indicadores que estén alineados con la meta global, evitando que departamentos optimicen sus resultados individuales en detrimento del sistema completo. Finalmente, la TOC es un proceso cíclico de mejora continua, donde al superar una restricción, se identifica la siguiente para mantener el avance constante.

Rodríguez (2004) señala que, la Teoría de Restricciones (TOC) ofrece varias herramientas clave para identificar y gestionar las limitaciones en una organización. Entre ellas destacan los Cinco Pasos Focalizados, un ciclo para mejorar continuamente que incluye identificar y elevar la restricción; los Pensadores Lógicos, un conjunto de herramientas para analizar problemas complejos y diseñar soluciones; y el método Tambor-Amortiguador-

Cuerda, que ayuda a sincronizar y proteger el ritmo de producción basado en la restricción del sistema.

Como parte del análisis comparativo, se tomó en cuenta la tesis desarrollada por Arroyo y Villadeza (2018), aplicó herramientas de Ingeniería de Métodos y la Teoría de Restricciones (TOC) para mejorar la eficiencia en la fabricación de tableros de melamina. Para el diagnóstico, se utilizaron herramientas como el diagrama SIPOC, el Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP), estudios de cronometraje y tiempos estándar, así como los diagramas de Ishikawa y Pareto, complementados con un análisis detallado del valor y el desperdicio en cada actividad del proceso.

Tiempo total de implementación:

Arroyo y Villadeza (2018) señalan que, para la implementación de las mejoras, se llevó a cabo la capacitación del personal en diversas actividades como la identificación de planchas por pedido, el apilamiento de tableros en el coche, la interpretación de sobres con etiquetas, el acondicionamiento y rotulado de coches, así como la preparación de tableros para el proceso de canteado. Esta etapa de capacitación tuvo una duración total de un mes y medio, según lo detallado en el anexo 13.

Costo total de la implementación:

Arroyo y Villadeza (2018) indican que los costos considerados para la implementación incluyeron la capacitación del personal operativo, la compra de etiquetas, el acondicionamiento y adquisición de coches, un premio por idea innovadora, una bonificación por cumplimiento y la identificación de coches. El costo total de implementación ascendió a S/ 16,300.00, tal como se detalla en el Anexo 14.

Impacto obtenido:

Como resultado de la propuesta de mejora, Arroyo y Villadeza (2018) reportan un incremento del 26% en la productividad del proceso de corte, con una reducción del tiempo de ciclo de 0.42 a 0.31 minutos por pieza. Asimismo, la productividad del proceso de canteado aumentó en un 21%, logrando disminuir el tiempo de ciclo de 0.47 a 0.38 minutos por pieza. Estos resultados se presentan detalladamente en el Anexo 15.

Nivel de facilidad del uso:

Para evaluar la usabilidad, se aplicó una encuesta anónima a los dos operarios encargados de la producción. El cuestionario obtuvo una puntuación de 50%. El formato del cuestionario y los puntajes detallados se encuentran disponibles en el Anexo 16. A continuación, se presentan los resultados finales del cuestionario.

Tabla 8. Puntaje final usabilidad – Aplicación Teoría de Restricciones

Operario	Puntaje	Porcentaje
1	40	40%
2	60	60%
Total		50%

Nota: Elaboración propia.

Estudio de trabajo

Según Edreira y Camblong (2019), el estudio de trabajo es una herramienta que consiste en el análisis estructurado de los métodos y tiempos empleados en la ejecución de tareas dentro de una organización. Su propósito principal es mejorar la eficiencia operativa, eliminar esfuerzos innecesarios y elevar la productividad. Esta disciplina se divide en dos componentes clave: la ingeniería de métodos, orientada a examinar y optimizar la forma en

que se desarrollan las actividades, y la medición del trabajo, que establece estándares temporales para su ejecución.

Según García (2011), el estudio de trabajo sigue una secuencia de ocho pasos estructurados orientados a optimizar procesos. Primero, se selecciona la tarea o proceso más relevante por su impacto económico, técnico o humano. Luego, se procede a recopilar información detallada mediante observación, diagramas y mediciones. En la siguiente etapa, se analizan críticamente las actividades, evaluando su propósito, secuencia, responsables y medios utilizados, con el fin de detectar ineficiencias. A partir de este análisis, se diseñan métodos alternativos más eficientes, que posteriormente son evaluados y comparados frente al método actual. Una vez elegido el método óptimo, se formaliza y presenta para su aprobación. Finalmente, se implementa el nuevo procedimiento, acompañándolo de la capacitación del personal y estableciendo mecanismos de seguimiento y control para garantizar su sostenibilidad y mejora continua.

Edreira y Camblong (2019) señalan que el estudio de trabajo recurre a una serie de herramientas y técnicas, entre las más utilizadas se encuentran los diagramas de procesos y de flujo, que facilitan la visualización de etapas, decisiones y movimientos, permitiendo detectar cuellos de botella y actividades innecesarias; las hojas de registro y observación, que recopilan datos clave sobre tiempos y movimientos; los cronómetros y dispositivos de medición, fundamentales para establecer estándares de tiempo; las tablas de análisis de movimientos, que ayudan a identificar acciones que no agregan valor; los estudios de muestreo, útiles para estimar el uso del tiempo en distintas tareas mediante observaciones aleatorias y los diagramas de recorrido, empleados para optimizar desplazamientos dentro del área de trabajo.

Para establecer la comparación entre metodologías, se consideró la tesis desarrollada

por Bendezú (2020) consistió en el diseño e implementación de un plan de mejora de procesos, basado en el estudio de métodos y tiempos de trabajo, con el objetivo de incrementar la productividad en el área de producción de la empresa maderera Fremar.

Tiempo total de implementación:

Bendezú (2020) indica que, el desarrollo e implementación de las mejoras se organizó en cuatro etapas principales: planeación y diagnóstico, estudio de métodos y tiempos, desarrollo y validación de propuestas, e implementación piloto con ajustes. Este proceso tuvo una duración total de 4 meses, tal como se detalla en los anexos 17 y 18.

Costo total de la implementación:

Bendezú (2020) señala que, los costos identificados incluyeron la capacitación del personal en los nuevos métodos y procedimientos, el tiempo destinado a la supervisión y seguimiento de la implementación, así como materiales para señalización y organización del área. El costo total de implementación fue de S/ 3,699.00, detalle que puede visualizar en el Anexo 19.

Impacto obtenido:

Como resultado de la propuesta de mejora, Bendezú (2020) indica un incremento del 32.62% en la eficiencia de productividad de la mano de obra medida en horas-hombre, así como un aumento del 24.25% en la eficiencia de productividad de la mano de obra en términos de costo (horas-hombre). Estos resultados pueden visualizarse en el Anexo 20.

Nivel de facilidad del uso:

Para evaluar la usabilidad, se aplicó una encuesta anónima a los dos operarios

encargados de la producción. El cuestionario obtuvo una puntuación de 95%. El formato del cuestionario y los puntajes detallados se encuentran disponibles en el Anexo 21. A continuación, se presentan los resultados finales del cuestionario.

Tabla 9. Puntaje final usabilidad – Aplicación Estudio de trabajo

Operario	Puntaje	Porcentaje
1	100	100%
2	90	90%
	Total	95%

Nota: Elaboración propia.

Six Sigma

De acuerdo con Herrera y Fontalvo (2017), Six Sigma es un enfoque de gestión de la calidad que integra herramientas estadísticas con el objetivo de optimizar el desempeño de los procesos o de toda la organización. Su finalidad principal es minimizar la variabilidad y los defectos en los productos o servicios, asegurando así un mayor alineamiento con las expectativas del cliente.

Según Guamán et al. (2023), la metodología DMAIC constituye el eje central del enfoque Six Sigma orientado a la mejora continua de procesos. Esta metodología se estructura en cinco etapas clave:

- **Definir:** Se delimita el problema, se establecen los objetivos, el alcance y los beneficios del proyecto, y se identifican las necesidades del cliente.
- **Medir:** Se recopilan datos clave del proceso actual para establecer una línea base y entender el desempeño actual.
- **Analizar:** Se investigan las causas raíz del problema usando herramientas como

diagramas de causa-efecto y análisis estadísticos.

- Mejorar: Se proponen e implementan soluciones para eliminar las causas raíz, validando su eficacia mediante pruebas.
- Controlar: Se aplican mecanismos de seguimiento para mantener las mejoras, incluyendo monitoreo, capacitación y ajustes necesarios.

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), la aplicación de herramientas estadísticas y de calidad resulta esencial para detectar, analizar y solucionar problemas dentro de los procesos. Entre las más utilizadas se encuentran: el diagrama de Pareto, la estratificación, las hojas de verificación, el diagrama de causa-efecto o Ishikawa, los diagramas de dispersión, los diagramas de procesos y los sistemas poka-yoke.

Herrera y Fontalvo (2017) también destacan el uso de herramientas estadísticas avanzadas dentro de la metodología Six Sigma, las cuales permiten un análisis más riguroso y preciso de los procesos. Entre estas se encuentran:

- Cartas de control para variables y atributos: Permiten supervisar la estabilidad de los procesos a lo largo del tiempo y detectar desviaciones anómalas.
- Índices de capacidad del proceso (C_p , C_{pk} , P_p , P_{pk}): Miden en qué medida un proceso es capaz de operar dentro de los límites establecidos por las especificaciones.
- Estudios de repetibilidad y reproducibilidad (R&R): Evalúan la precisión y la consistencia de los sistemas de medición empleados.
- Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF/FMEA): Herramienta que identifica y prioriza los riesgos potenciales en productos y procesos, permitiendo tomar acciones preventivas.

- Diseño de experimentos (DOE): Técnica avanzada utilizada para planificar y analizar ensayos controlados que ayudan a identificar variables clave y optimizar los procesos.

De acuerdo con Gutiérrez y De la Vara (2009), el enfoque Six Sigma, en conjunto con la metodología DMAIC, constituye una de las estrategias más sólidas y sistemáticas para impulsar la mejora continua en las organizaciones actuales. El ciclo DMAIC actúa como el núcleo operativo de Six Sigma, al proporcionar una estructura lógica, disciplinada y orientada a resultados, que permite abordar eficazmente problemas complejos, reducir la variabilidad y eliminar defectos en los procesos.

Para realizar la comparativa de métodos, se tomó como referencia la tesis desarrollada por Huaraca (2023), la cual aplicó la metodología Six Sigma a través del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) con el objetivo de incrementar la productividad en el área de producción. En el estudio se emplearon diversas herramientas analíticas y de mejora, como el análisis FODA, matrices EFI y EFE, diagramas de Pareto, matriz AMFE, correlaciones de Pearson y simulaciones en Arena. Estas herramientas permitieron identificar y reducir los reprocesos, así como optimizar la eficiencia y eficacia de los procesos productivos. Asimismo, se implementaron planes de capacitación y mantenimiento, y se evaluó el impacto de las mejoras mediante pruebas estadísticas y análisis económico-financiero.

Tiempo total de implementación:

Según Huaraca (2023), el desarrollo de la implementación incluyó la selección del tema de investigación, el planteamiento y la definición del problema, la formulación de objetivos e hipótesis, la revisión de antecedentes, la presentación del plan de trabajo, la

delimitación de la población y muestra, la aplicación de la metodología Six Sigma, la evaluación estadística de los resultados y la realización de pruebas de hipótesis. Todo este proceso se llevó a cabo en un periodo de 5 meses, como se detalla en el anexo 22.

Costo total de la implementación:

Huaraca (2023) señala que los costos identificados durante la implementación incluyeron recursos de capital humano, materiales como una laptop, útiles de oficina, impresora, libros e impresiones relacionadas con Six Sigma; así como el uso de softwares para el procesamiento de datos, tales como Excel, PowerPoint, Word y Minitab, además de servicios como transporte. El costo total de implementación fue de S/ 14,345.00, según se detalla en el Anexo 23.

Impacto obtenido:

Como resultado de la propuesta de mejora, Huaraca (2023) reporta un aumento significativo en los indicadores de desempeño del área de Producción. La productividad se elevó del 71.11 % al 86.76 %, lo que representa una mejora del 15.66 %. En cuanto a la eficiencia, se observó un incremento del 85.10 % al 94.53 % (+9.43 %), mientras que la eficacia aumentó del 83.56 % al 91.79 %, equivalente a una mejora del 8.23 %. Estos resultados se encuentran detallados en el Anexo 24.

Nivel de facilidad del uso:

Para evaluar la usabilidad, se aplicó una encuesta anónima a los dos operarios encargados de la producción. El cuestionario obtuvo una puntuación de 45%. El formato del cuestionario y los puntajes detallados se encuentran disponibles en el Anexo 25. A continuación, se presentan los resultados finales del cuestionario.

Tabla 10. Puntaje final usabilidad – Aplicación Six Sigma

Operario	Puntaje	Porcentaje
1	70	70%
2	20	20%
Total		45%

Nota: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la comparación entre las cinco metodologías de mejora aplicables al problema de baja productividad:

Tabla 11. Comparación de metodologías

PROBLEMA: Baja productividad	ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS DE SOLUCIÓN				
	5 S	Metodología PHVA	Teoría de Restricciones (TOC)	Estudio de trabajo	Six Sigma
TIEMPO: Tiempo total de la implementación	3 meses	5 meses	1 mes y medio	4 meses	5 meses
INVERSIÓN: Costo total de la implementación	S/ 20,005,00	S/ 9,779,89	S/ 16,300,00	S/ 3.699,00	S/ 14,345,00
USABILIDAD: Nivel de facilidad del uso de herramienta	70%	40%	50%	95%	45%
IMPACTO: Resultados de la implementación	Productividad inicial: 0,149 unidades por hora-hombre	Butacas: Productividad inicial: 0,0021 unidades/sol Productividad actual: 0,0024 unidades/sol Incremento: 14,3 %	Corte: Tiempo de ciclo inicial: 0,42 min/pieza Tiempo de ciclo actual: 0,31 min/pieza Incremento de productividad: 26 %	Productividad de mano de obra (H.H.): Productividad inicial: 6.500 piezas/hora Productividad actual: 9.646 piezas/hora Incremento de productividad: 32,62 %	Productividad de mano de obra (porcentaje): Productividad inicial: 71,11 % Productividad actual: 86,76 % Incremento de productividad: 15,66 %
	Productividad actual: 0,163 unidades por hora-hombre	Muebles de entretenimiento: Productividad inicial: 0,00050 unidades/sol Productividad actual: 0,00057 unidades/sol Incremento: 14 %	Canteado: Tiempo de ciclo inicial: 0,47 min/pieza Tiempo de ciclo actual: 0,38 min/pieza Incremento de productividad: 21 %	Productividad por costo: Productividad inicial: 0,303 piezas/sol Productividad actual: 0,400 piezas/sol Incremento de productividad: 24,25 %	Eficiencia operativa: Eficiencia inicial: 85,10 % Eficiencia actual: 94,53 % Incremento de eficiencia: 9,43 %
	Incremento de productividad: 9,4 %				Eficacia del proceso: Eficacia inicial: 83,56 % Eficacia actual: 91,79 % Incremento de eficacia: 8,23 %

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, el Estudio de trabajo destaca como la alternativa más efectiva. Esta metodología no solo presenta el mayor nivel de usabilidad (95 %), sino que también logró el mayor incremento en la productividad de mano de obra (32,62 %) y una mejora en la productividad por costo (24,25 %), con una inversión baja (S/ 3.699,00) y un tiempo de implementación de 4 meses.







Por tanto, se concluye que el Estudio de trabajo representa la alternativa metodológica más eficiente y viable para enfrentar el problema identificado, optimizando recursos y maximizando resultados.

Aplicación del estudio de trabajo

Método de trabajo actual

A continuación, se presenta el proceso del método actual de lijado:

Figura 27. Método actual del lijado - Herramientas

ESTUDIO DE MÉTODO - LIJADO		
AREA :	<u>PRODUCCIÓN-LIJADO</u>	ESTILO : <u>PUERTA PARA FACHADA</u>
OPERACIÓN :	<u>LIJADO COMPLETO DE PUERTA</u>	
OP.ANTERIOR:	<u>FRESADO</u>	OP.POSTERIOR: <u>BARNIZADO</u>
APLICABLE A :		
- PRODUCTOS:	<u>PUERTAS</u>	<u>PORTONES</u>
- MADERAS:	<u>CAPIRONA</u>	<u>TORNILLO</u> <u>ISHPINGO</u>
CODIGO DE HERRAMIENTA: <u>LJA-250</u>		
DESCRIPCION :	<u>LIJADO MANUAL DE SUPERFICIE PARA ELIMINAR IMPERFECCIONES Y PREPARAR PARA EL ACAB/</u>	
BASE DE TRABAJO :	<u>CABALLETES</u>	
CPU (Ciclo por unidad):		
TIEMPO :	<u>106.02 MIN</u>	
Lija: Medida	<u>23 X 28 cm</u>	Nº <u>250</u> Apoyo: <u>Taco de madera</u>
HERRAMIENTAS		
LIIJA:	<u>250</u>	TACO DE MADERA:
		PAÑO SECO:
		
Equipos de Protección Personal (EPPS)		
	→ MASCARILLA	
	→ LENTES DE SEGURIDAD	
	→ TAPONES AUDITIVOS	
BASE DE TRABAJO		
	→ CABALLETES REGULABLES	
MOTIVO DEL ESTUDIO: _____		
ESTANDARIZACION DE METODOS		
FECHA: <u>16/09/2024</u>	V.B: <u>Rúben Valles</u>	
Realizado por : <u>Ana Flores y Alexandra Cabel</u>		

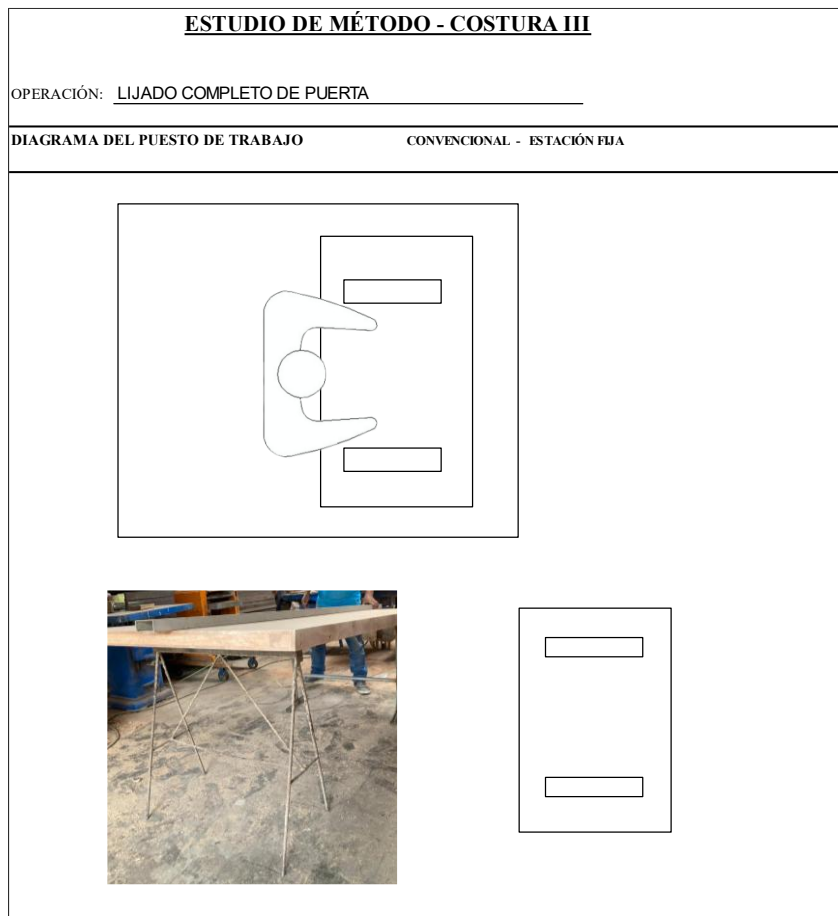
Nota: Elaboración propia.

Figura 28. Método actual del lijado - Proceso

<u>ESTUDIO DE MÉTODO - LIJADO</u>	
OPERACIÓN:	<u>LIJADO COMPLETO DE PUERTA</u>
CONSIDERACIONES:	
Desarrollo de Producto	
	La puerta ha pasado por el proceso de ensamblado y debe prepararse para el lijado.
	El lijado debe garantizar una superficie uniforme, sin astillas ni imperfecciones.
Preparación	
	La puerta es colocada sobre caballetes, que sirven como soporte para trabajar ambas caras de manera estable durante el proceso.
Proceso de lijado	
1.	El operario se coloca los EPP'S (mascarilla, lentes y tapones auditivos) antes de iniciar la operación.
2.	Se selecciona una lija de grano 250 y se ajusta a un taco de madera para facilitar el lijado manual.
3.	Se inicia el lijado en la cara principal de la puerta, con movimientos circulares (no sigue la veta de la madera) en franjas superior, media y baja.
4.	Finalizado el lijado de la cara principal, se limpia el polvo con un paño seco. Durante la operación de lijado se han registrado niveles de ruido promedio de 79.2 dB con picos de hasta 100.6 dB.
5.	Se gira cuidadosamente la puerta con ambas manos para exponer la cara trasera.
6.	Se repite el lijado en la cara trasera, también en franjas, asegurando cobertura completa. La iluminación en el área alcanza los 752 lux, cumpliendo los niveles mínimos recomendados para carpintería.
7.	Se limpia nuevamente el polvo generado con un paño seco, sin protección manual.
8.	Se pasa la mano sobre ambas caras de la puerta para identificar imperfecciones, marcas circulares o zonas rugosas.
9.	Se repite el lijado para eliminar las marcas circulares dejadas en las etapas anteriores.
10.	Se hace una limpieza final con el paño seco, dejando la puerta lista para pasar al área de acabado.
Mantenimiento	
1.	No se realiza el cambio oportuno de la lija por desgaste
2.	Revisión de los caballetes para asegurar estabilidad
Aseguramiento de la Calidad	
1.	La inspección actual es visual y táctil, sin instrumentos de verificación.
2.	Se detectan imperfecciones a simple vista y por tacto, pero el proceso requiere retrabajo frecuente por marcas.
Otros	
	Se sugiere implementar guantes y uniforme para la protección del operario.
	El lijado con movimientos circulares no sigue la veta de la madera, generando marcas que luego deben ser corregidas.
	La lija se desgasta rápidamente y no se reemplaza oportunamente.

Nota: Elaboración propia.

Figura 29. Método actual del lijado – Estación de trabajo



Nota: Elaboración propia.

Observaciones complementarias

Ergonomía observada: La operación cumple con los criterios ergonómicos mínimos para trabajos manuales en carpintería. La altura del caballete (84 cm) y la distancia de alcance horizontal (22 cm) se ajustan a los valores recomendados, permitiendo una postura funcional y cómoda durante el lijado. Esto reduce la inclinación del tronco y la fatiga postural. Evaluación en el Anexo 40.

Condiciones de seguridad: Se evidenció una implementación parcial de medidas de seguridad personal. El operario usa lentes, mascarilla y tapones auditivos, reduciendo la

exposición a polvo y ruido (Leq: 79.2 dB, Pico: 100.6 dB – ver Anexo 39). Sin embargo, la falta de guantes y uniforme representa riesgo de cortes o abrasiones, especialmente al inspeccionar superficies con la mano descubierta. La iluminación es adecuada (752 lux – ver Anexo 38).

Problemas identificados en la etapa de lijado

En el formato de método actual (Figura 27), del proceso de lijado se detectaron los siguientes puntos críticos que impactaban negativamente en la calidad del producto y la productividad:

- Reprocesos por técnica inadecuada de lijado. Se evidenció que los operarios realizaban el lijado con un movimiento circular, lo cual generaba marcas visibles en la superficie de la madera. Estas marcas se acentuaban al aplicar el barniz, dejando huellas antiestéticas que afectaban la presentación final del producto. La corrección de este defecto implicaba un reproceso adicional con un tiempo promedio de 21 minutos por unidad, lo cual representaba una pérdida de productividad. Este ejemplo se puede apreciar en la figura 27.
- Uso incorrecto de lijas, (Figura 28). Se identificó que los operarios utilizaban un único tipo de lija (grano 250) para ambas fases del proceso: desbaste inicial y afinado final. Esta práctica no permitía un acabado uniforme ni óptimo, ya que cada etapa requiere un grano específico para lograr los estándares de calidad requeridos. Esta falta de diferenciación limitaba la eficacia del lijado y podía derivar en retrabajos.
- Falta de Equipos de Protección Personal (EPPs), (Figura 28). Se constató la ausencia total de EPPs en la operación de lijado. Los trabajadores no contaban con uniformes y

guantes. Esta situación vulnera las condiciones mínimas exigidas por normativa para trabajos con exposición a partículas y superficies abrasivas.

- Método inseguro de inspección. El método de inspección implementado era exclusivamente táctil, es decir, se evaluaba el acabado pasando la mano sobre la superficie lijada. Esta práctica conllevaba un alto riesgo de lesiones por astillas o asperezas residuales, lo que representa una condición insegura para el trabajador.

Figura 30. Lijado en contra de la veta.



Nota: Lijado en dirección inadecuada.

Figura 31. Lija desgastada



Nota: Ejemplo del desgaste más crítico.

Figura 32. Falta de EPP's



Nota: Método inseguro de inspección.

En ese contexto, se realizó un análisis detallado de cada una de las actividades que conforman el proceso, utilizando la metodología de las 5W (¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Por qué?) con el objetivo de identificar oportunidades de mejora. A continuación, se presenta el cuadro resumen de dicho análisis:

Figura 33. Resumen del análisis

Nº	¿Qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	Resultado del análisis
1	Colocación de EPP	Operario	Antes de iniciar lijado	Área de trabajo	Usaba lentes, mascarilla y tapones auditivos para evitar polvo y ruido.	Protección parcial. No se usaban guantes ni uniforme, exponiendo al operario a astillas y contacto con superficies abrasivas.
2	Selección y ubicación de lija	Operario	Antes del lijado	Estante de herramientas	Se usaba exclusivamente lija grano 250 para todas las etapas.	No había diferenciación entre desbaste y acabado. Esto generaba mayor desgaste y menor eficiencia del proceso. Se propone usar lijas según función.
3	Inicio lijado cara principal	Operario	Inicio del lijado frontal	Superficie frontal	Movimientos circulares inadecuados y desgaste sin reemplazo	Deja marcas visibles y baja calidad. Se propone seguir la veta y controlar desgaste.
4	Lijado por franjas	Operario	Después del desbaste inicial	Superficie frontal	Complementa el lijado inicial, pero sin mejorar técnica	Tiempo elevado. Con mejor técnica y herramientas se puede reducir.
5	Limpieza de polvo	Operario	Luego del lijado frontal	Superficie frontal	Limpia residuos del lijado	Se realizaba correctamente, pero sin guantes, exponiendo al operario a astillas y residuos adheridos.
6	Giro cuidadoso de la puerta	Operario	Al cambiar de cara	Zona de apoyo	Para acceder a la parte trasera	Se hace manualmente, sin uniforme ni guantes, aumentando el riesgo de cortes o lesiones por astillas.
7	Inicio lijado cara trasera	Operario	Al comenzar parte trasera	Superficie trasera	Repite errores del paso 3: movimientos circulares y desgaste de lija	Se repiten marcas. Se requiere mismo ajuste que en parte frontal.
8	Lijado por franjas trasera	Operario	Luego del desbaste	Superficie trasera	Similar al paso 4, sin control de desgaste de lija	Se mantiene técnica deficiente. Se propone estandarización.
9	Limpieza de polvo trasera	Operario	Después del lijado trasero	Superficie trasera	Elimina polvo acumulado	Acción adecuada, pero seguía exponiendo las manos al contacto directo con superficies rugosas.
10	Inspección con la mano	Operario	Luego del lijado	Toda la puerta	Se detectan fallas como marcas y asperezas	Se hace después de mucho avance. Se propone inspección más temprana para corregir antes. Al pasar la mano desnuda se generaban accidentes con astillas. No se usaban herramientas auxiliares (escuadras o guías).
11	Repetición del lijado	Operario	Luego de detectar fallas	Superficie completa	Para corregir errores de lijado inicial	Toma mucho tiempo. Se propone reducir necesidad de retrabajo mejorando técnica desde el inicio.
12	Limpieza de polvo final	Operario	Final del proceso	Toda la puerta	Deja la puerta lista para siguiente etapa	Correcta, pero sin protección en manos.

Nota: Elaboración propia

Como parte de la estrategia de mejora del proceso, se presenta a continuación el cuadro de propuestas, el cual detalla las actividades actuales, las actividades mejoradas, el tipo de intervención aplicada (eliminación, combinación, simplificación o reasignación) y las acciones específicas asociadas a cada una.

Tabla 12. Mejoras en la estación 2 y 3

Actividad anterior	Actividad propuesta	Tipo de propuesta	Acción
--------------------	---------------------	-------------------	--------

Traslados para búsqueda de los insumos para el encolado	Traslado único para recoger tanto insumos de encolado como herramientas de ensamblado	Reasignar	Se designó al área de Logística entregar los insumos necesarios de acuerdo con la receta del encolado.
Reproceso de preparación de encolado y barniz (reproceso)	Preparación de encolado y barniz única	Eliminar	Con la aplicación de la receta, la preparación del encolado (Anexo 32) y barnizado (Anexo 33) se realizó una sola vez al inicio del proceso.
Encolado y ensamblado como actividades separadas	Encolado y ensamblado integrados en una sola actividad realizada por ambos operarios	Combinar	Las actividades de encolado y ensamblado fueron integradas en un flujo de trabajo continuo ejecutado por ambos operarios.
Toma de herramientas de marcado, fresado y lijado (en partes)	Toma conjunta de herramientas de marcado, fresado y lijado	Combinar	Se agrupó la selección de herramientas, incluidas las lijas, en una sola toma al inicio del proceso.











Nota: Elaboración propia.

En la figura 28, se identificó que no se realizaba una preparación adecuada del barniz y del encolado, lo que generaba reprocesos frecuentes y tiempos muertos. Como medida correctiva, se implementó una ficha de uso de insumos para la correcta preparación de barniz y encolado (ver anexo 33 y 32), la cual quedó bajo responsabilidad del área de logística, encargada de suministrar las cantidades exactas conforme a lo establecido. Asimismo, se combinaron actividades como la toma de herramientas para distintos procesos, reduciendo traslados innecesarios y optimizando el flujo de trabajo.

Método de trabajo mejorado

A continuación, se presenta el proceso del método propuesto de lijado:

Figura 34. Método propuesto del lijado - Herramientas

ESTUDIO DE MÉTODO - LIJADO		
AREA :	<u>PRODUCCIÓN-LIJADO</u>	ESTILO : <u>PUERTA PARA FACHADA</u>
OPERACIÓN :	<u>LIJADO COMPLETO DE PUERTA</u>	
OP.ANTERIOR:	<u>FRESADO</u>	OP.POSTERIOR: <u>BARNIZADO</u>
APLICABLE A :		
- PRODUCTOS:	<u>PUERTAS</u>	<u>PORTONES</u>
- MADERAS:	<u>CAPIRONA</u>	<u>TORNILLO</u> <u>ISHPINGO</u>
CODIGO DE HERRAMIENTA: <u>LJA-250</u> , <u>LJA-86</u>		
DESCRIPCION :	<u>LIJADO MANUAL DE SUPERFICIE PARA ELIMINAR IMPERFECCIONES Y PREPARAR PARA EL ACABADO</u>	
BASE DE TRABAJO :	<u>CABELLETES</u>	
CPU (Ciclo por unidad):		
TIEMPO :	<u>67,83 MIN</u>	
LJA-250: Medida	<u>23 X 28 cm</u>	N° <u>250</u>
LJA-86: Medida	<u>23 X 28 cm</u>	N° <u>X-86</u>
HERRAMIENTAS		
LJA: <u>250</u>	TACO DE MADERA:	PAÑO SECO:
	 	
LJA: <u>X-60</u>	ESCUADRA:	
		
Equipos de Protección Personal (EPPS)		
MASCARILLA ←		 → UNIFORME
LENTES DE SEGURIDAD ←		
GUANTES ←		
TAPONES AUDITIVOS ←		
BASE DE TRABAJO		
	→ CABELLETES REGULABLES	
MOTIVO DEL ESTUDIO: _____		
ESTANDARIZACION DE METODOS		
FECHA: <u>23/09/2024</u>	V.B: <u>Rúben Valles</u>	
Realizado por : <u>Ana Flores y Alexandra Cabel</u>		

Nota: Elaboración propia.

Figura 35. Método propuesto del lijado - Proceso

<u>ESTUDIO DE MÉTODO - LIJADO</u>	
OPERACIÓN:	<u>LIJADO COMPLETO DE PUERTA</u>
CONSIDERACIONES:	
Desarrollo de Producto	
La puerta ha pasado por el proceso de ensamblado y debe prepararse su superficie para el acabado.	
El lijado debe garantizar una superficie uniforme, sin astillas ni imperfecciones.	
Preparación	
La puerta es colocada sobre caballetes de madera, que sirven como soporte para trabajar ambas caras de manera estable durante el proceso.	
Proceso de lijado	
1. El operario se coloca los EPP'S (uniforme, guantes, mascarilla, lentes y tapones auditivos) antes de iniciar la operación.	
2. Se selecciona la lija adecuada: lija X-86 (roja) para desbaste y lija grano 250 para acabado fino, verificando su estado antes del uso.	
3. Se inicia el lijado en la cara principal de la puerta, utilizando la lija X-86 (roja) y siguiendo la veta de la madera para un desbaste más eficiente.	
4. Se continúa con el lijado por franjas (superior, media y baja) utilizando la lija 250 para obtener una superficie uniforme.	
5. Finalizado el lijado de la cara principal, se limpia el polvo con un paño seco.	
6. Se inspecciona la superficie visualmente y con apoyo de una escuadra para detectar desniveles e imperfecciones.	
7. Se gira cuidadosamente la puerta con ayuda de guantes para protegerse de posibles astillas.	
8. Se repite el proceso de lijado en la cara trasera: primero con lija roja (desbaste), luego con lija grano 250 (acabado por franjas).	
9. Se limpia nuevamente con el paño seco.	
10. Se realiza una segunda inspección visual con escuadra.	
11. Finalmente, se realiza una inspección táctil pasando la mano con el guante por toda la superficie para detectar rugosidades restantes.	
Mantenimiento	
1. Verificar el estado de la lija antes del uso y reemplazar si está desgastada.	
2. Revisión de los caballetes para asegurar estabilidad	
Aseguramiento de la Calidad	
1. Verificar que la superficie esté completamente limpia y libre de polvo.	
2. La inspección visual debe garantizar que no existan astillas, marcas o zonas ásperas.	
3. La puerta debe estar lista para el proceso de acabado final sin necesidad de retrabajo.	
Otros	
El uso de guantes evita lesiones durante la inspección y manipulación de la puerta.	
El operario debe seguir un orden lógico de pasos y evitar omitir la inspección para asegurar la calidad.	

Nota: Elaboración propia.

Figura 36. Método propuesto del lijado – Estación de trabajo



Nota: Elaboración propia.

Observaciones complementarias

Ergonomía observada: La operación mantiene condiciones ergonómicas adecuadas y ajustables según el operario. Esta configuración evita la adopción de posturas forzadas durante la mayor parte del proceso, especialmente al trabajar en zonas medias y superiores de la puerta. El uso de movimientos horizontales alineados con la veta de la madera mejora tanto la eficiencia como el confort del operario.

Condiciones de seguridad: El método propuesto mejora la protección del operario frente a los riesgos físicos presentes en el proceso. Se observa el uso completo de EPP's: lentes y mascarilla contra polvo, tapones auditivos, uniforme y guantes resistentes a la abrasión. Esto proporciona una barrera efectiva contra partículas suspendidas, ruido excesivo y contacto directo con superficies ásperas o astillas. La inspección visual fue optimizada mediante el uso de una escuadra, lo cual reduce la necesidad de contacto directo con la superficie, y la inspección táctil se realiza con guantes, minimizando el riesgo de lesiones.

Asimismo, se elaboró un formato que presenta la muestra del lijado, junto con una tarjeta de especificaciones del lijado, los cuales se encuentran en los anexos 41 y 42.

Con el objetivo de optimizar los tiempos de ejecución se propuso la técnica de lijado en dirección de la veta de la madera. Esta técnica, al alinearse con la estructura natural del material, facilita su aplicación por parte del operario, reduce el esfuerzo físico requerido y disminuye la aparición de marcas visibles en la superficie. Asimismo, contribuye a obtener un acabado más uniforme y profesional.

Figura 37. Técnica de lijado en dirección de la veta de la madera



Fuente: Walker, M. (2012).

Asimismo, se propuso implementar el uso de diferentes lijas de acuerdo a la etapa del trabajo y el tiempo estimado de uso, para ello se identificaron dos tipos de lijas:

- Lija roja: Etapa de desbaste inicial

Se emplea al inicio del proceso para eliminar irregularidades notorias, restos de adhesivos, astillas o residuos de corte. Su objetivo es nivelar la superficie y corregir imperfecciones mayores. Esta lija se muestra en la Figura 32.

- Lija agua 250:

Se emplea posterior al desbaste, para afinar la superficie previamente nivelada. Su objetivo es suavizar la textura y preparar la madera para el acabado, eliminando las marcas dejadas por la lija gruesa. Se logra una superficie más uniforme, ideal para antes de aplicar selladores o la capa de barniz. La lija utilizada en esta etapa puede apreciarse en la Figura 33.

Figura 38. Lija roja



Nota: Remueve material rápidamente.

Figura 39. Lija agua 250



Nota: Nivelada y suaviza.

Se debe verificar del estado de las lijas antes y durante el uso, indicando que deben ser reemplazadas en cuanto pierdan su capacidad abrasiva. Esta acción no solo mejora la eficiencia del lijado, sino que también garantiza un acabado de mejor calidad y reduce el

esfuerzo físico del operario. Además, debe reforzarse mediante capacitaciones prácticas que aseguren su comprensión y aplicación por parte del personal.

Asimismo, se implementaron nuevos puntos de inspección con escuadra durante el proceso de lijado, debido a que anteriormente la verificación se realizaba únicamente pasando la mano sin guantes sobre la superficie, lo cual representaba un riesgo para la seguridad del operario. Esta mejora se adoptó con el objetivo de asegurar la uniformidad del lijado y detectar a tiempo imperfecciones como hundimientos, protuberancias o restos mal desbastados. La inspección con escuadra se realiza en dos momentos clave: luego del lijado de la cara principal y posteriormente tras el lijado de la cara posterior. Su función es verificar la planitud y rectitud de la superficie, asegurando que el proceso haya sido uniforme y cumpla con los estándares establecidos.

Se realizó la capacitación del personal en la técnica de lijado en dirección de la veta de la madera y en el uso correcto de las lijas, con el objetivo de estandarizar el procedimiento y mejorar la calidad del acabado superficial. Asimismo, se reforzó el uso obligatorio de los Equipos de Protección Personal (EPP), como guantes, uniforme, lentes de seguridad, mascarilla contra polvo y tapones auditivos, garantizando así condiciones seguras durante la operación. Posteriormente, se procedió a la toma de tiempos por operario, con el propósito de evaluar si la aplicación de esta técnica permitía reducir los tiempos y los reprocesos en la operación, contribuyendo al incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas.

Figura 40. Método adecuado de lijado



Nota: Registro fotográfico tomado en la carpintería.

Figura 24. Toma de tiempos



Nota: Registro fotográfico tomado en la carpintería.

Figura 42. Inspección mediante escuadra



Nota: Registro fotográfico tomado en la carpintería.

Esta etapa fue fundamental para evaluar el desempeño real de los operarios frente a los estándares determinados, identificar actividades críticas con alto consumo de tiempo o elevada variabilidad. A continuación, se presentan las tablas detalladas correspondientes a la toma de tiempos:

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

Tabla 13. Post implementación del lijado – Operario A

TOMA DE TIEMPOS	EMPRESA: TODO FACIL										CÓDIGO: TMDT-ET4-001				Fecha Elaboración: 21/10/2024			
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA	OBSERVADO POR: A. FLORES J. CABEL										ETAPA: Acabado - Lijado				ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL			
ÁREA : Producción	INSTRUMENTO: Cronómetro										OPERARIO: Russel Ramirez							

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		TIEMPOS OBSERVADOS																			Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19						T20
1	Colocación de EPP	0.53	1.05	0.58	0.51	1.01	0.56	1	0.57	0.57	0.56	1	0.59	1.01	0.53	0.53	1	0.57	0.56	0.53	1.01	0.71	1.1	0.65	0.11	0.72
2	Selección y ubicación de lija	1.01	0.59	0.52	0.54	0.54	1	0.57	1.02	0.53	0.55	0.53	0.57	0.52	0.58	0.54	1.02	1.02	1	0.57	0.52	0.69	1.11	0.62	0.11	0.69
3	Inicio lijado cara principal	15.35	14.57	15.1	14.51	14.45	15.33	15.12	14.59	15.22	14.51	15.19	15.09	15.11	14.48	14.57	15.26	15	14.51	15.22	14.57	14.89	1.19	12.51	0.21	15.14
4	Lijado por franjas	12.12	11.53	11.59	12.05	11.56	11.53	12.05	11.56	11.58	12.03	12.15	11.55	11.42	11.51	11.58	12.09	11.57	12.05	11.57	12.12	11.76	1.19	9.88	0.21	11.96
5	Limpieza de polvo	0.53	0.58	0.58	0.55	0.54	0.56	1	0.58	0.53	0.56	0.58	0.54	0.55	0.58	0.53	0.55	1	0.57	0.53	0.59	0.60	1.16	0.52	0.11	0.58
6	Inspección con la mano	0.5	1	0.58	0.54	0.54	1.01	0.55	0.52	0.5	1.02	0.57	0.5	0.58	0.55	1.02	0.57	0.5	0.58	0.55	1.01	0.66	1.14	0.58	0.12	0.65
7	Giro cuidadoso de la puerta	0.4	0.37	0.38	0.36	0.42	0.37	0.39	0.45	0.38	0.36	0.45	0.39	0.4	0.36	0.42	0.38	0.37	0.37	0.4	0.36	0.39	1.14	0.34	0.14	0.39
8	Inicio lijado cara trasera	15.01	14.59	14.51	14.37	14.53	14.59	15.07	14.53	14.41	14.57	14.51	15.01	14.38	14.51	14.45	15.07	14.58	15.01	14.38	14.59	14.63	1.19	12.30	0.21	14.88
9	Lijado por franjas trasera	11.57	12.12	11.59	11.41	11.5	11.54	12.08	11.57	12.05	11.56	11.59	11.53	12.06	12.11	11.57	11.53	11.5	12.11	11.57	11.54	11.71	1.19	9.84	0.21	11.90
10	Limpieza de polvo trasera	0.5	0.55	0.51	0.48	0.53	0.5	0.54	0.48	0.52	0.51	0.55	0.54	0.51	0.53	0.54	0.48	0.5	0.55	0.53	0.51	0.52	1.16	0.45	0.11	0.50
11	Inspección con la mano	0.48	0.51	0.57	0.5	1	0.51	0.55	0.5	1.01	0.48	0.57	1.01	0.48	0.55	0.51	1	0.59	0.57	0.5	0.48	0.62	1.14	0.54	0.12	0.61
12	Inspección final táctil	1	0.58	1.01	0.59	0.51	0.55	1.03	0.58	0.55	1.02	0.59	1.01	0.51	0.58	0.55	1.03	0.54	0.51	0.58	1.01	0.72	1.14	0.63	0.12	0.70

Nota: Toma de tiempo en minutos.

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

Tabla 14. Post implementación del lijado – Operario B

TOMA DE TIEMPOS		EMPRESA: TODO FACIL														CÓDIGO: TMDT-ET4-002			Fecha Elaboración: 21/10/2024							
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA		OBSERVADO POR: A. FLORES J. CABEL							ETAPA: Acabado - Lijado							ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL										
ÁREA : Producción		INSTRUMENTO: Cronómetro							OPERARIO: Benjamin Reyes																	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPOS OBSERVADOS																				Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20						
1	Colocación de EPP	0.59	1.07	0.58	0.55	0.59	0.5	1.07	0.45	1.05	0.57	0.5	1.07	0.57	0.53	0.57	0.53	1.07	0.59	0.5	0.53	0.67	1.08	0.62	0.11	0.69
2	Selección y ubicación de lija	0.48	0.54	0.53	0.53	0.54	0.53	0.51	0.53	0.49	0.52	0.49	0.54	0.51	0.5	0.5	0.53	0.51	0.51	0.48	0.52	0.51	1.08	0.48	0.11	0.53
3	Inicio lijado cara principal	15.03	15.37	15.24	15.24	15.35	15.26	15.15	15.18	18.27	14.05	15.26	15.26	15.1	11.01	15.14	15.15	18.22	15.18	15.37	15.06	15.24	1.19	12.81	0.21	15.50
4	Lijado por franjas	12.01	12.18	15.05	12.04	12.12	12.05	14.09	12.05	12.04	12.03	12.12	12.03	16.04	12.07	12.15	18.03	12.15	12.03	12.18	12.09	12.83	1.19	10.78	0.21	13.04
5	Limpieza de polvo	1	0.57	0.59	0.53	0.5	0.59	0.57	0.52	1.13	0.54	0.51	0.55	0.53	0.48	0.51	0.58	0.52	0.5	0.58	1	0.62	1.16	0.53	0.11	0.59
6	Inspección	0.5	0.59	0.53	0.56	0.51	0.56	0.53	0.52	0.55	0.5	0.57	0.5	0.56	0.52	0.57	0.59	1.13	0.55	0.55	0.55	0.57	1.14	0.50	0.12	0.56
7	Giro cuidadoso de la puerta	0.39	0.35	0.36	0.39	0.37	0.38	0.38	0.36	0.38	0.37	1.01	0.37	0.39	0.38	0.38	0.37	0.39	0.38	0.37	0.37	0.41	1.14	0.36	0.14	0.41
8	Inicio lijado cara trasera	14.28	15.1	14.59	14.54	14.42	14.53	14.09	14.38	14.55	15.14	14.58	15.09	18.17	14.52	14.49	14.38	15.05	14.57	14.07	13.54	14.70	1.19	12.36	0.21	14.95
9	Lijado por franjas trasera	12.13	12.04	12.11	12.1	12.05	12.12	17.1	12.13	12.05	12.12	13.05	12.1	12.05	11.12	12.11	12.09	17.08	12.05	12.1	12.08	12.59	1.19	10.58	0.21	12.80
10	Limpieza de polvo trasera	0.58	0.56	0.57	0.58	0.58	0.58	0.56	0.57	0.57	0.56	0.57	1	0.56	0.56	0.58	0.56	0.57	0.58	0.57	0.56	0.59	1.16	0.51	0.11	0.57
11	Inspección	1.01	1	0.59	0.56	1.04	0.57	1.01	0.58	1	1.02	1.04	0.59	1.04	0.58	1	1.02	1.04	0.57	0.59	1.04	0.84	1.14	0.74	0.12	0.83
12	Inspección final táctil	1.03	1.01	1.01	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.01	1.02	1.5	1.01	1.02	0.59	1.03	1.02	1.01	1.01	0.58	1	1.00	1.14	0.88	0.12	0.98

Nota: Toma de tiempo en minutos.

Una vez obtenidos los datos preliminares, se calcula el promedio de cada toma de tiempo para obtener el tiempo observado promedio. Con este valor, aplicamos la fórmula de la ecuación 7 para determinar el número de observaciones necesarias, considerando un nivel de confianza del 95% (valor $Z = 1.96$) y una precisión de $\pm 5\%$. A continuación, se presentan los cálculos:

Tabla 15 Cálculo del tiempo observado promedio

Promedios	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Promedio de cada toma	4.73	4.83	4.92	4.68	4.75	4.82	5.18	4.69	5.02	4.70	4.93	4.92	5.52	4.34	4.74	5.17	5.36	4.67	4.67	4.66
Tiempo observado promedio (\bar{x})= 4.87																				

Nota: Elaboración propia

Una vez obtenido el tiempo observado promedio, el siguiente paso consiste en calcular la desviación estándar de las tomas realizadas. Seguidamente se presenta el cálculo de la desviación estándar:

Tabla 16. Cálculo de la desviación estándar

	Prom-toma	(Prom – toma) ²
Toma 1	0.13	0.02
Toma 2	0.04	0.00
Toma 3	-0.06	0.00
Toma 4	0.18	0.03
Toma 5	0.12	0.01
Toma 6	0.04	0.00
Toma 7	-0.31	0.10
Toma 8	0.17	0.03
Toma 9	-0.15	0.02
Toma 10	0.17	0.03
Toma 11	-0.07	0.00
Toma 12	-0.05	0.00
Toma 13	-0.66	0.43
Toma 14	0.53	0.28
Toma 15	0.13	0.02
Toma 16	-0.31	0.10
Toma 17	-0.49	0.24
Toma 18	0.20	0.04

Toma 19	0.20	0.04
Toma 20	0.20	0.04
Total (x)=		1.44

Nota: Elaboración propia

Según lo mostrado en la tabla anterior, al aplicar la ecuación 5 se determinó un número requerido de observaciones de 4.90, el cual fue redondeado a 5 para asegurar el nivel de precisión establecido. Considerando que previamente se efectuaron 20 observaciones, se concluye que ya se cuenta con una cantidad suficiente para asegurar la precisión del análisis.

A continuación, se procede al cálculo del tiempo estándar. Para ello, se utilizará el sistema de evaluación del desempeño Westinghouse, el cual permite asignar un factor de calificación en función de cuatro elementos: habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia. Los factores correspondientes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 17. Sistema de calificación de Westinghouse

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+	0,06	A Ideales	+	0,04	A Perfecta
+	0,04	B Excelentes	+	0,03	B Excelente
+	0,02	C Buenas	+	0,01	C Buena
+	0	D Regulares	+	0	D Regular
-	0,03	E Aceptables	-	0,02	E Aceptable
-	0,07	F Deficientes	-	0,04	F Deficiente
HABILIDAD			ESFUERZO		
+	0,15	A1 Extrema	+	0,13	A1 Excesivo
+	0,13	A2 Extrema	+	0,12	A2 Excesivo
+	0,11	B1 Excelente	+	0,1	B1 Excelente
+	0,08	B2 Excelente	+	0,08	B2 Excelente
+	0,06	C1 Buena	+	0,05	C1 Bueno
+	0,03	C2 Buena	+	0,02	C2 Bueno
+	0	D Regular	+	0	D Regular
-	0,05	E1 Aceptable	-	0,04	E1 Aceptable
-	0,1	E2 Aceptable	-	0,08	E2 Aceptable
-	0,16	F1 Deficiente	-	0,12	F1 Deficiente
-	0,22	F2 Deficiente	-	0,17	F2 Deficiente

Nota: Pittman (2017)

Asimismo, se incorporarán los suplementos por tolerancias recomendados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), con el objetivo de ajustar el tiempo observado y obtener un valor representativo del tiempo real requerido para ejecutar cada actividad en condiciones normales. Estos suplementos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Suplementos

1. Suplementos constantes			2. Suplementos variables		
	H	M		H	M
Sup. por necesidades personales	5	7	A. Por trabajar de pie	2	4
Suplemento base por fatiga	4	4	B. Por postura anormal:		
			Ligeramente incómodo	0	1
			Inclinado	2	3
			Echado, estirado	7	7
3. Suplementos variables			4. Suplementos variables		
	H	M		H	M
C. Uso de fuerza o energía muscular			D. Mala iluminación		
2,5 Kg	0	1	Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
5 Kg	1	2	Bastante por debajo	2	2
7,5 Kg	2	3	Absolutamente insuficiente	5	5
10 Kg	3	5	F. Concentración intensa		
12,5 Kg	4	6	Trabajo de cierta precisión	0	0
15 Kg	5	8	Fatigosos	2	2
17,5 Kg	7	10	Muy fatigosos	5	5
20 Kg	9	13	G. Ruidos		
22,5 Kg	11	16	Continuo	0	0
25 Kg	13	20	Intermitente y fuerte	2	2
30 Kg	17		Intermitente y muy fuerte	2	2
35,5 Kg	22		Estridente y fuerte	5	5
5. Suplementos variables			6. Suplementos variables		
	H	M		H	M
E. Condiciones atmosféricas			H. Tensión Mental		
16	0	0	Proceso bastante complejo	1	1
14	0	0	Proceso complejo	4	4
12	0	0	Muy complejo	8	8
10	0,3	0,3	I. Monotonía		
8	1	1	Trabajo algo monótono	0	0
6	2,1	2,1	Trabajo bastante monótono	1	1
5	3,1	3,1	Trabajo muy monótono	4	4
4	4,5	4,5	J. Tedio		
3	6,4	6,4	Trabajo algo aburrido	0	0
2	10	10	Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	2

Nota: Kanawaty (1992).

A partir de las tablas anteriores, se obtienen los valores correspondientes al coeficiente de suplementos y la calificación del sistema Westinghouse. Con estos datos, se procede a aplicar la ecuación 5. El desarrollo detallado para determinar el tiempo estándar se presenta en las tablas siguientes:

Tabla 19. Cálculo del tiempo estándar - operario A

	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar
1	Colocación de EPP	0.71	1.1	0.65	0.11	0.72
2	Selección y ubicación de lija	0.69	1.11	0.62	0.11	0.69
3	Inicio lijado cara principal	14.89	1.19	12.51	0.21	15.14
4	Lijado por franjas	11.76	1.19	9.88	0.21	11.96
5	Limpieza de polvo	0.60	1.16	0.52	0.11	0.58
6	Inspección con la mano	0.66	1.14	0.58	0.12	0.65
7	Giro cuidadoso de la puerta	0.39	1.14	0.34	0.14	0.39
8	Inicio lijado cara trasera	14.63	1.19	12.30	0.21	14.88
9	Lijado por franjas trasera	11.71	1.19	9.84	0.21	11.90
10	Limpieza de polvo trasera	0.52	1.16	0.45	0.11	0.50
11	Inspección con la mano	0.62	1.14	0.54	0.12	0.61
12	Inspección final táctil	0.72	1.14	0.63	0.12	0.70
Tiempo total estándar:						58.70

Nota: Elaboración propia

Tabla 20. Cálculo del tiempo estándar - operario B

	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar
1	Colocación de EPP	0.67	1.08	0.62	0.11	0.69
2	Selección y ubicación de lija	0.51	1.08	0.48	0.11	0.53
3	Inicio lijado cara principal	15.24	1.19	12.81	0.21	15.50
4	Lijado por franjas	12.83	1.19	10.78	0.21	13.04
5	Limpieza de polvo	0.62	1.16	0.53	0.11	0.59
6	Inspección	0.57	1.14	0.50	0.12	0.56
7	Giro cuidadoso de la puerta	0.41	1.14	0.36	0.14	0.41
8	Inicio lijado cara trasera	14.70	1.19	12.36	0.21	14.95
9	Lijado por franjas trasera	12.59	1.19	10.58	0.21	12.80
10	Limpieza de polvo trasera	0.59	1.16	0.51	0.11	0.57
11	Inspección	0.84	1.14	0.74	0.12	0.83
12	Inspección final táctil	1.00	1.14	0.88	0.12	0.98
Tiempo total estándar:						61.45

Nota: Elaboración propia

A continuación, se detalla el resumen de los tiempos estándar correspondientes a los

dos operarios evaluados:

Tabla 21. Resumen del tiempo estándar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo Estándar		Tiempo Estándar
	Op. A	Op. B	
	1 Colocación de EPP	0.72	0.69
2 Selección y ubicación de lija	0.69	0.53	0.53
3 Inicio lijado cara principal	15.14	15.50	15.14
4 Lijado por franjas	11.96	13.04	11.96
5 Limpieza de polvo	0.58	0.59	0.58
6 Inspección	0.65	0.56	0.56
7 Giro cuidadoso de la puerta	0.39	0.41	0.39
8 Inicio lijado cara trasera	14.88	14.95	14.88
9 Lijado por franjas trasera	11.90	12.80	11.90
10 Limpieza de polvo trasera	0.50	0.57	0.50
11 Inspección	0.61	0.83	0.61
12 Inspección final táctil	0.70	0.98	0.70

Nota: Elaboración propia.

El método de trabajo se evidencia en las actividades registradas en el DAP (Figura 39), específicamente en la actividad 25, denominada "Lijado de desbaste", que contempla el inicio del lijado en la cara principal y posterior de la pieza; la actividad 26, "Lijado de afinado", que abarca el lijado por franjas en ambas caras; y la actividad 27, "Verificación de la suavidad y uniformidad", que incluye la inspección manual de la superficie y la limpieza final del polvo residual.

Por otro lado, se identificó que la distribución actual de actividades dentro del proceso genera una sobrecarga laboral en un solo operario, específicamente en Rosell, como se muestra en la siguiente tabla. Esta asignación desbalanceada de tareas no solo compromete el rendimiento individual, sino que también afecta la eficiencia global del proceso.

Tabla 22. Distribución de operaciones actual – TODO FACIL

Operario	Operario responsable	% de distribución de actividades	Tiempo (m)
----------	----------------------	----------------------------------	------------

A	Rosell	58,42%	150,77
B	Benjamín	41,58%	107,30
<i>2 operarios</i>		<i>100%</i>	<i>258.07</i>

Nota: El tiempo en producir una puerta es de 4h 18 minutos, descontando las horas de secado.

Se procede a calcular el número mínimo de estaciones de trabajo necesarias, con el objetivo de evaluar si la cantidad actual de estaciones implementadas es adecuada para la carga total del proceso o si, por el contrario, se requeriría incrementar su número. Este cálculo se realizará utilizando la ecuación 9:

$$N^{\circ} \text{ de estaciones} = \frac{\text{Suma de los tiempos de todas las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$N^{\circ} \text{ de estaciones} = \frac{258.07}{118.35} = 2.18$$

A partir de la aplicación de la ecuación 9, el número mínimo de estaciones de trabajo necesarias es 2.18, valor que se redondea a 3 estaciones. En este sentido, el proceso actual cumple con el requerimiento, ya que cuenta con tres estaciones definidas (Estación 1: Preparación y corte, Estación 2: Ensamblado del armazón y Estación 3: Acabado)

Una vez verificada el número de estaciones, se procede con el cálculo del índice de desbalance, con el fin de evaluar el grado de equidad en la distribución de carga laboral entre los operarios y determinar oportunidades de mejora en la asignación de tareas.

$$\text{Indice de desbalance} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Tiempo mayor}} \times 100$$

$$\text{Indice de desbalance} = \frac{150,77 - 107,30}{150,77} \times 100 = 28.83\%$$

El resultado obtenido del cálculo del índice de desbalance fue de 28.83%, lo cual evidencia una distribución desigual de la carga laboral entre los operarios. Este valor refleja una desviación respecto a una distribución ideal, impactando negativamente en la eficiencia operativa del proceso.

A partir de este resultado y considerando la información presentada en la Tabla XX, se procedió a realizar una nueva distribución de actividades entre los dos operarios del taller con el objetivo de reducir la carga de trabajo desigual, optimizar el flujo de producción y mejorar la eficiencia global del proceso. Esta redistribución fue diseñada en función del análisis de tiempos por operación, capacidades individuales y criterios de continuidad lógica del proceso, buscando una asignación equitativa y racional de tareas que minimice desplazamientos innecesarios, reduzca tiempos muertos y garantice un uso más eficiente del recurso humano disponible.

Figura 43. Criterio de asignación Estación 1 y 2

ETAPAS	Nº	Actividad	Tiempo Estándar (min)	Operario A - Russel	Operario B - Benjamín	Criterio de asignación
	1	Selección de la madera a usar	5.25	X		Cuenta con mayor conocimiento sobre calidades de la madera.
	2	Traslado a la máquina cepilladora	0.39	X	X	Reducción de tiempo mediante traslado conjunto y distribución equitativa del esfuerzo.
	3	Cepillado de madera	14.37	X		El operario A cuenta con mayor experiencia en el manejo de máquinas.
	4	Traslado a la máquina calibradora	0.43		X	Traslado asignado a operario B para continuidad del proceso de calibrado.
	5	Calibrado de madera	8.42		X	Benjamin fue capacitado internamente para manejar la máquina calibradora, asegurando la operación adecuada y cumplimiento del espesor requerido.
Estación 1: Preparación y corte	6	Traslado a la máquina sierra circular	1	X		Traslado asignado a operario A para continuidad del proceso de corte.
	7	Corte de las tablas	10.13	X		Cuenta con mayor experiencia en el manejo de maquinas.
	8	Traslado a la máquina englatadora	1.03	X		Se mantiene la secuencia operativa con Russel para evitar interrupciones.
	9	Toma de herramientas para espigas	0.5		X	El operario B es responsable de tareas posteriores (trazado), por lo que la toma de herramientas forma parte de su flujo continuo.
	10	Trazado de espigas	13.27		X	El operario B ha desarrollado la habilidad específica en el trazado de espigas por repetición continua del proceso.
	11	Corte de espigas	8.56		X	Mantenimiento de continuidad con la operación anterior.
	12	Espigado	8.1		X	El Operario B realiza actividades previas como el corte de espigas, permitiendo una transición directa hacia el espigado sin tiempos muertos ni desplazamientos adicionales.
	13	Primera inspección	2.1	X		Revisión por parte del operario con mayor criterio técnico.
Estación 2: Ensamblado del Armazón	14	Traslado de herramientas de encolado	0.34		X	Mientras el operario A inspecciona, el operario B se traslada para la recepción de insumos.
	15	Preparación de encolado	3.2		X	Continuidad del proceso de encolado.
	16	Traslado a los caballetes de madera	0.47		X	Continuidad del proceso de encolado.
	17	Encolado y ensamblado	15.19	X	X	Complementariedad de habilidades en la aplicación del adhesivo y ensamblado.

Nota: Elaboración propia.

Figura 44. Criterio de asignación Estación 3

	19	Pulido con máquina	13.52		X	El operario B cuenta con mayor dominio de la pulidora.
	20	Traslado para toma de herramientas	0.41		X	Se mantiene la secuencia operativa con Benjamin para evitar interrupciones.
	21	Toma de herramientas (marcado, fresado)	0.42		X	Se mantiene la secuencia operativa con Benjamin para evitar interrupciones.
	22	Traslado a los caballetes de madera	0.43		X	Se mantiene la secuencia operativa con Benjamin para evitar interrupciones.
	23	Marcado	7.11		X	Precisión y trazado fino por parte del operario B.
	24	Fresado	17.53	X		El operario A cuenta con mayor experiencia en el manejo de maquinas.
Estación 3: Acabado	25	Lijado de desbaste	24.48	X	X	Distribución del esfuerzo para evitar fatiga y atención compartida para corregir errores a tiempo.
	26	Lijado de afinado	42.35	X	X	Distribución del esfuerzo para evitar fatiga y atención compartida para corregir errores a tiempo.
	27	Verificación de la suavidad y uniformidad	1	X		Revisión por parte del operario con mayor criterio técnico.
	28	Traslado para insumos de barnizado	0.46		X	Mientras el operario A verifica, B se traslada para la recepción de insumos.
	29	Preparación del barniz	12.47		X	Continuidad del proceso de barnizado.
	30	Traslado a los caballetes de madera	0.47		X	Continuidad del proceso de barnizado.
	31	Aplicación de barnizado	23.3	X		Operario A con experiencia para lograr un acabado uniforme.

Nota: Elaboración propia

Esta estrategia de balanceo responde a los principios del estudio de trabajo y tiene como finalidad disminuir la saturación del operario actualmente sobrecargado, es decir, el operario Rosell, promover una distribución más equitativa de las tareas y permitir un desempeño más sincronizado y sostenible dentro del entorno productivo de la carpintería.

También se realizó la toma de tiempos de actividades de producción entre los operarios A y B, considerando los tiempos estándar obtenidos a partir del estudio de tiempos (ver anexo 35 y 36). La asignación de tareas se realizó de forma estratégica, agrupando funciones que pudieran desarrollarse en paralelo con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo y mejorar el aprovechamiento de la jornada laboral.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los tiempos y los porcentajes de distribución de actividades correspondientes a la aplicación de la propuesta mejorada (Figuras 34 y 35). En ella se evidencia una asignación más equitativa del tiempo operativo entre ambos trabajadores, lo que permite una mejor sincronización en la ejecución de las tareas, reduce los tiempos ociosos y contribuye al incremento de la eficiencia global del sistema.

Tabla 23. Distribución de operaciones mejorado – TODO FACIL

Operario	Operario responsable	% de distribución de actividades	Tiempo (m)
A	Rosell	49,39%	125,67
B	Benjamín	50,61%	128,76
<i>2 operarios</i>		<i>100%</i>	<i>254.43</i>

Nota: El tiempo en producir una puerta es de 4h 14 minutos, descontando las horas de secado.

Una vez realizada la distribución, se procede con el cálculo del índice de desbalance, con el fin de evaluar en cuanto hemos mejorado el desbalance.

$$\text{Índice de desbalance} = \frac{\text{Tiempo mayor} - \text{Tiempo menor}}{\text{Tiempo mayor}} \times 100$$

$$\text{Índice de desbalance} = \frac{128,76 - 125,67}{128,76} \times 100 = 2.40\%$$

El nuevo índice de desbalance obtenido fue de 2.40%, lo que representa una mejora respecto al valor inicial de 28.83%. Este resultado confirma que la redistribución de actividades fue efectiva para equilibrar la carga laboral entre los operarios.

Luego de completar las etapas anteriores, se procedió con la actualización del Diagrama de Análisis de Proceso (DAP), incorporando los tiempos optimizados obtenidos

tras la implementación del nuevo método de trabajo, la redistribución de actividades y la inclusión de la receta para la preparación del barniz y del encolado. A continuación, se muestra el DAP actualizado.

Figura 45. Estación 1 y 2 - producción de puertas post implementación.

Diagrama de análisis del proceso - 2024											RESUMEN		
											SÍMBOLO	ACTIVIDAD	N°
											○	Operación	16
											⇒	Transporte	11
											□	Inspección	3
											D	Espera	2
											▽	Almacenaje	1
Nombre del proceso: Elaboración de puerta para fachada											Total de actividades realizadas: 33		
Método: Propuesto											Distancia total en metros: 26.67		
Empresa: Todo facil											Tiempo (min): 476.70		
ELABORADO POR: A. Flores J. Cabel													
ETAPAS	N°	Descripción del proceso	Operario	Tipo de actividad	Distancia (m)	Tiempo (m)	○	⇒	□	D	▽	Observación	
Estación 1: Preparación y corte	1	Selección de la madera a usar	A	Principal	-	5.25			X				
	2	Traslado a la máquina cepilladora	A y B	Principal	4.38	0.39		X					
	3	Cepillado de madera	A	Principal	-	14.37	X						
	4	Traslado a la máquina calibradora	B	Principal	1.8	0.43		X					
	5	Calibrado de madera	B	Principal	-	8.42	X						
	6	Traslado a la máquina sierra circular	A	Principal	2.82	1		X					
	7	Corte de las tablas	A	Principal	-	10.13	X						
	8	Traslado a la máquina englatadora	A	Principal	3.6	1.03		X					
	9	Toma de herramientas para trazar espigas	B	Principal	-	0.5	X					-Lápiz -Reglas	
	10	Trazado de espigas	B	Principal	-	13.27	X						
	11	Corte de espigas	A	Principal	-	8.56	X						
Estación 2: Ensamblado del Armazón	12	Espigado	B	Principal	-	8.1	X						
	13	Primera inspección	A	Principal	-	2.1			X				
	14	Traslado de las herramientas de encolado y ensamblado	B	Principal	1.56	0.34		X					
	15	Preparación de encolado	B	Principal	-	3.2	X						
	16	Traslado a los cabelletes de madera	B	Principal	2.82	0.47		X					
	17	Encolado y ensamblado	A y B	Principal	-	15.19	X						
	18	Secado de la puerta	-	Principal	-	240.00				X			

Nota: Elaboración propia.

Figura 46. Estación 3 - producción de puertas post implementación.

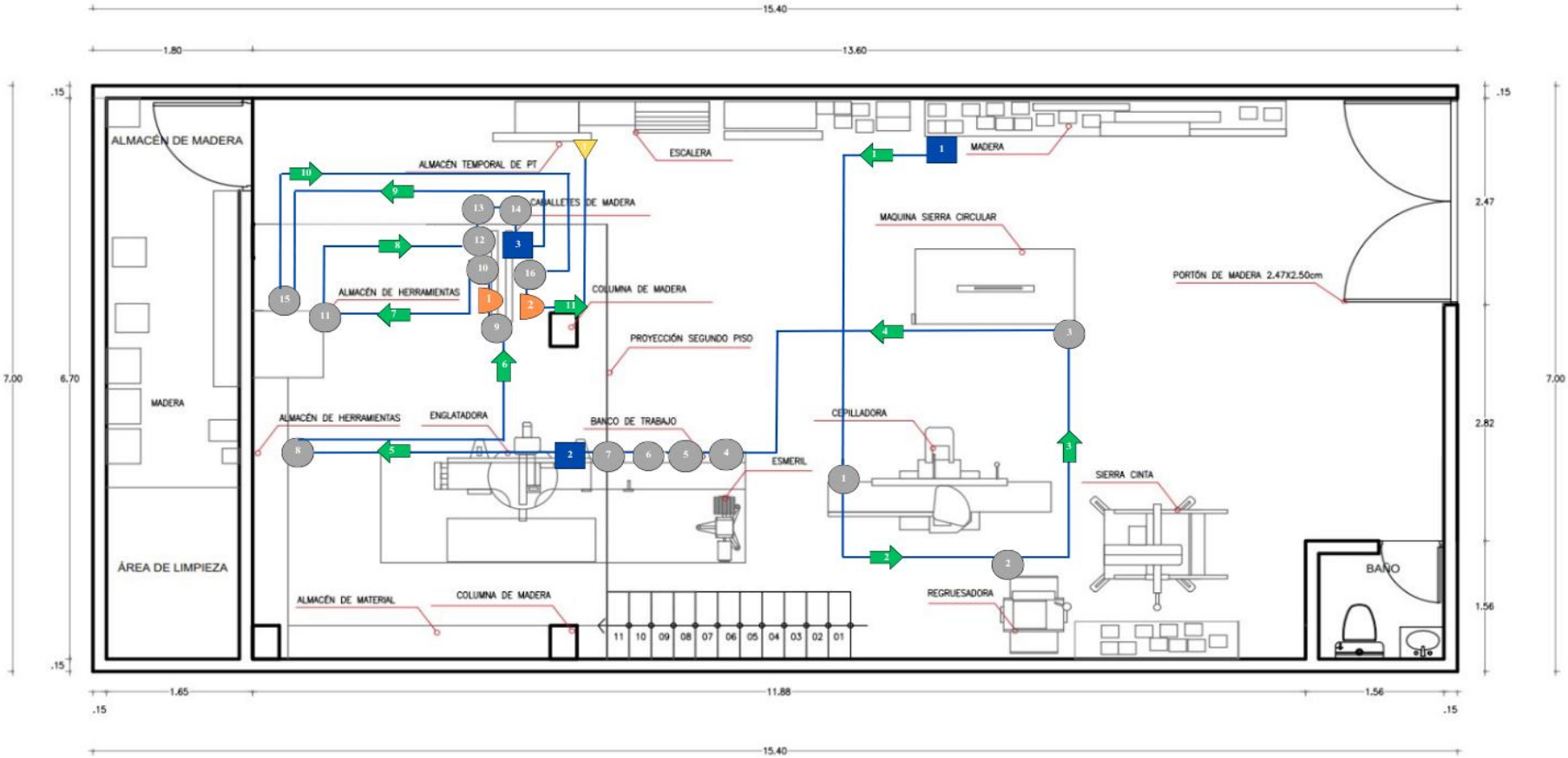
Estación 3: Acabado	19	Pulido con máquina	B	Principal	-	13.52	X					
	20	Traslado para toma de herramientas	B	Principal	2.82	0.41		X				
	21	Toma de herramientas de marcado, fresado y lijado	B	Principal	-	0.42	X					-Lijas -Fresadora -Escuadra -Lápiz
	22	Traslado a los caballetes de madera	B	Principal	2.82	0.43		X				
	23	Marcado	B	Principal	-	7.11	X					
	24	Fresado	A	Principal	-	17.53	X					
	25.1	Lijado de desbaste□	A y B	Principal	-	24.48	X					Uso de la lija: Lija 60 roja
	25.2	Lijado de afinado□	A y B	Principal	-	42.35	X					Uso de la lija: Lija agua 250
	26	Inspección de la suavidad y uniformidad, y limpieza	A	Principal	-	1			X			
	27	Traslado para recepción de los insumos para el barnizado	B	Principal	1.8	0.46		X				
	28	Preparación del barniz	B	Principal	-	12.47	X					
	29	Traslado a los caballetes de madera	B	Principal	1.8	0.47		X				
	30	Aplicación de barnizado	A	Principal	-	23.3	X					
	31	Secado	-	Principal	-	200				X		

Nota: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido de la planta de carpintería, post implementación:

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

Figura 47. Diagrama de recorrido - post implementación



Nota: Elaboración propia.

Después de la implementación de las mejoras, el recorrido del proceso dentro de la carpintería evidencia una transformación orientada a la eficiencia de las operaciones. Las trayectorias de la materia prima y los productos en proceso ahora siguen un patrón más lógico y lineal, minimizando los cruces, retrabajos y tiempos muertos observados anteriormente. En conjunto, el nuevo recorrido no solo agiliza la producción, sino que fortalece el orden, la productividad y la estandarización dentro del taller.

Evaluar el impacto de la implementación

Análisis global de la productividad

Luego de observar el comportamiento de los indicadores en la situación inicial, se procede a lo mismo en la situación posterior de la mejora en el área dentro del periodo analizado 2024. De este modo se puede saber si funcionó. Se realiza una comparación para la productividad de mano de obra, productividad de horas hombre y cumplimiento.

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

Tabla 24. Evolución de indicadores de productividad (global)

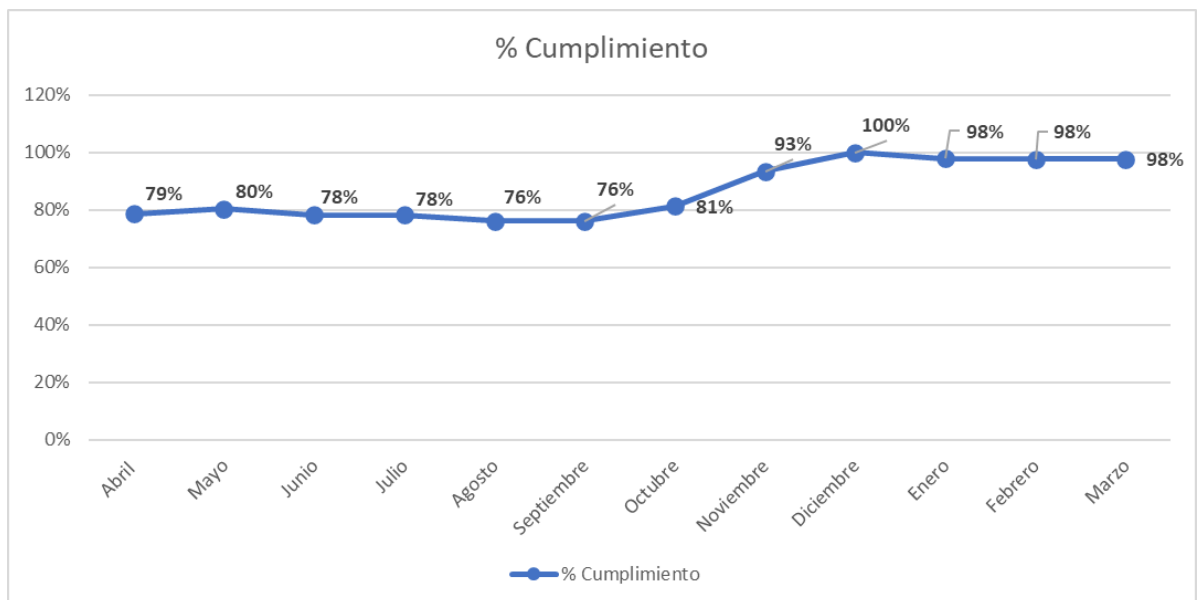
Meses	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Unidades de puertas fabricadas	33	37	36	36	35	35	39	43	44	45	43	43
Unidades para fabricar proyectadas	42	46	46	46	46	46	48	46	44	46	44	44
<i>% Cumplimiento</i>	<i>79%</i>	<i>80%</i>	<i>78%</i>	<i>78%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>	<i>81%</i>	<i>93%</i>	<i>100%</i>	<i>98%</i>	<i>98%</i>	<i>98%</i>
H-H ejecutadas	481	450	411	446	441	429	393	364	370	384	352	344
H-H proyectadas	384	384	352	384	376	368	384	360	368	384	352	344
<i>% Aumento de HH</i>	<i>20%</i>	<i>15%</i>	<i>14%</i>	<i>14%</i>	<i>15%</i>	<i>14%</i>	<i>2,2%</i>	<i>1,1%</i>	<i>0,6%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>
Productividad mano de obra ejecutado	16,50	18,50	18,00	18,00	17,50	17,50	19,50	21,50	22,00	22,50	21,50	21,50
Productividad mano de obra proyectado	21,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	24,00	23,00	22,00	23,00	22,00	22,00
Productividad horas hombre ejecutado	0,069	0,082	0,088	0,081	0,079	0,082	0,099	0,118	0,119	0,117	0,122	0,125
Productividad horas hombre proyectado	0,109	0,120	0,131	0,120	0,122	0,125	0,125	0,128	0,120	0,117	0,122	0,125

Fuente: Elaboración propia.

A nivel global, se evidencia una mejora al comparar el escenario previo con el posterior, tanto en la cantidad de horas hombre empleadas como en los indicadores de productividad de la mano de obra y productividad por hora hombre. La reducción en el número total de horas utilizadas refleja una optimización en la asignación de recursos, eliminando tiempos improductivos.

Simultáneamente, el incremento en la producción diaria de puertas pasando de 1 puerta y media a 2 unidades por jornada constituye una señal clara de mayor eficiencia. Este avance valida productividad de las mejoras implementadas.

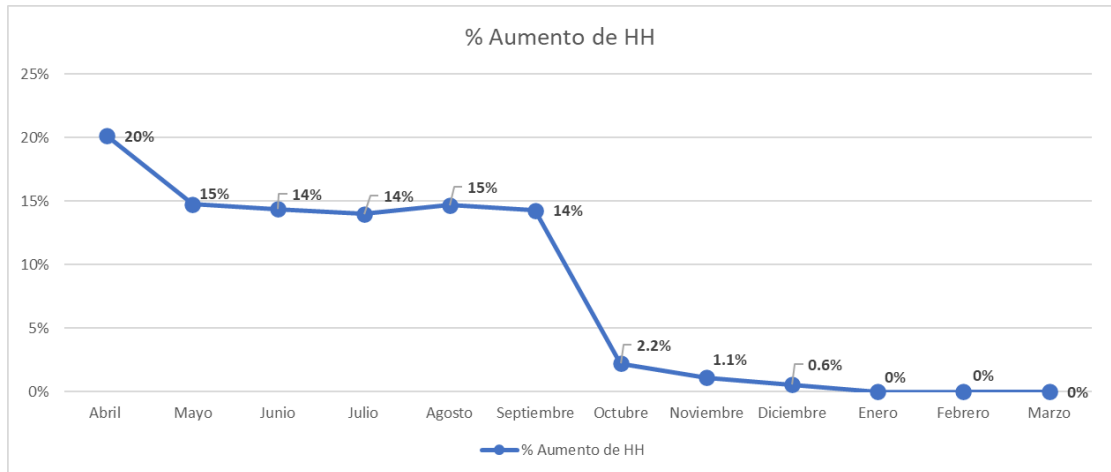
Figura 48. Cumplimiento de puertas mensuales



Nota: Aumento de cumplimiento de puertas en el período de octubre – marzo 2024.

En la figura 41, verificamos que el cumplimiento aumentó en gran medida al pasar de 76% al final del escenario previo a mejorar en el siguiente período, a 100% en diciembre y mostrando una tendencia creciente hasta alcanzar 98% en marzo.

Figura 49. Aumento de horas-hombre extras



Nota: Porcentaje bajo de HH en el periodo de octubre a marzo 2024.

En la figura 42, observamos que el gráfico del aumento de HH, presenta una disminución en comparación a la situación anterior, pasando de 14% en septiembre a un 2.2% en octubre, y reduciéndose hasta 0% en marzo.

Figura 50. Productividad de mano de obra

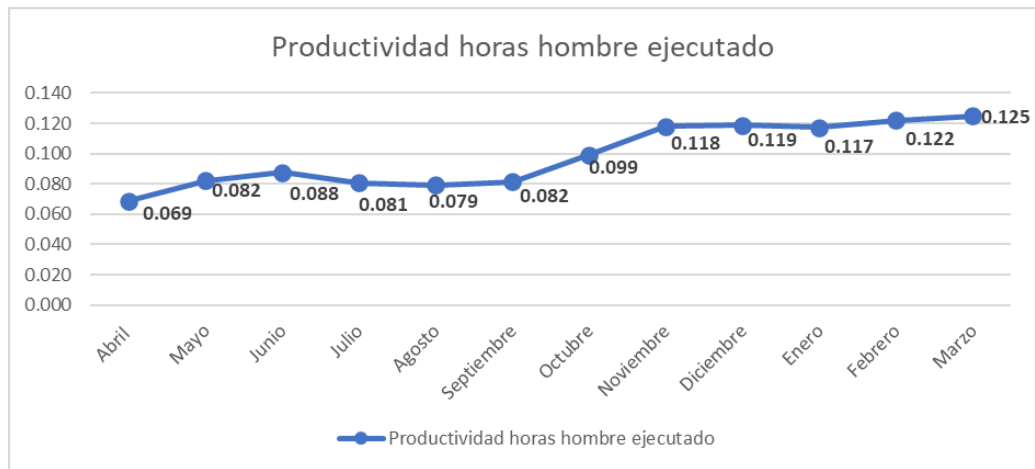


Nota: Elaboración propia.

En la figura 43, analizamos la productividad de mano de obra y se observa un

contraste al escenario previo, pasando de observar una tendencia decreciente a un comportamiento creciente luego de la implementación del estudio de trabajo y balance de línea, alcanzando un 17.5 puertas mes por operario en octubre hasta un 21.50 puertas por operario en marzo, manteniendo un aumento sostenido. Tanto la mejora en la productividad como en el cumplimiento reflejan la mejora en cuanto a la implementación del estudio de trabajo en el nuevo escenario.

Figura 51. Productividad de HH



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 44 se observa un cambio positivo en la productividad de horas-hombre tras la implementación del estudio de trabajo y el balance de línea, pasando de 0.099 puertas/hh en octubre a 0.125 en marzo. Esta tendencia creciente evidencia una mejora sostenida en el rendimiento, validando el impacto de las mejoras aplicadas y consolidando un proceso más eficiente y alineado con los objetivos de productividad.

Esta mejora es resultado directo de la implementación del estudio de trabajo y el posterior distribución correcta de actividades, los cuales permitieron eliminar ineficiencias y redistribuir adecuadamente las actividades de la operación. Como consecuencia, se logró aumentar la producción diaria a dos puertas por jornada, lo que evidencia una mejora

tangible en la productividad del proceso.

Análisis del impacto económico

A continuación, se presentan las pérdidas económicas asociadas a las horas extras laborado por los operarios. Para este análisis, se ha considerado el pago diario de S/ 60.00, equivalente a S/ 7.50 por hora regular, y una tarifa de S/ 9.38 por hora extra. Los cálculos se realizaron en base a los registros mensuales de jornadas laborales, permitiendo cuantificar el impacto económico generado por la extensión de la jornada habitual.

Tabla 25. Cálculo de horas extras – 2024

MES	Total, de horas disponibles	Total de horas trabajadas	Nº op.	Horas extras	Costo horas extras por op.	Costo total de horas extras
Abril	192	240	2	48	S/ 453,75	S/ 907,50
Mayo	192	225	2	33	S/ 311,44	S/ 622,88
Junio	176	206	2	30	S/ 277,50	S/ 555,00
Julio	192	223	2	31	S/ 292,88	S/ 585,75
Agosto	188	220	2	32	S/ 303,19	S/ 606,38
Septiembre	184	215	2	31	S/ 287,44	S/ 574,88
TOTAL						S/ 2.944,88

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, durante los meses analizados se generaron gastos por las horas extras, alcanzando un monto máximo de S/ 2,944.88. Estos valores reflejan el impacto económico directo que representa la baja productividad en la línea de producción, al requerir constantemente la extensión de la jornada laboral.

Tras haber analizado las pérdidas económicas relacionadas con el tiempo extra de los operarios, se identificó un segundo factor que contribuye al aumento de costos: los

reprocesos. Estos se presentan cuando las actividades no alcanzan los resultados esperados y deben repetirse, lo que implica un uso adicional de recursos como mano de obra, insumos y tiempo de operación, afectando directamente la rentabilidad del proceso.

A continuación, se presenta el análisis del impacto económico ocasionado por estos reprocesos, se tiene un formato para registrar los reprocesos (Anexo 31), considerando tanto el tiempo adicional invertido como el gasto extra en materiales utilizados durante su corrección.

Tabla 26. Cálculo de reprocesos - 2024

MES	Nº de reprocesos	Nº op.	Tiempo perdido (horas)	Costo adicional de materiales	Costo mano de obra	Costo total
Abril	10	2	6,73	S/ 15,52	S/ 50,45	S/ 116,41
Mayo	13	2	8,74	S/ 20,69	S/ 65,58	S/ 151,85
Junio	12	2	8,07	S/ 18,97	S/ 60,53	S/ 140,03
Julio	11	2	7,40	S/ 16,38	S/ 55,49	S/ 127,36
Agosto	10	2	3,53	S/ 15,52	S/ 26,48	S/ 68,47
Septiembre	10	2	3,31	S/ 17,24	S/ 24,83	S/ 66,89
TOTAL						S/ 554,60

Nota: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, los reprocesos generan un impacto económico en cada mes analizado, debido tanto al tiempo adicional de operación como al incremento en el uso de materiales y mano de obra. Estos resultados evidencian que la falta de productividad en la ejecución de los procesos no solo retrasa la producción, sino que también incrementa los costos operacionales.

Asimismo, se identificaron pérdidas económicas asociadas a los retrasos en la entrega de puertas terminadas, generadas por demoras en la etapa de acabados. Se tiene un

formato para registrar los reclamos de los clientes (Anexo 34). Estos retrasos obligaban a la carpintería a otorgar descuentos a los clientes como medida de compensación por el incumplimiento del plazo acordado. En el escenario más crítico registrado, la carpintería presentaba hasta 3 días de retraso sobre un plazo de entrega de 10 días. Para recompensar esta demora, se aplicaba un descuento fijo de S/. 50 por unidad afectada.

Considerando que el precio de venta por unidad es de S/. 900, el descuento aplicado por cada reclamo representaba una reducción directa en la utilidad esperada. En base a estos criterios, se procedió a monetizar las pérdidas mensuales derivadas de los descuentos aplicados por retrasos en la entrega, lo cual permitió dimensionar con mayor precisión el impacto económico de esta deficiencia operativa. Esta información se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 27 Monetización del % de reclamos de clientes

MES	Unidades de puertas fabricadas	Nº reclamos	% de reclamos por mes	Descuento por reclamo (S/.)	Costo mensual por reclamos (S/.)
Abril	33	4	12%	S/ 50,00	S/ 200,00
Mayo	37	5	14%	S/ 50,00	S/ 250,00
Junio	36	3	8%	S/ 50,00	S/ 150,00
Julio	36	5	14%	S/ 50,00	S/ 250,00
Agosto	35	4	11%	S/ 50,00	S/ 200,00
Septiembre	35	3	9%	S/ 50,00	S/ 150,00
TOTAL	212	24	11%	S/ 50,00	S/ 1.200,00

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los datos presentados en la tabla permite observar que, durante el periodo evaluado, el porcentaje de reclamos por mes se mantuvo en un rango relativamente constante, con una media del 11%. Este indicador refleja el costo mensual asociado a los reclamos y este representa un impacto, alcanzando un total de S/. 1,200 en el periodo

analizado. A partir de los datos anteriores, se presenta el flujo de caja, en donde los ingresos se estimaron en base a la reducción de horas hombre, al ahorro por eliminar reprocesos, y ahorro por la eliminación de los reclamos de clientes por las demoras en sus pedidos.

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

Tabla 28. Flujo de caja

	0	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Ingresos							
Disminución de H-H		88	86	41	62	89	85
Costo H-H		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Ahorro H-H (S/.)		S/ 660	S/ 648.30	S/ 307.50	S/ 465.00	S/ 668	S/ 637.50
Ahorro por eliminar reprocesos (S/.)		S/ 116.41	S/ 151.85	S/ 140.03	S/ 127.36	S/ 68.47	S/ 66.89
Ahorro eliminar las demoras a clientes (S/.)		S/ 200.00	S/ 250.00	S/ 150.00	S/ 250.00	S/ 200.00	S/ 150.00
TOTAL		S/ 976.41	S/ 1,050.15	S/ 597.53	S/ 842.36	S/ 935.97	S/ 854.39
Costos							
Costo de implementación	-S/ 457.51		-S/ 230.00	-S/ 240.00	-S/ 260.00	-S/ 240.00	-S/ 220.00
Compra de lijas mensuales		-S/ 222.69	-S/ 245.53	-S/ 251.24	-S/ 256.95	-S/ 245.53	-S/ 245.53
TOTAL	-S/ 457.51	-S/ 222.69	-S/ 475.53	-S/ 491.24	-S/ 516.95	-S/ 485.53	-S/ 465.53
Flujo de caja	-S/ 457.51	S/ 753.72	S/ 574.62	S/ 106.29	S/ 325.41	S/ 450.44	S/ 388.86
Flujo acumulado	-S/ 457.51	S/ 296.21	S/ 870.82	S/ 977.12	S/ 1,302.53	S/ 1,752.96	S/ 2,141.82

Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación del estudio de trabajo y la propuesta de mejora en el proceso de fabricación de puertas, se incurrió en un costo total de S/ 1.643,51, destinado a cubrir necesidades básicas como impresiones de material técnico, transporte y útiles de oficina. Esta inversión refleja el enfoque práctico y de bajo costo del proyecto, priorizando el uso eficiente de los recursos disponibles sin comprometer la calidad de los resultados obtenidos.

Tabla 29. Costos de implementación

CANTIDAD	CONCEPTO	COSTO S/.
4	Impresiones	S/ 4,00
2	Uniformes (mamelucos)	S/ 105,80
2	Guantes para lijado	S/ 8,00
2	Capacitaciones	S/ 90,00
1	Lijas roja 40	S/ 2,27
2	Lija 250	S/ 3,44
2	Pasajes mes de Oct.	S/ 240,00
2	Pasajes mes de Nov.	S/ 230,00
2	Pasajes mes de Dic.	S/ 240,00
2	Pasajes mes de Ene.	S/ 260,00
2	Pasajes mes de Feb.	S/ 240,00
2	Pasajes mes de Mar.	S/ 220,00
TOTAL		S/ 1.643,51

Fuente: Elaboración propia.

La implementación del estudio de trabajo en la carpintería TODO FACIL generó un impacto económico positivo reflejado en el flujo de caja mensual. A lo largo de seis meses, se evidenció una reducción significativa en las horas-hombre gracias a la optimización del estudio de trabajo y balance de línea, además de la eliminación de reprocesos y demoras en la atención al cliente. Estos ahorros se tradujeron en ingresos mensuales que oscilaron entre S/ 753.72 y S/ 388.86. A pesar de asumir costos constantes mensuales para mantener las mejoras (reposición de herramientas menores), el beneficio económico fue sostenido y acumulativo. Al cierre del periodo analizado, el flujo de caja acumulado alcanzó los S/2

141.82, demostrando la viabilidad técnica y económica del proyecto.

Tabla 30. Indicadores de viabilidad financiera

Indicadores	Valor
COK	11,62%
VAN	S/ 879,28
TIR	23,85%
Tasa de crecimiento mensual promedio	45,75%
Beneficio total neto	S/ 2.599,33

Nota: Elaboración propia.

En la tabla anterior se presentan los principales indicadores financieros que permiten evaluar la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto. El Costo de Oportunidad del Capital (COK) ha sido calculado y se detalla en el Anexo X, resultando en un valor de 11,62%. Con este valor, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 879,28, lo que indica que el proyecto genera valor económico. Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) asciende a 23,85%, superando el COK, lo que reafirma la conveniencia financiera de la inversión. La tasa de crecimiento mensual promedio proyectada es de 45,75%, reflejando un importante potencial de expansión. Finalmente, el proyecto reporta un beneficio total neto de S/ 2.599,33, confirmando su rentabilidad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Comparación de escenarios

A continuación, se realiza una comparación entre los escenarios pre y post implementación del estudio de trabajo, con el objetivo de cuantificar el impacto generado.

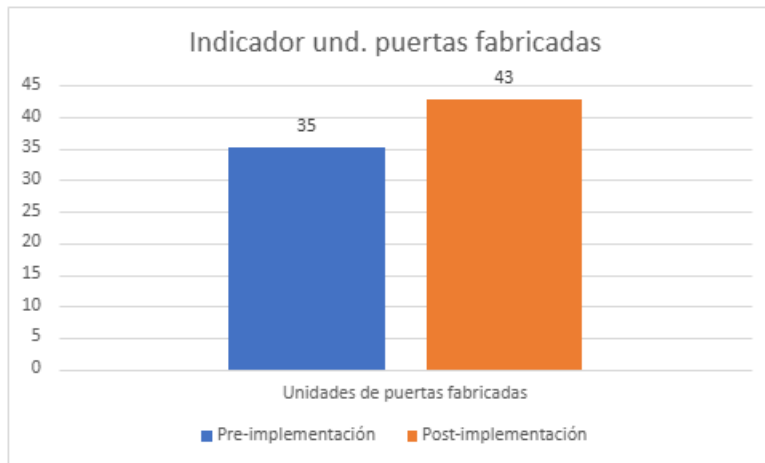
Tabla 31. Comparación de indicadores

Indicadores	Pre- implementación	Post- implementación	Mejora
Unidades de puertas fabricadas	35	43	21%
% Cumplimiento	78%	95%	21%
Productividad mano de obra ejecutado	17,67	21,42	21%
Productividad horas hombre ejecutado	0,080	0,117	46%

Nota: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 33, la comparación entre los escenarios pre y post implementación evidencia mejoras en todos los indicadores evaluados. Las unidades fabricadas y el porcentaje de cumplimiento aumentaron en un 21%, reflejando un mayor aprovechamiento de los recursos. Asimismo, la productividad de la mano de obra ejecutada se incrementó en igual proporción, mientras que la productividad por hora-hombre registró una mejora del 46%, consolidando la eficacia de las acciones implementadas mediante el estudio de trabajo y el balance de línea. Estos resultados demuestran un impacto positivo directo en el desempeño del proceso de producción. A continuación, se muestra el incremento en los indicadores de productividad global.

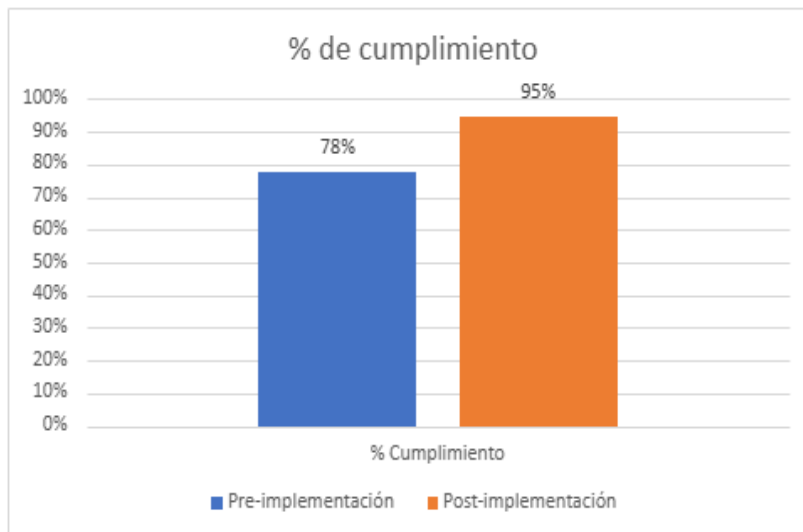
Figura 52. Comparación de escenarios: Indicador unidades fabricadas



Nota: Elaboración propia.

La Figura 45 muestra un incremento en la cantidad de puertas fabricadas, pasando de 35 unidades en el escenario previo a 43 unidades tras la implementación, lo que representa una mejora del 21%.

Figura 53. Comparación de escenarios: Indicador de cumplimiento.

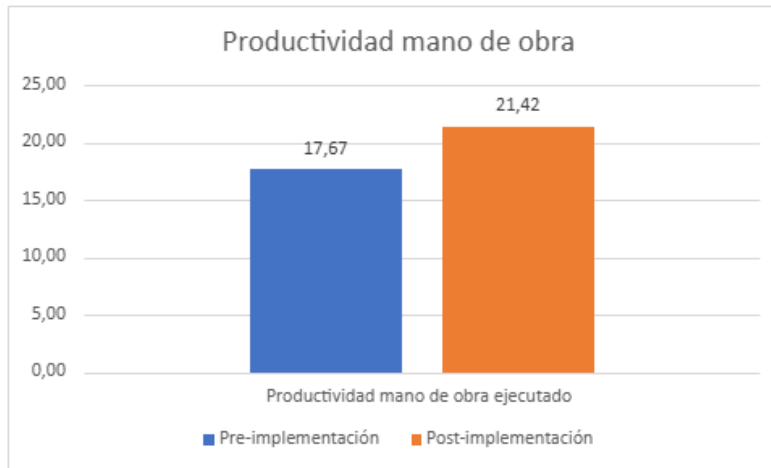


Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, la Figura 46 ilustra el indicador de cumplimiento, el cual aumentó del

78% al 95%, reflejando una mejora en la reducción de reprocesos y distribución de las actividades.

Figura 54. Comparación de escenarios: Productividad mano de obra



Nota: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 47, la productividad de mano de obra presenta un incremento tras la implementación de mejoras, pasando de 17,67 a 21,42 unidades/hombre, lo que representa un aumento del 21,23 %. Este resultado evidencia una mayor eficiencia en el uso del recurso humano, atribuible a la optimización de métodos de trabajo y a la reducción de tiempos improductivos.

Figura 55. Comparación de escenarios: Productividad horas hombre



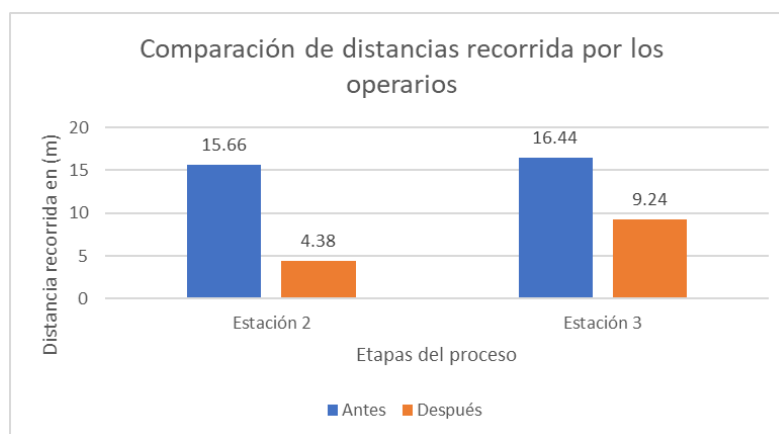
Nota: Elaboración propia.

En la Figura 48, se aprecia la evolución del indicador de productividad por hora hombre, el cual se elevó de 0,080 a 0,117, es decir, una mejora del 46,25 %. Este incremento refleja una mayor producción por unidad de tiempo-hombre disponible, reforzando la efectividad de las acciones implementadas.

Las figuras anteriores representan gráficamente el desempeño de los principales indicadores globales de productividad antes y después de la implementación del estudio de trabajo. Tal como se detalló previamente, se evidencian mejoras en un incremento del 21% en las unidades de puertas fabricadas, el porcentaje de cumplimiento y la productividad de mano de obra ejecutada. Destaca especialmente la productividad por hora-hombre, que presentó una mejora del 46%, reflejando una optimización efectiva del uso del recurso humano en el proceso. Estos resultados validan el impacto positivo de las acciones implementadas y consolidan una mejora integral en el desempeño de las operaciones.

Por otro lado, se realizó la comparación de las distancias recorridas por el operario después de la implementación.

Figura 56. Distancias de recorrido



Nota: Elaboración propia.

En las figura 22 y 34 se presenta el diagrama de recorrido correspondiente a la distribución original y a la propuesta de mejora, donde se evidencia la optimización en el desplazamiento del operario gracias a la eliminación de reprocesos innecesarios. En la estación 2, la distancia recorrida en la situación inicial era de 15.66 metros, mientras que con la propuesta se reduce a 4.38 metros. De forma similar, en la estación 3, el recorrido disminuyó de 16.44 a 9.24 metros. Estos cambios reflejan una mejora del 57.58% en la distribución de las actividades y en el flujo del proceso.

A continuación, se presenta la reducción de tiempo obtenida en la estación 3, así como un resumen de las actividades antes y después de la implementación de mejoras.

Tabla 32. Estación 3 - mejora de tiempo en minutos

Pre Implementación	Post Implementación	Min. Reducidos	% de Mejora
203.07	143.95	59.12	29.11%

Nota: Elaboración propia

La tabla anterior evidencia la mejora alcanzada en el tiempo de ejecución de la estación 3 tras la implementación de las nuevas medidas. Se registró una reducción del tiempo del 29.11%, lo que representa una mejora en la eficiencia del proceso y refleja el impacto positivo de las acciones correctivas sobre la productividad.

Esta reducción se debe principalmente a la eliminación de actividades innecesarias y reprocesos, junto con la simplificación de las tareas dentro del proceso. Estos cambios han permitido optimizar el flujo de trabajo, reduciendo tiempos y mejorando la eficiencia general. A continuación, se presenta la tabla que detalla y compara las actividades realizadas antes y después de la implementación:

Tabla 33. Comparativo de actividades Pre y Post implementación

PRE IMPLEMENTACIÓN		POST IMPLEMENTACIÓN	
ACTIVIDAD	Nº	ACTIVIDAD	Nº
Operación	19	Operación	16
Transporte	19	Transporte	11
Inspección	3	Inspección	3
Espera	7	Espera	2
Almacenaje	1	Almacenaje	1

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, se observa una disminución en el número total de actividades, que pasa de 49 a 33. Esta reducción del 32.65% refleja una optimización del proceso, logrando un flujo de trabajo más eficiente, ágil y continuo.

Respecto a la distribución de actividades, se evidencia una mejora al reducirse el índice de desbalance de 28,83% a 2,40%, lo que refleja una asignación más equilibrada de las tareas entre los operarios. A continuación, se presenta el detalle de esta reducción.

Tabla 34. Comparación de desbalance

Operarios	Pre-implementación		Post-implementación	
	Tiempo (min)	% de distribución de actividades	Tiempo (min)	% de distribución de actividades
Operario A – Russell	150,77	58,42%	125,67	49,39%
Operario B – Benjamín	107,30	41,58%	128,76	50,61%
Índice de desbalance		28,83%		2,40%

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Respecto a la conclusión general de este trabajo de suficiencia profesional se logró mediante la implementación de estudio de trabajo, el incremento del nivel de productividad en el área de producción de la carpintería TODO FACIL, Huanchaco, 2024. El análisis comparativo determinó una mejora en la productividad de mano de obra aumentó de 16.50 a 21.50 unidades por operario, la productividad por horas-hombre se elevó de 0.069 a 0.125 unidades por hora, y el porcentaje de cumplimiento del plan de producción mejoró de 79% a 98%. Estos resultados evidencian una optimización en el uso del recurso humano y un mayor alineamiento con los objetivos de producción establecidos.

Con relación al objetivo específico n° 1, se concluye que el diagnóstico inicial determinó un nivel de la productividad deficiente en el área de producción de la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024, ello se debe a que la productividad de mano de obra era de 16.50 unidades por trabajador, la productividad por horas-hombre de 0.069 unidades por hora, y el porcentaje de cumplimiento del plan de producción es de 79%.

Asimismo, referente al objetivo específico n.º 2, se concluye que se identificaron los principales problemas en la empresa TODO FÁCIL, Huanchaco, 2024, entre los que destacan la ausencia de procesos estandarizados, tareas no asignadas según capacidades, la existencia de retrabajos, sobrecarga laboral y variabilidad en la cantidad de insumos. Esta información se obtuvo a partir del diagnóstico de la problemática utilizando el diagrama de Ishikawa para identificar las deficiencias, y el análisis de Pareto permitió determinar los puntos críticos más relevantes. En este sentido, se requiere de la solución de dichos inconvenientes para generar un alto impacto.

De igual manera, respecto al objetivo específico n° 3, se concluye que fue posible diseñar, desarrollar y evaluar los indicadores posteriores a la mejora basada en el estudio de trabajo en el área de producción de la empresa TODO FACIL, Huanchaco, 2024. La implementación de mejoras se estructuró en cuatro etapas: planificación estratégica (estudio de métodos y estudio de tiempos), modelado (diseño de flujos del proceso y diagrama de recorrido), implantación (gestión de mejoras mediante capacitaciones, procedimientos del nuevo método y hoja de procesos) y seguimiento (acciones correctivas e inspecciones). Todo este proceso se llevó a cabo en un horizonte de 6 meses, logrando como resultado un incremento del 30% en la productividad de mano de obra, un 82% en la productividad por horas-hombre y una mejora del 24% en el porcentaje de cumplimiento del plan de producción, cumpliendo con las expectativas del área y de la gerencia general de la empresa.

Recomendaciones

Implementar de manera permanente los métodos estandarizados desarrollados durante el estudio de trabajo, asegurando su correcta aplicación por parte de los operarios mediante capacitaciones continuas.

Actualizar y monitorear periódicamente los tiempos estándar, con el fin de identificar nuevas oportunidades de mejora y adaptarse a posibles cambios en el proceso o en los recursos disponibles.

Fomentar espacios de capacitación interna para operarios y supervisores, con el objetivo de reforzar la importancia de la estandarización y el cumplimiento de los métodos propuestos.

Finalmente, se recomienda evaluar continuamente el impacto de las mejoras

aplicadas y estar abiertos a ajustes, promoviendo una mentalidad de mejora continua en toda la organización.

REFERENCIAS

- Affonso Annibal. (2023, noviembre 7). *Ingeniería de métodos: optimización de la producción*. Recuperado de <https://professorannibal.com.br/2023/11/07/ingenieria-de-metodos-optimizacion-de-la-produccion/>
- Alva Burga, G. (2025). *Takt Time vs Cycle Time: ¿En qué se diferencian?* ESAN Graduate School of Business. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/takt-time-vs-cycle-time-en-que-se-diferencian>
- 1005-4:2005, U.-E. (2005). Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Retrieved from <https://www.insst.es/documents/94886/150112/MetodosEvaluacion-v+271014.pdf/f0f8301e-a00d-4235-ab5d-dc93b9dbb9a9>
- Alburquerque Sobrino, C. R., & Rodríguez Huancayo, A. M. (2021). Propuesta de mejora de la productividad utilizando el estudio del trabajo en el taller de muebles de melamina Rodríguez, Sullana 2021. Perú. Retrieved from <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98234>
- Alzogaray, F. (2020). Estudio del trabajo. Argentina. Retrieved from <https://pepm-sal.inf.d.edu.ar/sitio/wp-content/uploads/2020/03/ESTUDIO-DEL-TRABAJO-Cartilla.pdf>
- Amador, M. C. (2017). Estudio del Trabajo - Balanceo de línea. Retrieved from <https://dspace.uaeh.edu.mx/server/api/core/bitstreams/6892cd7a-742c-47b3-8545-39dfe4199588/content>
- Arbieto Martos, M. Á., & Vásquez Meza, J. A. (2020). Mejora de los procesos productivos usando herramientas de Lean Manufacturing en una MYPE de carpintería metálica para disminuir la tasa de entregas tardías. Perú. Retrieved from <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654448?show=full>
- Arroyo Catamayo, N. D., & Villadeza Villavicencio, J. S. (2018). Propuesta de mejora para la optimización del proceso de fabricación de tableros de melamina en la

- empresa Interforest S.A.C. Retrieved from https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624942/Villadeza%20_VJ.pdf
- Assan Barrios, K., Castro García, L. V., Fontalvo Altamiranda, D., García Ríos, E., & Ramírez Giraldo, S. (2023). Aplicación del Estudio de Métodos y Tiempos: Caso Empresarial. Muebles & Colores La 30. Barranquilla, Colombia. Retrieved from <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/4781/4777>
- BARRIENTOS, J. C. (2015). LA AUDITORÍA DE CUMPLIMIENTO Y SU INCIDENCIA EN LA GESTIÓN PÚBLICA DEL CENTRO VACACIONAL HUAMPANÍ-CHOSICA – LIMA 2014. Retrieved from https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1893/cabezas_bj.pdf
- Benavides Miramón, D. (2019). La productividad. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/290002989.pdf>
- Borz, S. A., Oghnoum, M., Marcu, M. V., Lorincz, A., & Proto, A. R. (2021). Performance of Small-Scale Sawmilling Operations: A Case Study on Time Consumption, Productivity and Main Ergonomics for a Manually Driven Bandsaw. España. doi:10.3390/f12060810
- Briozzo, G. (2016). Las "5 S" Herramienta de mejora de la calidad. Retrieved from <https://sarda.org.ar/images/2016/03%20Las%205%20S%20-%20Herramienta%20de%20mejora%20de%20la%20calidad.%20G.%20Briozzo.pdf>
- C., C. I. (2000). UN ENFOQUE GERENCIAL DE LA TEORIA DE LAS RESTRICCIONES. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/212/21207704.pdf>
- Cantabria, U. d. (2017). Manual Gestión por Procesos. Retrieved from <https://web.unican.es/consejo-direccion/gerencia/Documents/gestion-por-procesos/manual-gestion-por-procesos-UC-%20v10.pdf>
- Ching, F. (2014). Arquitectura: Forma, espacio y orden. Retrieved from

https://elateoriaarq.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/12/arquitectura-forma-espacio-y-orden-francis-d-k-ching_redacted.pdf

Escámez Sánchez, García García, Morente Sánchez, & Rodríguez del Castillo. (2009).

Riesgos profesionales en fabricación de muebles de madera. Salud y Trabajo.

Retrieved from

https://infomadera.net/uploads/descargas/archivo_37_Mejora%20de%20la%20prevenci%C3%B3n%20del%20ruido%20en%20la%20industria%20de%20la%20madera%20y%20el%20mueble.pdf

Estudio del trabajo y ergonomía. (2020). Retrieved from <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-siglo-21/ergonomia/01-definicion-general-del-estudio-del-trabajo-y-de-la-ingenieria-de-metodos/19020539>

FAILLOC RIVAS, J. L., & LAZO LOPEZ, B. R. (2019). MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÍNEA ALCÁNTARA S.A.C. MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE MEJORA CONTÍNUA PHVA. Retrieved from

<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5361>

Finanzas, M. d. (2024). Reporte de bonos soberanos vigentes. Perú. Retrieved from

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6415047/5618073-peru-economic-and-business-report-q4-2023.pdf>

García Criollo, R. (2018). *Estudio del trabajo*. McGraw-hill Interamericana de España S.L.

Retrieved from https://faabenavides.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

https://faabenavides.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

Gómez, A. Z. (2006). Ciclo de calidad PHVA. Retrieved from

<https://anyflip.com/xivtx/sbsh/basic>

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA. Retrieved from

<https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la>

calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf

- Gutierrez Rodriguez, L. A., & Laredo Saavedra, J. A. (2020). Diseño del modelo de sistema de producción basado en 6TOC en pequeñas empresas de muebles de madera del cono sur de Lima para el incremento de su productividad en los macroprocesos de habilitado y maquinado. Perú. Retrieved from <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653535>
- Guzel, D., & Asiabi, A. (2022). Estudio de caso sobre el aumento de la productividad de una fábrica de muebles con técnicas de manufactura esbelta. Turquía. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/734959097/IncreasingProductivityofFurnitureFactorywithLeanManufacturingTechniquesCaseStudy-1>
- Herrera Acosta, R. J., & Fontalvo Herrera, T. J. (2017). Seis Sigma Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones. Retrieved from https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55821.pdf
- Huaraca, D. A. (2023). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE GRUPO PACIFIC OIL S.A.C., LIMA, 2022. Retrieved from <https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ca49b942-02e5-4556-8254-5ec5a5b3c5c1/content>
- Jara Riofrío, M. A. (2017). EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN. Retrieved from <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>
- Kanawaty, G. (1992). Introducción al Estudio del Trabajo. Retrieved from <https://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/08/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Korrakot, Y. T. (2020). Productivity Enhancement in a Wood Furniture Manufacturing Factory by Improving Work Procedures and Plant Layout. Filipinas. Retrieved from https://www.academia.edu/33993734/Productivity_Enhancement_in_a_Wood_Fur

niture_Manufacturing_Factory_by_Improving_Work_Procedures_and_Plant_Lay
ut

- Llerena, J. (n.d.). Ciclo PHVA y 8 Pasos para Resolver Problemas. Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/233649925/Ciclo-PHVA-y-8-pasos-para-resolver-problemas-opcion-1-doc>
- Majofesa. (2020). Vetas de madera: qué es y por qué son tan importantes. Retrieved from <https://www.majofesa.com/vetas-de-madera-que-es-y-por-que-son-tan-importantes/>
- Manzano Ramírez, M., & Gisbert Soler, V. (2016). LEAN MANUFACTURING 5S IMPLANTATION. Retrieved from <https://3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-implantacion-5s/>
- Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2007). Ingeniería industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil. Retrieved from <https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/842/free/data/presentacion/cap8.pdf>
- Morales Huayaney, B. N., & Saavedra Paredez, H. A. (2020). Ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de carpintería de la Maderera Industrial Valentín E.I.R.L., Huaraz, 2020. Huaraz, Perú. Retrieved from https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_a01f716f835addf36e9a0e921f6b0f98
- Motsenbocker, W. D., Steele, P. H., Hunter, S. L., & Bullard, S. H. (2020). Case Studies of Lean Manufacturing in Furniture and Supplying Industries: Applications for Increased International Competitiveness. Mississippi, Estados Unidos. Retrieved from <https://www.fwrc.msstate.edu/pubs/case3.pdf>
- Nizama Vargas, R. Z., & Rodríguez Gonzales, L. M. (2021). Plan de mejora para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Muebles y Decoraciones RD E.I.R.L. - Chiclayo 2020. Perú. Retrieved from <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8401/Nizama%20Vargas,%20Renzo%20Zaid%20-%20Rodr%C3%ADguez%20Gonzales,%20Luz%20Mirella.pdf?sequence=4&isAll>

owed=y

- Pérez Sierra, V., & Quintero Beltrán, L. (2017). Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939009.pdf>
- Perú, B. C. (2025). Resumen Informativo Semanal, junio 2025. Perú.
- Pittman, J. A. (2017). Ingeniería de métodos 1. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/352407818/TABLAS-WESTINGHOUSE-SUPLEMENTOS-docx>
- Pulido, H. G. (2021). Calidad y Productividad. Retrieved from <https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/CALIDAD-Y-PRODUCTIVIDAD.pdf>
- Recalde, J. T. (2021). Costos Basados en las Actividades (ABC): aplicación de una herramienta para la gestión eficiente de costos y actividades en empresas de servicios. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/4096/409668434001/409668434001.pdf>
- Research, B. (2025). Situación económica y riesgo país Perú, marzo 2025. Perú.
- Rodas Quintana, J. P., & Ramos Ortiz, A. P. (2024). Propuesta de mejora para incrementar la productividad en una PYME peruana del sector muebles utilizando herramientas Lean. Retrieved from https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/674412/Rodas_QJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, M. B. (2004). Fundamentos de la Teoría de Restricciones. Retrieved from https://www.academia.edu/23210596/SIMPLICIDAD_INHERENTE_Fundamentos_de_la_Teor%C3%ADa_de_Restricciones
- Rojas, R. E. (2020). REINGENIERIA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA METALMECANICA. Retrieved from https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3618/T037_4279810

9_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salud, O. M. (2023). Equipo de protección personal. Retrieved from <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/374905/9789240059801-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sladogna, M. G. (2017). PRODUCTIVIDAD- DEFINICIONES Y PERSPECTIVAS PARA LA NEGOCIACIÓN COLECTIVA. Retrieved from <https://www.relatsargentina.com/documentos/RA.1-ORG/RELATS.A.ORG.Sladogna.Productividad.pdf>

Toloz 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. Bogotá, Colombia. Retrieved from <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/c8137109-5ce7-485d-bc27-cea218d3514c/content>

Torrecilla García, J. A. (2014). Introducción al estudio del trabajo. España. Retrieved from <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/13316>

Trabajo, I. N. (2024). Ergonomía y psicología aplicada. Retrieved from <https://www.insst.es/documents/94886/4155701/Parte%204.%20Ergonom%C3%ADa%20y%20psicolog%C3%ADa%20aplicada%20FINAL.pdf>

Trabajo, O. I. (2010). Introducción al estudio del trabajo. Retrieved from <https://teacherke.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>

Valenzuela Leandro, A. R., & Castro Chara, R. A. (2024). Modelo de optimización para reducir el tiempo de entrega en una Mype de muebles de madera en Lima-Perú, aplicando Estudio de Trabajo y Lean Manufacturing. Perú. Retrieved from https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/673182/Valenzuela_LR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vasquez Gil, B. A. (2021). Mejora de los puestos de trabajo en el proceso productivo para reducir los riesgos disergonómicos de la fábrica de muebles Offi Line. Chiclayo,

Perú. Retrieved from

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4539/1/TL_VasquezGilBryan.pdf

vorbehalten, A. R. (2016). TEORÍA DE RESTRICCIONES. Retrieved from

https://www.ibidem.eu/out/media/vlb_9783838209012_2.pdf

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

ANEXOS

ANEXO N° 1: Cuadro de proyecciones

EJECUTADO DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS DEL AÑO 2024												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
EJECUTADO	36	35	34	33	37	36	36	35	35	39	43	44
PROYECTADO UND.	46	44	44	42	46	46	46	46	46	48	46	44
<i>% Cumplimiento</i>	<i>78%</i>	<i>80%</i>	<i>77%</i>	<i>79%</i>	<i>80%</i>	<i>78%</i>	<i>78%</i>	<i>76%</i>	<i>76%</i>	<i>81%</i>	<i>93%</i>	<i>100%</i>
PROYECTADO H.H.	384	352	344	384	384	352	384	376	368	384	360	368
EJECUTADO H.H.	473	439	437	481	450	411	446	441	429	393	364	370
<i>% Aumento de HH</i>	<i>18.82%</i>	<i>19.82%</i>	<i>21.28%</i>	<i>20.13%</i>	<i>14.75%</i>	<i>14.40%</i>	<i>13.99%</i>	<i>14.68%</i>	<i>14.28%</i>	<i>2.24%</i>	<i>1.10%</i>	<i>0.57%</i>

Nota: Datos brindados por el área de producción.

ANEXO N° 2: Acta de reunión

TODO FACIL	ACTA DE REUNIÓN	CÓDIGO: PR-RET-001	Fecha Elaboración: 09/09/2024
TEMA: Análisis de causas		ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL	

Objetivo de la reunión:

Analizar las principales causas de la baja productividad

Temas tratados:

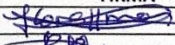
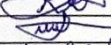
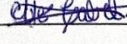

- Se presentó el propósito del estudio y la metodología a aplicar
- Se identificaron y discutieron las siguientes causas.
 - * Maquinarias: máquinas sin limpieza (dejan sobrantes de cortes), no hay mantenimiento preventivo, poca capacitación en el manejo de máquinas.
 - * Mano de obra: sobre carga laboral, falta de capacitación.
 - * Métodos: Ausencia de procesos estandarizados, variabilidad en la cantidad de insumos, desempeño irregular.
 - * Medición: Existencia de retrabajos, no hay retroalimentación.

Acuerdos:

- Se valida el diagrama de Ishikawa como representación de causas.
- Se brindará apoyo a las tesisistas para la ejecución del estudio de tiempo y la toma de datos.

Observaciones:

El análisis se realizó solo 4 de las 6 categorías, ya que fueron las más representativas según la realidad de la carpintería.

PARTICIPANTES:	
NOMBRE	FIRMA
Ana Flores	
Rosell Ramirez	
Benjamin Reyes	
Alexandra Cabel	

ANEXO N° 3: Encuesta para los operarios.

SEGUIMIENTO TODO FACIL

Información general:

- **Nombre:**
- **Fecha:**

Frecuencia:

- **N:** Nunca
- **A:** A veces
- **F:** Frecuente
- **MF:** Muy frecuente

Marca cuántas veces has observado o experimentado cada una de las siguientes situaciones durante la semana.

N°	Situación observada	N	A	F	MF
1	Ausencia de procesos estandarizados				
3	Tareas no asignadas según capacidades				
2	Existencia de retrabajos				
4	Sobrecarga laboral				
5	Variabilidad en la cantidad de insumos según cada pedido				
6	Falta de capacitación continua				
7	Trabajadores con poca capacitación en el manejo de las máquinas				
8	Máquinas sin limpieza				
9	Desempeño irregular del personal				
10	Falta de mantenimiento preventivo de las maquinarias				
11	No hay retroalimentación al personal sobre su rendimiento				

ANEXO N° 4: Cronograma de implementación 5 S – Rodas & Ramos (2024)

Figura 9

Cronograma de desarrollo

Implementación de herramientas para incrementar la productividad		Mes 1				Mes 2				Mes 3			
Fase 1	Implementación del Método de las 5S	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Actividad 1	Entrenar y clasificar												
	Organizar equipos y brindar charla de inducción												
	Revisar medios de información, colocar tarjetas y clasificar elementos												
Actividad 2	Orden												
	Reunión de coordinación												
	Colocar señalizaciones y etiquetas. Implementar tableros de herramientas												
Actividad 3	Limpieza												
	Elaborar el programa de limpieza												
	Implementar depósitos de desechos												
Actividad 4	Mantener y mejorar												
	Control de las primeras 3S												
	Implementar EPPs y realizar auditoría final												
Fase 2	Implementación de Trabajo Estandarizado												
Actividad 1	Reconocimiento de herramienta y capacitación												
	Reunir y formar equipos. Elaborar el SIPOC												
Actividad 2	Análisis del tiempo												
	Analizar el SIPOC y controlar tiempos actuales												
	Registrar y estandarizar tiempos												
Actividad 3	Análisis del trabajo												
	Elaborar diagramas DAP y bimanual												
	Elaborar matriz AVA												
	Analizar diagramas												
Actividad 4	Estandarización												
	Simplificar actividades y realizar la hoja de rutina												
	Analizar indicadores de cumplimiento y disciplinar actividades												
Fase 3	Implementación del método SLP y AHP												
Actividad 1	Reconocimiento de herramienta y capacitación												
	Reunir y formar equipos. Elaborar el diagrama PQ, ABC y de recorrido												
Actividad 2	Análisis de diagramas												
	Desarrollar diagrama multiproducto y de traslados												
	Desarrollar matriz esfuerzo y diagrama relacional												
Actividad 3	Análisis de costos y construcción de propuestas												
	Analizar los diagramas y elaborar propuestas de distribución de planta												
	Analizar propuesta Relacional, Multiproducto, Traslados y Matriz esfuerzo.												
Actividad 4	Elegir diagrama final												
	Sintetizar layouts y costos asociados												
	Utilizar la matriz AHP para elección. Selección de la distribución de planta												

ANEXO N° 5: Presupuesto de implementación 5 S – Rodas & Ramos (2024)

Tabla 12

Presupuesto de la solución

Presupuesto de la solución			
Elementos	Cantidad		Costo total
Implementación de 5S			
Sillas	30 unidades	S/	350
Proyector Multimedia	1 unidad	S/	300
Panel para proyector	1 unidad	S/	100
Lapiceros	50 unidades	S/	40
Papel Bond	1 paquete (500u)	S/	40
Periódico Mural	1 unidad	S/	35
Buzón de Sugerencias	1 unidad	S/	40
Tablero de Herramientas	8 unidades	S/	300
Trapos	100 unidades	S/	100
Escoba	10 unidades	S/	100
Recogedor	10 unidades	S/	80
Tachos de Basura	10 unidades	S/	120.00
Alcohol	50 botellas	S/	150.00
Mascarillas	100 unidades	S/	150.00
Lentes	100 unidades	S/	130.00
Guantes	100 unidades	S/	110.00
Pinturas	10 galones	S/	155.00
Extintores	3 unidades	S/.	200.00
Botiquín de Emergencia	5 unidades	S/.	150.00
Analista y asegurador	1 persona	S/.	1,700.00
Subtotal		S/.	4,350.00
Implementación del método SLP y AHP			
Costo de Mano de obra	8 unidades	S/	2,600
Costo de capacitación	2 unidades	S/	1,300
Tableros para mesas	8 unidades	S/	300
Fichas de seguimiento	20 unidades	S/	20
Registros de capacitación	20 unidades	S/	25
Folder	10 unidades	S/	20
Afiches	15 unidades	S/	30
Plumones	10 unidades	S/	15
Pizarra	2 unidades	S/	290
Laptop	1 unidad	S/	3,500
Subtotal		S/.	8,100.00
Implementación del Trabajo Estandarizado			
Costo de Mano de obra	5 unidades	S/	1,300
Costo de capacitación	2 unidades	S/	755
Equipo mueble para reuniones	5 unidades	S/	500
Materiales para el equipo de trabajo	8 unidades	S/	750
Accesorios para presentaciones	4 unidades	S/	550
Impresiones y fotos	30 unidades	S/	120
Afiches	20 unidades	S/	80
Laptop	1 unidad	S/	3,500
Subtotal		S/.	7,555.00
Total		S/.	20,005.00

ANEXO N° 6: Impacto obtenido – Rodas & Ramos (2024)

Tabla 16

Resultados del piloto método 5S

Área	N° Búsquedas inicial	Tiempo inicial (min)	N° Búsquedas final	Tiempo final (min)
Acabado	3	0.77	2	0.49
Armado de botones	5	1.35	3	0.86
Armado de madera	9	1.94	6	1.24
Cortado de tela	1	0.21	0	0.00
Cortado y lijado	1	0.21	0	0.00
Habilitado (espuma)	4	0.85	3	0.54
Montado	2	0.41	1	0.26
Tapizado	3	0.65	2	0.42
Total	28	6.39	17	3.8

De la Tabla 16, se concluye que el tiempo por búsqueda de herramientas se redujo en 2.6 minutos, lo cual permite obtener un tiempo total de producción de 151.1 minutos.

Finalmente, luego de la implementación, el tiempo de producción inicial 153.7 min disminuyó a 143.1 min, con cual la producción de cabeceras y la productividad mejoraron a 382 unidades y 0.163 (unidad/hora-hombre), respectivamente.

ANEXO N° 7: Evaluación de usabilidad – 5 S

TODO FACIL	Cuestionario de Usabilidad – Herramienta 5S	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL
<p>Objetivo: Conocer la percepción del personal operativo sobre la facilidad de uso, comprensión y disposición para aplicar la metodología 5S en el área de trabajo.</p>		
<p>Instrucciones: Marca con una "X" la opción que mejor represente tu opinión. La información será utilizada únicamente con fines de mejora continua.</p>		
<p>1. ¿Considera que es fácil usar la herramienta 5S? (40)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (40) <input type="checkbox"/> No (0)</p>		
<p>2. ¿Considera que es necesaria una capacitación larga para comprender el uso de las 5S? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (0) <input type="checkbox"/> No (20) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		
<p>3. ¿Cree que los trabajadores están dispuestos a aplicar la herramienta 5S durante su jornada laboral? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (0) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		
<p>4. ¿Cree que mantener el orden según las 5S requiere mucho esfuerzo? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (0) <input type="checkbox"/> No (20) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		

Operario A			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	40	40	40%
2	10	20	10%
3	10	20	10%
4	10	20	10%
Total	70	100	70%

Operario B			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	40	40	40%
2	10	20	10%
3	10	20	10%
4	10	20	10%
Total	70	100	70%

ANEXO N° 8: Costo de implementación Metodología PHVA – Failoc & Lazo (2019)

3) Inversiones del proyecto

A continuación se detallan las inversiones realizadas durante el desarrollo del proyecto.

Etapa	Proceso	Descripción	Tipo	Cantidad	Costo
DIAGNOSTICO	Reunión de presentación del proyecto a los trabajadores	Se realizó una reunión con los trabajadores de la empresa y la gerencia para exponerles el motivo del proyecto y sus beneficios.	Activo Intangible	2	S/. 246.88
	Identificación de la situación problemática	Reunión con el gerente general, administrador y un trabajador de cada área para identificar los problemas que aquejan a la empresa.	Activo Intangible	1.5	S/. 146.09
	Estudio de la situación problemática	Reunión con el gerente general, administrador y un trabajador de cada área para elaborar los diagramas de causa y efecto.	Activo Intangible	1.5	S/. 103.13
	Diagnóstico del clima laboral	Encuesta a los trabajadores para determinar el índice de clima laboral inicial en la empresa.	Activo Intangible	1	S/. 123.44
	Diagnóstico del costo de calidad	Reunión con la gerencia, administrador y jefe de taller para determinar el índice de costo de calidad.	Activo Intangible	1.5	S/. 140.63

Tabla N°388: Costeo del proyecto – Etapa diagnóstico
Fuente: Elaboración propia – Línea Alcántara SAC

ANEXO N° 9: Costo de implementación Metodología PHVA – Failoc & Lazo (2019)

PLANEAR	PLANEAMIENTO ESTRATEGICO	Desarrollo del radar estratégico con la gerencia, administrador y jefe de taller.	Activo Intangible	1	S/.	93.75
		Realización del direccionamiento estratégico con la gerencia, administrador y jefe de taller.	Activo Intangible	1.5	S/.	140.63
		Diagnóstico interno y externo de la empresa con la gerencia, administrador y jefe de taller.	Activo Intangible	1.5	S/.	140.63
		Elaboración de la matriz de perfil competitivo con la gerencia, administrador y jefe de taller.	Activo Intangible	1	S/.	93.75
		Exposición y aprobación a la gerencia, administrador y jefe de taller de la estrategia a adoptar según las matrices de combinación.	Activo Intangible	2	S/.	187.50
		Establecimiento de los objetivos estratégicos junto con la gerencia, administrador y jefe taller.	Activo Intangible	2	S/.	187.50
	Desarrollo de la 1ra y 2da casa de la calidad	Reunión con la gerencia, administrador y jefe de taller para desarrollar la 1ra y 2da casa de calidad para los productos patrones	Activo Intangible	2	S/.	187.50
	Desarrollo del AMFE de producto	Reunión con el administrador, jefe de taller, carpintero, pintor y tapicero para desarrollar el AMFE de producto	Activo Intangible	1.5	S/.	89.84
	Desarrollo de la 3ra y 4ta casa de la calidad	Reunión con la gerencia, administrador y jefe de taller para desarrollar la 1ra y 2da casa de calidad para los productos patrones	Activo Intangible	2.5	S/.	234.38
	Desarrollo del AMFE de proceso	Reunión con el administrador, jefe de taller, carpintero, pintor y tapicero para desarrollar el AMFE de producto	Activo Intangible	1.5	S/.	89.84
	Plan de mejora del clima laboral	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de mejora del clima laboral. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de implementación de las SS	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de mejora del clima laboral. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de mantenimiento preventivo de maquinarias	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de mantenimiento preventivo de maquinarias. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de mejora de las competencias de los colaboradores	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de mejora de las competencias de los colaboradores. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de seguridad y salud ocupacional	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de mejora de las competencias de los colaboradores. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de mejora de la gestión de la calidad	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de mejora de la gestión de la calidad. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de mejora del planeamiento de la producción	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de mejora del planeamiento de la producción. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de innovación de productos	Presentación a los trabajadores de la empresa el plan de innovación de productos. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44
	Plan de disposición de planta	Presentación a los trabajadores de la empresa del plan de disposición. Aprobación del plan.	Activo Intangible	1	S/.	123.44

Tabla N°389: Costeo del proyecto – Etapa Planear
Fuente: Elaboración propia – Línea Alcántara SAC

ANEXO N° 10: Costo de implementación Metodología PHVA – Failoc & Lazo (2019)

HACER	Plan de implementación de las SS	Capacitación a los trabajadores de la empresa sobre la metodología SS	Activo intangible	2	S/. 246.88
	Plan de implementación de las SS	Compra de barriles para almacenar desperdicios de madera	Gasto de operación	4	S/. 280.00
	Plan de implementación de las SS	Compra de anaqueles para ordenar el almacén de herramientas.	Gasto de operación	4	S/. 600.00
	Plan de implementación de las SS	Compra de angulos para colocar las tablas de madera y los rollos de tela.	Gasto de operación	16	S/. 320.00
	Plan de mejora del clima laboral	Compra de polos institucionales para los trabajadores de la empresa.	Gasto de operación	12	S/. 240.00
	Plan de mejora del clima laboral	Compra de bidones de agua para las áreas de la empresa.	Gasto de operación	4	S/. 140.00
	Plan de mantenimiento preventivo de maquinarias	Análisis de criticidad de máquinas con el jefe de taller, carpintero y pintor.	Activo intangible	2	S/. 57.29
	Plan de mejora de las competencias de los colaboradores	Reunión con la gerencia, administrador y jefe de taller para establecer las capacitaciones requeridas para los colaboradores.	Activo intangible	1.5	S/. 140.63
	Plan de seguridad y salud ocupacional	Elaboración de la matriz IPERC con el jefe de taller, carpintero, pintor y tapicero.	Activo intangible	2.5	S/. 91.15
	Plan de seguridad y salud ocupacional	Reunión de concienciación a los trabajadores sobre los peligros a los que están expuestos.	Activo intangible	1	S/. 36.46
	Plan de seguridad y salud ocupacional	Compra de EPP's para los trabajadores de producción.	Gasto de operación	6	S/. 150.00
	Plan de seguridad y salud ocupacional	Recarga de 1 extintor y compra de 1 extintor PQS	Gasto de operación	2	S/. 200.00
	Plan de innovación de productos	Reunión con la gerencia y administrador para identificar los factores competitivos.	Activo intangible	2	S/. 161.46
	Plan de disposición de planta	Reposición de las máquinas para disminuir recorridos	Activo intangible	1.5	S/. 42.97

Tabla N°390: Costeo del proyecto – Etapa Hacer
Fuente: Elaboración propia – Línea Alcántara SAC

VERIFICAR	Presentación de los cambios en los indicadores iniciales	Reunión con los trabajadores de la empresa para la presentación de los cambios en los indicadores iniciales	Activo intangible	1.5	S/. 185.16
ACTUAR	Elaboración de manuales y procedimientos	Reunión con la gerencia, administrador y jefe de taller para establecer las pautas para la elaboración de manuales y procedimientos del sistema de gestión de calidad	Activo intangible	38	S/. 3,562.50

Tabla N°391: Costeo del proyecto – Etapa Verificar y Actuar
Fuente: Elaboración propia – Línea Alcántara SAC

Total activos intangibles	S/.	7,840.89
Total activos tangibles	S/.	-
Total Gasto de operación	S/.	1,930.00
Total	S/.	9,770.89

Tabla N°392: Costeo total del proyecto
Fuente: Elaboración propia – Línea Alcántara SAC

Finalmente se determina que el costo de inversión total para el proyecto es de S/. 9,779.89.

ANEXO N° 11: Impacto de la implementación Metodología PHVA– Failoc & Lazo (2019)

Tabla N° 29: Resultados finales

Butacas			
	Antes del proyecto	Después del proyecto	Unidad
Productividad gobal	0.0021	0.0024	unidad / soles
Costo de fabricación	428.97	322.63	Soles

Muebles de entretenimiento			
	Antes del proyecto	Después del proyecto	Unidad
Productividad gobal	0.00050	0.00057	unidad / soles
Costo de fabricación	1784.6	1406.6	Soles

Fuente: Elaboración propia – Línea Alcántara SAC

ANEXO N° 12: Evaluación de usabilidad – Metodología PHVA

TODO FACIL	Cuestionario de Usabilidad – Metodología PHVA	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL
Objetivo: Conocer la percepción del personal operativo sobre la facilidad de uso, comprensión y disposición para aplicar la metodología PHVA en el área de trabajo.		
Instrucciones: Marca con una "X" la opción que mejor represente tu opinión. La información será utilizada únicamente con fines de mejora continua.		
1. ¿Considera que es fácil usar la Metodología PHVA? (40)		
<input type="checkbox"/> Sí (40) <input type="checkbox"/> No (0)		
2. ¿Considera que es necesaria una capacitación larga para comprender el uso de la Metodología PHVA? (20)		
<input type="checkbox"/> Sí (0) <input type="checkbox"/> No (20) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)		
3. ¿Cree que los trabajadores están dispuestos a aplicar la Metodología PHVA durante su jornada laboral? (20)		
<input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (0) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)		
4. ¿Considera que el ciclo PHVA es aplicable en todas las actividades que realiza? (20)		
<input type="checkbox"/> Sí (0) <input type="checkbox"/> No (20) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)		

Operario A			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	40	40	40%
2	0	20	0%
3	10	20	10%
4	10	20	10%
Total	60	100	60%

Operario B			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	0	40	0%
2	0	20	0%
3	10	20	10%
4	10	20	10%
Total	20	100	20%

ANEXO N° 13: Cronograma de implementación – Arroyo & Villadez (2018)

Tabla 32: Cronograma de la implementación de la propuesta de mejora
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Proceso	Fase	Días	Responsable	Semanas					
					Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Capacitación de personal en identificación de planchas por pedido	Corte	1	15	Supervisor de planta						
Apilamiento de tableros al coche	Corte	2	14	Supervisor de planta						
Identificación de colores de las etiquetas	Corte	3	45	Jefe de Producción						
Acondicionamiento de coches y compra de coches	Corte	4	45	Jefe de Producción						
Identificación de coches	Corte	5	45	Supervisor de planta						
Preparación de tableros a cantear	Canteado	1	30	Superviso de planta						

ANEXO N° 14: Costo de implementación – Arroyo & Villadez (2018)

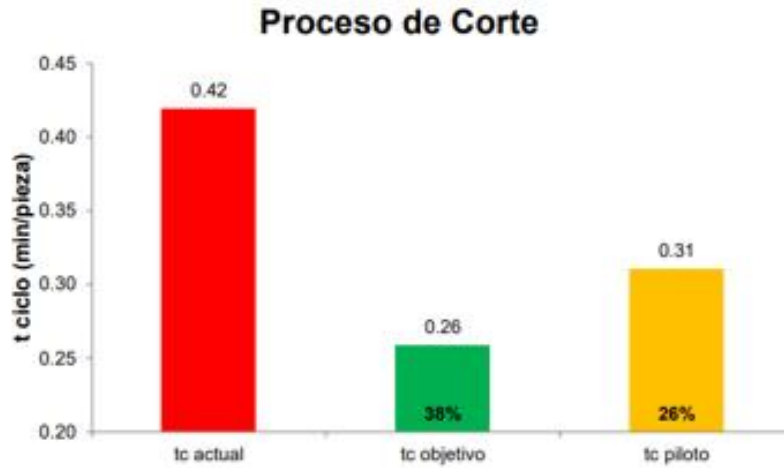
Tabla 38: Costo de implementación

Fase	Descripción	Puesto	Cantidad de operadores a capacitar	Unidades	Número de capacitaciones	Costo mensual	Costo total
1	Capacitación de personal operativo	Supervisor	3		2	S/ 60.00	S/ 570.00
		Maquinista	12		2	S/ 190.00	
		Operador	12		2	S/ 170.00	
		Ayudante	12		2	S/ 150.00	
2	Compra de etiquetas			286585		S/ 5,000.00	S/ 5,000.00
3	Acondicionamiento y compra de coches			200		S/ 8,633.33	S/ 8,633.33
4	Premio por idea innovadora					S/ 116.67	S/ 116.67
5	Bonificación por cumplimiento					S/ 1,980.00	S/ 1,980.00
6	Identificación de coches						
						Total	S/ 16,300.00

Fuente Empresa: Elaboración propia

ANEXO N° 15: Impacto de la implementación – Arroyo & Villadez (2018)

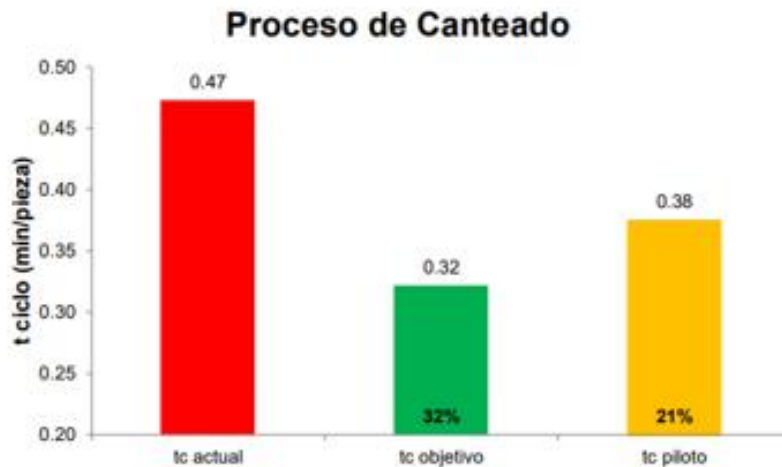
Figura 66: Comparativo del tiempo de ciclo de corte



Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en el piloto y comparados con la situación actual, se observa un incremento del 26% en la productividad del proceso de corte y el tiempo de ciclo se reduce de 0.42 min/pieza a 0.31 min/pieza.

Figura 67: Comparativo del tiempo de ciclo de canteado



Asimismo, resultados obtenidos en el piloto y comparados con la situación actual, se observa un incremento del 21% en la productividad del proceso de canteado y el tiempo de ciclo se reduce de 0.47 min/pieza a 0.38 min/pieza.

ANEXO N° 16: Evaluación de usabilidad – Teoría de Restricciones

TODO FACIL	Cuestionario de Usabilidad – Teoría de Restricciones	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL
Objetivo: Conocer la percepción del personal operativo sobre la facilidad de uso, comprensión y disposición para aplicar la Teoría de Restricciones en el área de trabajo.		
Instrucciones: Marca con una "X" la opción que mejor represente tu opinión. La información será utilizada únicamente con fines de mejora continua.		
1. ¿Considera que es fácil usar la Teoría de Restricciones? (40)		
<input type="checkbox"/> Sí (40) <input type="checkbox"/> No (0)		
2. ¿Considera que es necesaria una capacitación larga para comprender el uso de la Teoría de Restricciones? (40)		
<input type="checkbox"/> Sí (0) <input type="checkbox"/> No (20) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)		
3. ¿Cree que los trabajadores están dispuestos a aplicar la Teoría de Restricciones durante su jornada laboral? (40)		
<input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (0) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)		
4. ¿Cree que la mejora continua es posible aplicando la Teoría de Restricciones? (20)		
<input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (10) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)		

Operario A

Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	0	40	0%
2	0	20	0%
3	20	20	20%
4	20	20	20%
Total	40	100	40%

Operario B

Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	40	40	40%
2	0	20	0%
3	10	20	10%
4	10	20	10%
Total	60	100	60%

ANEXO N° 17: Planeación de implementación del Estudio de trabajo – Bendezu (2020)

Tabla 31
Planeación de la mejora de procesos en estudio de métodos y tiempos.

	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Planeación de plan de mejora	■					
Estudio de métodos		■	■	■		
Estudio de tiempos			■	■		
Estudio – beneficio costo				■	■	■
Capacitación				■	■	■
Entrega de propuesta						■

Nota. Cronograma de actividades para la mejora de procesos

ANEXO N° 18: Estrategia de actividades del Estudio de trabajo – Bendezu (2020)

Tabla 32

Estrategia de actividades para realizar el estudio de métodos y tiempos.

Actividad	Procedimientos	Metas	Duración	Responsable
Estudio de nuevos métodos de trabajo	-Analizar el método actual	100%		
	-Idear el método propuesto			
	-Definir el nuevo método con diagramas	100%	2 meses	Investigador
	-Evaluar propuesta	100%		
	(Escalante 2016. p.33)			

91

	-Seleccionar procesos	100%		
	-Subdividir en actividades y determinar tamaño de muestra		2 meses	Investigador
Estudio de tiempos	-Medir el tiempo de la actividad.	100%		
	-Determinar el tiempo estándar	100%		
	-Determinación de costos con el nuevo método.	100%		
	(Escalante 2016. p.426)			

Nota. Actividades en relación a estudio de métodos.

ANEXO N° 19: Costo de implementación del Estudio de trabajo – Bendezu (2020)

<i>Costo de implementación</i>		
Cantidad	Concepto	Costo s/.
1	Ingeniero	2800
1	Cronometro	149
1	Hojas Bond A4	30
	Transporte	300
6	Capacitación	420
	trabajador 70u	
	Total	3699.00

Nota. Elaboración propia

ANEXO N° 20: Impacto obtenido del Estudio de trabajo – Bendezu (2020)

Tabla 53

Porcentajes de los índices mejorados de mano de obra.

	Antes	Propuesta	Porcentaje mejorado
Productividad de horas hombre	6.500 pz x hora	9.646 pz x hora	32.62 %
Productividad de costo	0.303 piezas por sol	0.4 piezas por sol	24.25 %

Nota: Elaboración propia, respecto a la madera tornillo

ANEXO N° 21: Evaluación de usabilidad – Estudio de trabajo

TODO FACIL	Cuestionario de Usabilidad – Estudio de trabajo	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL
<p>Objetivo: Conocer la percepción del personal operativo sobre la facilidad de uso, comprensión y disposición para aplicar la Estudio de trabajo en el área de trabajo.</p>		
<p>Instrucciones: Marca con una "X" la opción que mejor represente tu opinión. La información será utilizada únicamente con fines de mejora continua.</p>		
<p>1. ¿Considera que es fácil usar la Estudio de trabajo? (40)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (40) <input type="checkbox"/> No (0)</p>		
<p>2. ¿Considera que es necesaria una capacitación larga para comprender el uso del Estudio de trabajo? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (0) <input type="checkbox"/> No (20) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		
<p>3. ¿Cree que los trabajadores están dispuestos a aplicar el Estudio de trabajo durante su jornada laboral? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (0) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		
<p>4. ¿Cree que la mejora continua es posible aplicando el Estudio de trabajo? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (10) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		

Operario A			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	40	40	40%
2	20	20	20%
3	20	20	20%
4	20	20	20%
Total	100	100	100%

Operario B			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	40	40	40%
2	20	20	20%
3	10	20	10%
4	20	20	20%
Total	90	100	90%

ANEXO N° 23: Costo de implementación Six Sigma – Huaraca (2023)

Tabla 3.	
<i>Presupuesto de investigación</i>	
Inversión	Financiamiento
1. Capital humano	S/ 7,000.00
Tesista Diana Cabezudo	S/ 7,000.00
2. Materiales	S/ 5,540.00
Laptop Lenovo	S/ 4,500.00
Útiles de oficina (hojas, lapicero, corrector, resaltador, etc.)	S/ 220.00
Impresora c/ escáner	S/ 470.00
Libros, e impresiones sobre Six sigma	S/ 350.00
3. Softwares de procesamiento de datos	S/ 145.00
Excel 2019	
Power Point 2019	S/ 145.00
Word 2019	
Minitab v.29	S/. 0.00
4. Servicios	S/ 1,660.00
Impresión de tesis	S/ 80.00
Empastado de documento final, anillado de avances	S/ 180.00
Servicio de internet	S/ 700.00
Servicio de transporte	S/ 700.00
Presupuesto total	S/ 14,345.00

Nota: Elaboración propia.

ANEXO N° 24: Impacto de la implementación Six Sigma – Huaraca (2023)

Tabla 31. <i>Estadísticos descriptivos: Productividad</i>				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Productividad inicial	12	0.71107	0.00557	0.0016
Productividad final	12	0.86764	0.00725	0.0020
<i>Nota: Elaboración propia.</i>				
Tabla 32. <i>Valor T y valor p de la prueba de hipótesis: Productividad</i>				
Hipótesis nula		$H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$		
Hipótesis alterna		$H_1: \text{diferencia}_\mu < 0$		
Valor T		Valor p		
-59.73		0.000		
<i>Nota: Elaboración propia.</i>				
Tabla 27. <i>Estadísticos descriptivos: Eficiencia</i>				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Eficiencia inicial	12	0.851004	0.002520	0.000727
Eficiencia final	12	0.945294	0.002298	0.000663
<i>Nota: Elaboración propia.</i>				
Tabla 28. <i>Valor T y valor p de la prueba de hipótesis: Eficiencia</i>				
Hipótesis nula		$H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$		
Hipótesis alterna		$H_1: \text{diferencia}_\mu < 0$		
Valor T		Valor p		
-94.52		0.000		
<i>Nota: Elaboración propia.</i>				
Tabla 29. <i>Estadísticos descriptivos: Eficacia</i>				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Eficacia inicial	12	0.83556	0.00611	0.00176
Eficacia final	12	0.91785	0.00644	0.00186
<i>Nota: Elaboración propia.</i>				
Tabla 30. <i>Valor T y valor p de la prueba de hipótesis: Eficacia</i>				
Hipótesis nula		$H_0: \text{diferencia}_\mu = 0$		
Hipótesis alterna		$H_1: \text{diferencia}_\mu < 0$		
Valor T		Valor p		
-32.63		0.000		
<i>Nota: Elaboración propia.</i>				

ANEXO N° 25: Evaluación de usabilidad – Six Sigma

TODO FACIL	Cuestionario de Usabilidad – Six Sigma	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL
Objetivo: Conocer la percepción del personal operativo sobre la facilidad de uso, comprensión y disposición para aplicar Six Sigma en el área de trabajo.		
Instrucciones: Marca con una "X" la opción que mejor represente tu opinión. La información será utilizada únicamente con fines de mejora continua.		
<p>1. ¿Considera que es fácil usar Six Sigma? (40)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (40) <input type="checkbox"/> No (0)</p>		
<p>2. ¿Considera que es necesaria una capacitación larga para comprender el uso del Six Sigma? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (0) <input type="checkbox"/> No (20) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		
<p>3. ¿Cree que los trabajadores están dispuestos a aplicar el Six Sigma durante su jornada laboral? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (0) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		
<p>4. ¿Cree que la mejora continua es posible aplicando Six Sigma? (20)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí (20) <input type="checkbox"/> No (10) <input type="checkbox"/> Parcialmente (10)</p>		

Operario A			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	40	40	40%
2	0	20	0%
3	10	20	10%
4	20	20	20%
Total	70	100	70%

Operario B			
Preguntas	Puntaje del trabajador	Puntaje máximo por pregunta	Puntaje obtenido
1	0	40	0%
2	0	20	0%
3	10	20	10%
4	10	20	10%
Total	20	100	20%

ANEXO N° 26: Cálculo N° de observaciones - Método actual

Una vez obtenidos los datos preliminares, se calcula el promedio de cada toma de tiempo para obtener el tiempo observado promedio. Con este valor, aplicamos la fórmula de la ecuación 7 para determinar el número de observaciones necesarias, considerando un nivel de confianza del 95% (valor $Z = 1.96$) y una precisión de $\pm 5\%$. A continuación, se presentan los cálculos:

Tabla 35. Cálculo del tiempo observado promedio pre implementación

Promedios	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Promedio de cada toma	8.29	9.31	8.16	8.32	8.14	8.21	9.60	9.49	9.51	8.22	8.12	8.33	8.04	9.13	8.13
Tiempo observado promedio (x)=															8.60

Nota: Elaboración propia

El siguiente paso consiste en calcular la desviación estándar de las tomas realizadas:

Tabla 36. Cálculo de la desviación estándar pre implementación

	Prom-toma	(Prom – toma) ²
Toma 1	0.31	0.09
Toma 2	-0.71	0.51
Toma 3	0.44	0.20
Toma 4	0.28	0.08
Toma 5	0.46	0.21
Toma 6	0.39	0.15
Toma 7	-1.00	0.99
Toma 8	-0.89	0.80
Toma 9	-0.91	0.83
Toma 10	0.38	0.14
Toma 11	0.48	0.23
Toma 12	0.27	0.07
Toma 13	0.56	0.32
Toma 14	-0.53	0.28
Toma 15	0.47	0.22
Total (x)=		5.12

Nota: Elaboración propia

Según lo mostrado en la tabla anterior, al aplicar la ecuación 5 se determinó un

número requerido de observaciones de 7.60, el cual fue redondeado a 8 para asegurar el nivel de precisión establecido. Considerando que previamente se efectuaron 15 observaciones, se concluye que ya se cuenta con una cantidad suficiente para asegurar la precisión del análisis.

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

ANEXO N° 27: Toma de tiempos método actual – Operario A

TOMA DE TIEMPOS	EMPRESA: TODO FACIL												Fecha Elaboración: 21/10/2024			
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA	OBSERVADO POR: A. FLORES J. CABEL						ETAPA: Acabado - Lijado						ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL			
	ÁREA : Producción						INSTRUMENTO: Cronómetro						OPERARIO: Russel Ramírez			

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		TIEMPOS OBSERVADOS															Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
1	Colocación de EPP	1.01	1.06	1	1.03	0.57	0.59	1.01	1.03	1.01	0.57	0.59	1.03	1	0.57	1.03	0.87	1.08	0.81	0.11	0.90
2	Selección y ubicación de lija	0.52	0.49	0.49	0.46	0.48	0.49	0.46	0.48	0.47	0.5	0.49	0.51	0.49	0.47	0.5	0.49	1.08	0.45	0.11	0.50
3	Inicio lijado cara principal	25.17	24.51	24.57	24.59	24.56	24.13	24.52	25.1	24.54	24.43	25.03	24.37	24.58	24.55	25.03	24.65	1.19	20.71	0.21	25.06
4	Lijado por franjas	15.32	15.02	15.59	15.57	16.04	15.56	15.51	16.1	15.53	14.38	15.21	15.56	14.39	15.21	15.56	15.37	1.11	13.85	0.21	16.75
5	Limpieza de polvo	0.51	0.58	0.53	0.59	0.56	0.57	0.56	0.59	0.54	0.51	0.56	0.59	1	0.56	0.51	0.58	1.16	0.50	0.11	0.56
6	Giro cuidadoso de la puerta	0.47	0.41	0.37	0.39	0.41	0.39	0.37	0.47	0.38	0.4	0.47	0.49	0.46	0.5	0.47	0.43	1.14	0.38	0.14	0.43
7	Inicio lijado cara trasera	24.31	24.47	24.41	24.55	24.5	24.47	21.36	24.49	24.1	24.37	24.19	21.35	24.1	24.18	24.37	23.95	1.19	20.12	0.21	24.35
8	Lijado por franjas trasera	14.18	14.05	14.07	14.18	14.05	14.02	14.1	14.07	14.08	14.14	14.02	14.17	14.38	14.02	14.16	14.11	1.15	12.27	0.21	14.85
9	Limpieza de polvo trasera	0.57	1	0.58	0.51	0.54	1.01	0.59	0.56	1.15	0.52	0.58	0.55	0.58	1.15	0.52	0.69	1.16	0.60	0.11	0.66
10	Inspección con la mano	1.05	1.11	1.03	1.07	1.12	1.1	1.09	1.06	1.13	1	1.02	1.05	0.59	1	1.05	1.03	1.14	0.90	0.12	1.01
11	Repetición del lijado	21.08	21.17	21.12	21.33	21.28	21.27	21.3	21.26	21.25	21.3	25.28	23.46	20.19	21.17	22.09	21.64	1.19	18.18	0.21	22.00
12	Limpieza de polvo final	1.02	0.58	1.03	1	1.04	1.02	0.57	1.01	1.03	1.01	0.58	1	0.59	0.57	1.04	0.87	1.16	0.75	0.11	0.84

Nota: Elaboración propia

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

ANEXO N° 28: Toma de tiempos método actual – Operario B

TOMA DE TIEMPOS	EMPRESA: TODO FACIL										Fecha Elaboración: 21/10/2024				
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA	OBSERVADO POR: A. FLORES J. CABEL					ETAPA: Acabado - Lijado					ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL				
ÁREA : Producción	INSTRUMENTO: Cronómetro					OPERARIO: Benjamin Reyes									

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		TIEMPOS OBSERVADOS															Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
1	Colocación de EPP	1.05	1.08	1.11	1.06	1.09	1.08	1	1.06	1.1	1.09	1.05	1.07	1.06	1.03	1.1	1.07	1.08	0.99	0.11	1.10
2	Selección y ubicación de lija	0.49	0.46	0.46	0.48	0.45	0.47	0.49	0.48	0.45	0.48	0.46	0.49	0.47	0.47	0.45	0.47	1.08	0.44	0.11	0.48
3	Inicio lijado cara principal	24.28	28.57	25.05	24.47	23.59	23.13	27.55	26.57	29.41	24.49	23.58	24.55	21.01	25.15	22.28	24.91	1.07	23.28	0.21	28.17
4	Lijado por franjas	15.51	17.41	13.51	16.41	15.58	16.08	15.56	15.59	17.15	14.57	15.5	15.53	16	15.58	16.05	15.74	1.07	14.71	0.21	17.79
5	Limpieza de polvo	0.53	0.59	0.53	0.55	0.57	0.58	0.54	0.58	0.55	0.59	0.54	0.58	0.56	0.55	0.57	0.56	1.16	0.48	0.11	0.54
6	Giro cuidadoso de la puerta	0.37	0.41	0.38	0.4	0.47	0.4	0.38	0.41	0.37	0.34	0.39	0.41	0.37	0.38	0.47	0.40	1.14	0.35	0.14	0.40
7	Inicio lijado cara trasera	24.32	27.49	24.59	24.45	22.5	23.56	29.53	27.49	26.46	23.52	22.58	24.4	24.51	24.48	23.32	24.88	1.07	23.25	0.21	28.14
8	Lijado por franjas trasera	14.07	16.18	14.06	13.13	14.09	14.08	14.15	14.1	14.06	14.12	14.07	14.12	13.16	14.11	14.09	14.11	1.07	13.18	0.21	15.95
9	Limpieza de polvo trasera	0.58	1.01	0.55	0.5	0.58	0.53	0.51	0.56	0.58	1.01	0.59	0.52	0.56	1	0.57	0.64	1.16	0.55	0.11	0.62
10	Inspección con la mano	1.03	1.14	1.08	1.06	1.11	1.09	1.05	1.1	1.08	1.14	1.08	1.11	1.06	1.09	1.07	1.09	1.14	0.95	0.12	1.07
11	Repetición del lijado	21.12	21.33	21.2	21.28	21.22	21.24	29.04	31.18	27.22	21.31	21.19	21.24	21.29	31.23	21.21	23.49	1.19	19.74	0.21	23.88
12	Limpieza de polvo final	1.01	1.13	1	1.04	1.01	1.02	1	1.15	1.07	1.01	1.04	1.02	1	1.04	1.03	1.04	1.16	0.89	0.11	0.99

Nota: Elaboración propia.

ANEXO N° 30: Hoja de procesos de la operación lijado.

TODO FACIL	HOJA DE PROCESO DE LIJADO	CÓDIGO: ACAB-LJD-001	Fecha Elaboración: 21/10/2024
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA	VERSIÓN: 1.0	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL	APROBADO POR: R. VALLES
ÁREA :	PRODUCCIÓN	DTO:	PRODUCCIÓN
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Puerta de madera para uso exterior, con dimensiones de 210 cm de alto, 90 cm de ancho y 4.5 cm de grosor. Presenta un acabado en barniz poliuretano que protege la superficie y resalta la veta natural de la madera, garantizando durabilidad y una apariencia estética uniforme.		
INSUMOS PARA EL LIJADO	<ul style="list-style-type: none"> •Elija 60 roja – 1 und •Elija agua 250 – 2 und 		
PROCEDIMIENTO DE LIJADO	<p>Desbaste inicial con Lija 60 (roja)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar esta lija al inicio del proceso (Elimina imperfecciones grandes, restos de adhesivo y astillas). 2. Aplicar con presión moderada, sin forzar demasiado, para evitar marcas profundas. 3. Revisar toda la superficie de la pieza hasta lograr una textura más pareja. <p>Importante: Esta lija es abrasiva. Usarla con cuidado para no dañar la madera.</p> <p>Afinado con Lija agua grano 250</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar después del desbaste con lija 60 (Sirve para suavizar la superficie y borrar las marcas que dejó la lija anterior). 2. Pasar la lija en movimientos largos y parejos, en el sentido de la veta. 3. Dejar la madera con un acabado liso, lista para aplicar sellador o barniz. 		

ANEXO N° 31: Formato de registro de retrabajo.

TODO FACIL	REGISTRO DE RETRAJOS		CÓDIGO: PR-RET-001	Fecha Elaboración: 21/10/2024
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA		VERSIÓN: 1.0	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL	APROBADO POR: R. VALLES
ÁREA : PRODUCCIÓN		DTO: PRODUCCIÓN		
DESCRIPCIÓN DEL REPROCESO:				
TIEMPO DEL REPROCESO:		HORA DE INICIO:	HORA FINAL:	
HERRAMIENTAS/MATERIALES UTILIZADOS:				
CAUSAS DEL REPROCESO:				
OPERARIOS INVOLUCRADOS:				
COMENTARIOS ADICIONALES:				

ANEXO N° 32: Receta del encolado.

TODO FACIL	RECETA PARA LA PREPARACIÓN DE BARNIZADO	CÓDIGO: ESAM-ENC-001	Fecha Elaboración: 21/10/2024
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA		VERSIÓN: 1.0	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL
ÁREA : PRODUCCIÓN		DTO: PRODUCCIÓN	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Puerta de madera para uso exterior, con dimensiones de 210 cm de alto, 90 cm de ancho y 4.5 cm de grosor. Presenta un acabado en barniz poliuretano que protege la superficie y resalta la veta natural de la madera, garantizando durabilidad y una apariencia estética uniforme.		
INSUMOS PARA LA MEZCLA	<ul style="list-style-type: none"> •Tecnocola (1,2 kg) •Balde medidor 		
TIEMPO DE MEZCLADO	No requiere mezclado, solo vertido del adhesivo en el balde marcado		
HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> •Agitador manual •Guantes de jebe 		
PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que el balde medidor esté limpio y sin restos de pegamento seco. 2. Colocar el balde en una superficie estable dentro del área de trabajo. 3. Verter la Teknocola directamente desde el envase al balde, guiándose por la marca de nivel. 4. Revisar la consistencia del adhesivo; no se requiere mezclado adicional. 5. Preparar el área de encolado, asegurándose de que las piezas de madera estén limpias, secas y libres de polvo. 		
CONDICIONES AMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none"> •Temperatura ambiente: 20 °C – 28 °C •Humedad relativa: 40% – 65% <p><i>Evitar aplicar en ambientes con exceso de humedad o temperaturas bajas, ya que pueden afectar la adherencia y el tiempo de secado del adhesivo.</i></p>		

ANEXO N° 33: Receta del barniz.

Se propone la implementación de hojas de proceso para la preparación del barniz.

TODO FACIL	RECETA PARA LA PREPARACIÓN DE BARNIZADO	CÓDIGO: ACAB-BNZ-001	Fecha Elaboración: 21/10/2024
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA		VERSIÓN: 1.0	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL
ÁREA : PRODUCCIÓN		DTO: PRODUCCIÓN	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Puerta de madera para uso exterior, con dimensiones de 210 cm de alto, 90 cm de ancho y 4.5 cm de grosor. Presenta un acabado en barniz poliuretano que protege la superficie y resalta la veta natural de la madera, garantizando durabilidad y una apariencia estética uniforme.		
INSUMOS PARA LA MEZCLA	<ul style="list-style-type: none"> • Barniz (250 ml) • Thinner (1 galones) • Tinte según cliente (agregar 2 tapas) <i>Usar un recipiente medidor graduado para garantizar precisión</i>		
TIEMPO DE MEZCLADO	<p>REALIZAR MEZCLA POR 10 MINUTOS ANTES DE LA APLICACIÓN.</p> <p><i>Permite una adecuada activación de los insumos y liberación de burbujas.</i></p>		
HERRAMIENTAS Y MATERIALES REQUERIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Agitador manual • Medidor de volumen • Mascarilla con filtro para vapores orgánicos • Guantes de jebe • Gafas de seguridad • Paleta mezcladora 		
PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que el área de trabajo esté limpia, ventilada y libre de fuentes de ignición. 2. Colocar los elementos de protección personal (EPP). 3. Medir las cantidades exactas de cada componente según proporción indicada. 4. Verter el barniz (A) en el recipiente de mezcla. 5. Añadir el thinner (B) lentamente mientras se mezcla de forma continua. 6. Incorporar el tinte, según condiciones y viscosidad requerida. 7. Mezclar durante 10 minutos con paleta o agitador manual. 8. Homogeneizar nuevamente antes de iniciar la aplicación. 		
CONDICIONES AMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura ambiente: 20 °C – 28 °C • Humedad relativa: 40% – 65% <p><i>Evitar aplicar en ambientes húmedos o muy fríos para prevenir blanqueamientos o defectos en el barniz.</i></p>		

ANEXO N° 34: Formato de registro de reclamos de clientes.

TODO FACIL		CÓDIGO: PR-REC-001	Fecha Elaboración: 21/10/2024
REGISTRO DE RECLAMOS POR DEMORA EN LA ENTREGA	VERSIÓN: 1.0	ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL	APROBADO POR: R. VALLES
ÁREA :	PRODUCCIÓN	DTO:	PRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

FECHA DE ENTREGA COMPROMETIDA:	FECHA DEL PEDIDO:	FECHA DE ENTREGA REAL:
---------------------------------------	--------------------------	-------------------------------

DÍAS DE RETRASO:

CANTIDAD DE PRODUCTO:

TIPO DE ACABADO SOLICITADO:

CLIENTE:

DESCUENTO APLICADO (S/.):

MOTIVO DEL RETRASO:

COMENTARIOS ADICIONALES:

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

ANEXO N° 35: Toma de tiempo estación 1-3 – Operario A

TOMA DE TIEMPOS	EMPRESA: TODO FACIL										CÓDIGO: TMDT-ET4-005	Fecha Elaboración: 21/10/2024		
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA	OBSERVADO POR: A. FLORES J. CABEL					ETAPA: Estación 1-3					ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL			
ÁREA: Producción	INSTRUMENTO: Cronómetro (segundos)					OPERARIO: Rosell Ramírez								

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPOS OBSERVADOS																				Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20					
1 Selección de la madera a usar	5.09	5.1	5.25	5.13	5.47	5.49	5.25	5.39	6.01	5.41	5.14	5.13	5.49	6.15	5.1	5.13	5.47	5.25	5.39	5.1	5.35	1.13	4.73	0.11	5.25
2 Traslado a la máquina cepilladora	0.38	0.34	0.41	0.37	0.34	0.38	0.39	0.41	0.37	0.32	0.48	0.39	0.32	0.41	0.37	0.48	0.32	0.37	0.41	0.39	0.38	1.08	0.35	0.11	0.39
3 Cepillado de madera	14.46	14.12	14.35	13.39	14.46	14.19	13.57	13.39	14.12	14.35	14.12	14.42	14.4	14.46	14.24	14.12	13.39	14.46	14.35	14.12	14.12	1.13	12.50	0.15	14.37
4 Traslado a la máquina sierra circular	0.57	1.17	1.1	0.58	1.09	1.05	1.17	0.58	1.17	0.58	1.17	1.1	0.57	1.09	1.49	1.1	1.05	0.57	1.09	1.17	0.97	1.08	0.90	0.11	1.00
5 Corte de las tablas	10.18	9.56	10.03	9.48	9.56	10.03	10.15	9.45	10.18	9.41	9.48	9.4	9	10.15	9.26	10.03	10	10.18	10.03	10.15	9.79	1.13	8.66	0.17	10.13
6 Traslado a la máquina englatadora	1.05	0.59	1.04	1.11	1.07	1.15	0.59	1.04	1.15	1.11	0.59	1.15	1.07	1	1.04	1.15	1.07	1	1.11	1.04	1.01	1.08	0.93	0.11	1.03
7 Primera inspección	1.58	2.06	2.21	2.45	1.58	1.47	2.14	2.06	2.11	2.45	1.47	1.58	2.11	2.45	1.58	2.24	2.39	2.16	2.11	2.36	2.03	1.13	1.79	0.17	2.10
8 Encolado y ensamblado	15.27	15.04	14.57	15.12	14.35	15.1	15.27	15.12	14.57	14.35	14.48	15.27	15.1	15.29	15.34	15.27	15.04	14.35	15.1	14.57	14.93	1.13	13.21	0.15	15.19
9 Pulido con máquina	14.12	13.54	17.37	15.41	16.14	15.35	14.12	13.54	17.37	15.41	16.14	15.35	14.58	15.42	16.21	15.14	16.03	14.57	15.49	15.21	15.33	1.13	13.56	0.13	15.33
10 Traslado para toma de herramientas	0.43	0.36	0.41	0.45	0.30	0.34	0.39	0.42	0.3	0.44	0.38	0.37	0.33	0.45	0.43	0.41	0.48	0.46	0.32	0.3	0.39	1.05	0.37	0.11	0.41
11 Toma de herramientas de marcado y fresado	0.47	0.39	0.48	0.35	0.46	0.37	0.44	0.33	0.50	0.41	0.42	0.38	0.45	0.55	0.3	0.43	0.46	0.32	0.5	0.47	0.42	1.11	0.38	0.11	0.42
12 Traslado a los caballetes de madera	0.41	0.34	0.31	0.42	0.53	0.48	0.3	0.49	0.47	0.46	0.32	0.44	0.48	0.43	0.31	0.47	0.49	0.44	0.31	0.32	0.41	1.05	0.39	0.11	0.43
13 Marcado	6.51	7.18	7.45	6.37	6.47	7.55	7.04	6.59	6.44	7.13	6.51	7.2	6.53	7.08	6.43	7.16	6.39	7.11	6.52	6.58	6.81	1.16	5.87	0.16	6.81
14 Fresado	19.42	17.34	17.51	16.45	17.04	17.27	19.07	17.18	17.39	16.57	17.13	19.08	16.59	18.32	16.51	17.2	18.15	17.51	16.53	18.34	17.53	1.16	15.11	0.16	17.53
15 Lijado de desbaste	23.52	22.14	25.35	25.42	24.24	21.41	22.33	25.24	22.49	26.12	24.40	24.51	25.38	23.25	24.56	23.01	25.49	24.55	25.57	22.52	24.08	1.19	20.23	0.21	24.48
16 Lijado de afinado	40.46	42.37	41.35	42.34	41.49	40.26	41.32	41.22	42.03	43.58	40.27	43.51	41.34	40.58	41.19	42.57	40.45	43.12	42.31	41.31	41.65	1.19	35.00	0.21	42.35
17 Verificación de la suavidad y uniformidad	1.15	1.01	0.58	1.25	1.01	1.28	1.47	1.24	1.12	0.55	1.19	0.56	1.02	1.02	0.59	1.14	1.39	1.04	0.57	1.01	1.01	1.13	0.89	0.12	1.00
18 Aplicación de barnizado	24.13	23.12	24.06	23.48	23.21	23.12	23.51	24.15	24.57	23.36	24.13	24.45	23.48	24.15	23.12	23.51	23.21	23.48	23.36	24.45	23.70	1.19	19.92	0.17	23.30

Nota: Elaboración propia.

Incremento de la productividad en el proceso de fabricación de puertas
en la empresa TODO FACIL mediante la aplicación del estudio de trabajo

ANEXO N° 36: Toma de tiempo estación 1-3 – Operario B

TOMA DE TIEMPOS		EMPRESA: TODO FACIL																		CÓDIGO: TMDT-ET4-006				Fecha Elaboración: 21/10/2024			
NOMBRE DEL PRODUCTO: PUERTA PARA FACHADA		OBSERVADO POR: A. FLORES J. CABEL						ETAPA: Estación 1-3						ELABORADO POR: A. FLORES J. CABEL													
ÁREA : Producción		INSTRUMENTO: Cronómetro (segundos)						OPERARIO: Benjamin Reyes																			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		TIEMPOS OBSERVADOS																				Tiempo promedio	F.V	Tiempo Normal	Suppl.	Tiempo Estándar	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20						
1	Traslado a la máquina cepilladora	0.37	0.42	0.39	0.4	0.35	0.42	0.38	0.41	0.4	0.36	0.39	0.35	0.38	0.4	0.39	0.38	0.36	0.39	0.35	0.39	0.38	1.08	0.36	0.11	0.39	
2	Traslado a la máquina calibradora	0.45	0.38	0.41	0.45	0.43	0.38	0.42	0.43	0.38	0.41	0.43	0.42	0.41	0.43	0.43	0.45	0.41	0.38	0.42	0.45	0.42	1.08	0.39	0.11	0.43	
3	Calibrado de madera	8.15	8.45	9.1	8.34	8.5	8.45	9.01	9.1	8.5	9.1	8.15	8.5	8.3	8.45	8.34	8.15	9.01	8.34	8.45	9.1	8.57	1.13	7.59	0.11	8.42	
4	Toma de herramientas para trazar espigas	0.45	0.57	0.48	0.45	0.5	0.48	0.57	0.5	0.48	0.48	0.45	0.5	0.51	0.48	0.5	0.46	0.48	0.5	0.48	0.45	0.49	1.08	0.45	0.11	0.50	
5	Trazado de espigas	13.51	13.11	13.25	12.52	12.34	12.48	12.09	12.52	13.11	13.25	12.48	12.09	12.34	12.56	12.52	13.51	13.41	12.48	13.49	13.25	12.82	1.13	11.34	0.17	13.27	
6	Corte de espigas	8.15	8.49	8.55	7.56	8.37	9.15	8.11	8.04	8.49	7.57	9.15	8.37	8.11	8.04	8.49	8.04	7.51	8.37	9.15	7.58	8.26	1.13	7.31	0.17	8.56	
7	Espigado	7.56	8.15	8.26	8.14	7.58	8	8.19	8.26	7.56	8	7.58	8.15	8.26	8.14	7.56	8.15	7.59	8.26	8.14	7.56	7.95	1.13	7.04	0.15	8.10	
8	Traslado de las herramientas de encolado y ensamblado	0.36	0.3	0.38	0.31	0.35	0.33	0.42	0.31	0.38	0.36	0.3	0.33	0.31	0.3	0.33	0.3	0.31	0.34	0.3	0.36	0.33	1.08	0.31	0.11	0.34	
9	Preparación de encolado	3.32	3.14	3.1	3.49	3.11	3.14	3.05	3.13	3.52	3.11	3.37	3.05	3.14	3.02	3	3.05	3.52	3.11	3.49	3.14	3.20	1.11	2.88	0.11	3.20	
10	Traslado a los caballetes de madera	0.53	0.41	0.48	0.45	0.5	0.41	0.37	0.4	0.53	0.48	0.41	0.53	0.45	0.48	0.5	0.53	0.48	0.37	0.45	0.41	0.46	1.08	0.42	0.11	0.47	
11	Encolado y ensamblado	15.21	15.47	15.03	14.56	15.01	14.38	15.21	15.01	15.47	14.38	14	15.03	15.21	14.56	15.27	14.38	15.03	15.21	14.56	15.47	14.92	1.13	13.21	0.15	15.19	
12	Pulido con máquina	10.52	14.55	13.59	15.10	15.45	11.59	14.55	14.31	14.14	11.2	15.01	11.26	12.54	15.1	15.04	10.43	16.59	13.12	11.17	15.19	13.52	1.13	11.97	0.13	13.52	
13	Traslado para toma de herramientas	0.41	0.45	0.48	0.46	0.49	0.46	0.48	0.45	0.47	0.46	0.51	0.48	0.46	0.47	0.46	0.45	0.5	0.46	0.49	0.47	0.47	1.05	0.45	0.11	0.49	
14	Toma de herramientas de marcado y fresado	0.42	0.47	0.49	0.52	0.48	0.50	0.49	0.52	0.56	0.52	0.47	0.5	0.49	0.49	0.55	0.53	0.53	0.49	0.52	0.5	0.50	1.11	0.45	0.11	0.50	
15	Traslado a los caballetes de madera	0.43	1.01	0.58	0.55	0.49	0.53	1.09	0.57	1.03	0.45	1	0.28	0.36	1	0.48	0.58	0.56	0.35	0.56	0.48	0.62	1.05	0.59	0.11	0.65	
16	Marcado	7.11	7.58	7.25	7.02	6.42	7.35	6.47	7.08	7.35	7.52	7.13	7.06	7.31	6.52	7.02	6.42	7.50	6.58	7.12	7.11	7.05	1.16	6.07	0.17	7.11	
17	Fresado	17.53	17.4	16.59	17.5	17.01	17.24	17.11	21.51	17.33	17.47	18.32	17.33	17.04	17.53	17.24	21.01	16.59	17.4	17.53	17.51	17.71	1.16	15.27	0.16	17.71	
18	Lijado de desbaste	24.48	29.18	23.50	25.13	23.15	25.51	29.54	24.48	24.40	32.54	24.40	24.15	23.46	24.16	24.58	26.58	24.35	25.18	24.05	34.16	25.85	1.19	21.72	0.21	26.28	
19	Lijado de afinado	42.35	61.87	41.35	52.38	47.58	42.30	52.05	41.45	62.36	41.59	42.12	51.67	41.01	42.15	51.48	62.36	42.11	51.36	52.19	59.46	49.06	1.19	41.23	0.21	49.88	
20	Verificación de la suavidad y uniformidad	1	1.04	1.00	1.03	1.00	1.02	1.04	1.04	1.07	1.05	1	1.05	1	1.09	1	1.06	1.06	1.06	1.06	1	1.03	1.13	0.91	0.12	1.02	
21	Traslado para recepción de los insumos para el barnizado	0.47	0.40	0.45	0.48	0.45	0.37	0.44	0.40	0.48	0.45	0.54	0.49	0.47	0.41	0.48	0.47	0.40	0.44	0.41	0.45	0.45	1.08	0.41	0.11	0.46	
22	Preparación del barniz	12.52	12.04	12.38	13.14	12.17	12.49	12.36	12.50	12.52	13.14	12.17	12.50	12.04	12.49	12.36	12.17	12.52	12.38	13.14	12.40	12.47	1.11	11.24	0.11	12.47	
23	Traslado a los caballetes de madera	0.43	0.47	0.41	0.48	0.43	0.45	0.40	0.48	0.57	0.43	0.45	0.51	0.43	0.48	0.50	0.45	0.43	0.51	0.48	0.43	0.46	1.08	0.43	0.11	0.47	

Nota: Elaboración propia.

ANEXO N° 37: Cálculo del COK

Para calcular el Costo de Oportunidad de Capital (COK) de la carpintería, formalizada bajo el Régimen Único Simplificado (RUS), se tomaron en cuenta sus características particulares: la empresa no cuenta con deuda financiera ni está sujeta al pago del impuesto a la renta. Por ello, el COK se asume igual al costo del capital propio (K_e).

Para estimar el costo de capital propio (K_e), se aplicó el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model), incorporando los ajustes necesarios para considerar tanto el riesgo país como la estructura financiera de la empresa. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$$

Donde:

R_f = Tasa libre de riesgo

β = Coeficiente que mide el riesgo sistemático de la empresa respecto al mercado

R_m = Rentabilidad esperada del mercado

Se utilizó la tasa de los bonos soberanos peruanos a 10 años, que reflejan el costo de oportunidad de inversión sin riesgo en moneda local. Según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), esta tasa se ubicó alrededor del 6.5% anual a junio de 2025 (Banco Central de Reserva del Perú, 2025; Ministerio de Economía y Finanzas, 2024).

La beta financiera se estimó en 0.8, valor recomendado para pequeñas empresas formales y locales sin deuda, basado en estudios sectoriales y metodologías aplicadas en

mercados emergentes (BBVA Research, 2025).

Se estimó sumando la tasa libre de riesgo y la prima de riesgo del mercado peruano, esta última cercana al 6.4%, considerando el riesgo país y la volatilidad del mercado local, según reportes del BCRP y BBVA Research (Banco Central de Reserva del Perú, 2025; BBVA Research, 2025).

$$Ke = Rf + \beta x (Rm - Rf)$$

$$Ke = 6.5\% + 0.8\% x ((6.5\% + 6.4\%) - 6.5\%)$$

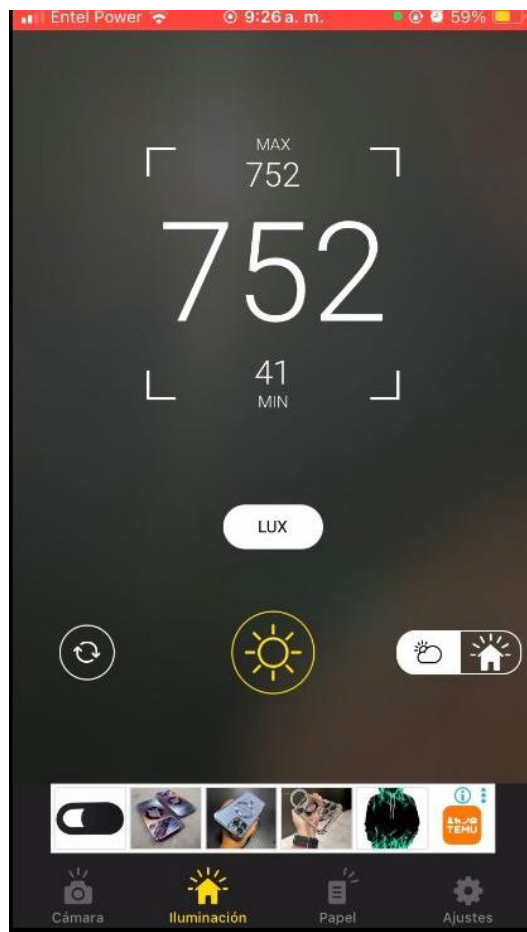
$$Ke = 11.62\%$$

Dado que la empresa no tiene deuda ni paga impuestos (por estar en el RUS), el COK es igual a este valor de Ke .

ANEXO N° 38: Medición de iluminación

Para asegurar las condiciones visuales óptimas en el taller de carpintería, la norma internacional ISO 8995-1 (CIE S 008/E) establece que la iluminación mantenida mínima en las zonas de trabajo debe ser de al menos 500 lux, especialmente en tareas que requieren una moderada percepción de detalles, como el lijado. Esta exigencia tiene como objetivo garantizar la precisión en la ejecución de las labores, reducir el riesgo de errores o accidentes, prevenir la fatiga visual y asegurar una iluminación uniforme que evite deslumbramientos o contrastes excesivos que puedan afectar el confort visual del operario (ISO 8995-1, 2003).

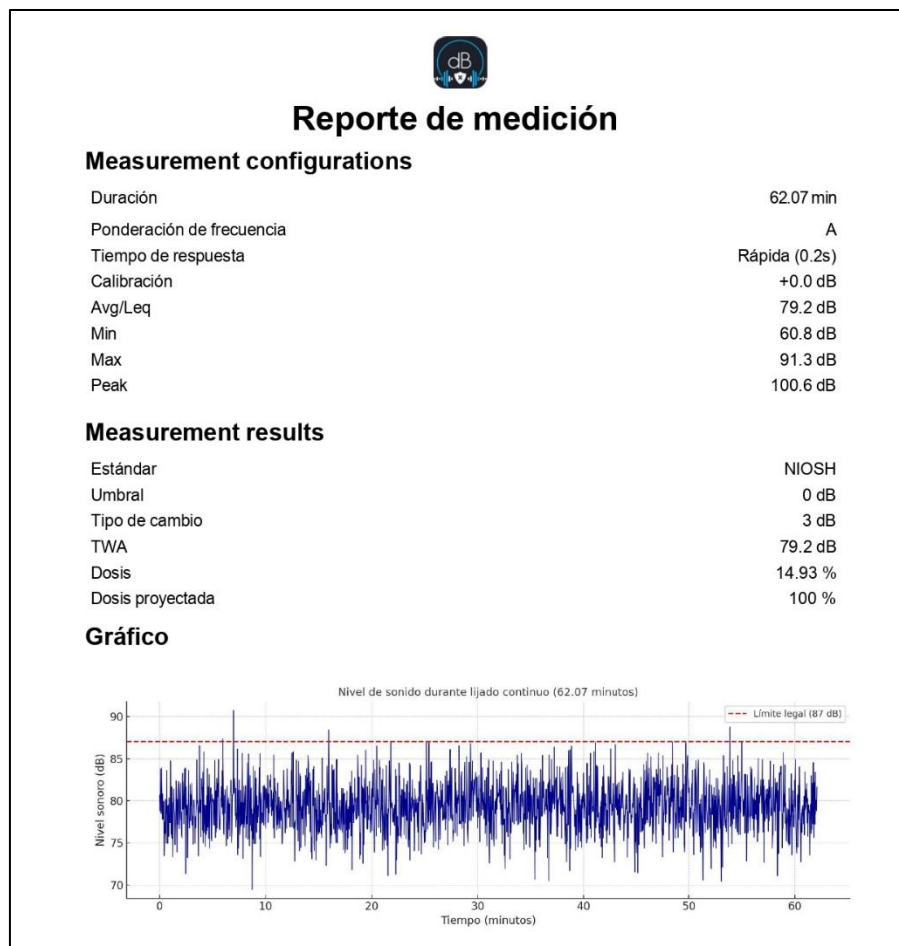
A continuación, se presenta la medición mediante la aplicación Light Meter:



ANEXO N° 39: Medición de sonido

En el área de carpintería, la exposición al ruido debe mantenerse dentro de niveles seguros para proteger la salud auditiva de los trabajadores. De acuerdo con el Real Decreto 286/2006, que adapta la normativa europea al marco nacional, el límite máximo de exposición semanal permitido es de 87 decibelios A - dB(A). Esta regulación establece que las mediciones de ruido en los distintos puestos de trabajo deben realizarse al menos una vez al año, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los valores establecidos y aplicar medidas correctivas cuando sea necesario (Escámez Sánchez et al., 2009).

A continuación, se presenta la medición mediante la aplicación Decibel X:



La operación de lijado presentó un nivel promedio de 79.2 dB y picos de hasta 100.6

dB. Si bien la exposición promedio se mantiene dentro de los límites permisibles, la dosis proyectada a 8 horas alcanza el 100 %, por lo que el riesgo auditivo existe si no se controlan los tiempos de exposición. No obstante, el uso actual de protectores auditivos por parte del personal contribuye a reducir este riesgo y preservar la salud auditiva.

ANEXO N° 40: Evaluación Antropométrica en la Etapa de Lijado

Para la evaluación antropométrica se utilizó referencias técnicas en ergonomía industrial, la altura óptima de la superficie de trabajo para tareas manuales que requieren precisión y fuerza moderada debe estar aproximadamente a la altura del codo del operario o ligeramente por debajo, para evitar posturas de elevación o flexión excesiva del brazo. Grandjean recomienda que la superficie de trabajo para tareas de precisión se ubique entre 5 a 10 cm por debajo de la altura del codo para minimizar la fatiga muscular y posturas forzadas (INSHT, 2024). Además, la norma ISO 11228 establece que trabajar con superficies muy bajas respecto a la altura del codo puede inducir flexión del tronco y hombros, aumentando el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

De acuerdo con la norma UNE-EN 1005-4:2005 sobre seguridad de máquinas y evaluación de posturas de trabajo, la distancia horizontal recomendada para el punto de agarre en tareas manuales debe ser igual o inferior a 25 cm desde el punto medio entre los tobillos. Su objetivo es reducir las posturas forzadas y mitigar los riesgos ergonómicos, al favorecer que la carga se manipule cerca del cuerpo.

Se realizaron las mediciones correspondientes para verificar si la operación cumplía con las características ergonómicas requeridas. A continuación, se presenta el cuadro con esta información.

Parámetro	Medida (cm)
Altura de trabajo (codo)	93
Altura del caballete	84

Distancia alcance horizontal	22
------------------------------	----

Nota: Elaboración propia.

Se verificó que el puesto de trabajo en la etapa de lijado cumple con los parámetros antropométricos recomendados para una postura ergonómica adecuada. Las medidas obtenidas indican una correcta relación entre la altura del caballete, la altura del codo del operario y la distancia de alcance horizontal.

En primer lugar, la altura del caballete (84 cm) se encuentra a una distancia adecuada por debajo de la altura del codo del operario (93 cm), generando una diferencia de 9 cm que permite trabajar con los brazos ligeramente flexionados, sin necesidad de elevar los hombros ni inclinar excesivamente el tronco. Además, la distancia de alcance horizontal (22 cm) se encuentra dentro del rango recomendado para tareas manuales repetitivas, lo que garantiza que el operario pueda alcanzar la superficie de trabajo sin forzar el cuerpo ni perder estabilidad.

Asimismo, se presentan dos fotografías donde se observa al operario ubicado en la estación de lijado.



ANEXO N° 41: Muestra física de Lijado

ESTUDIO DE MÉTODO - LIJADO

OPERACIÓN: LIJADO COMPLETO DE PUERTA

MUESTRA FISICA



